

## **Analisis Struktur dan Kemunculan Tingkat Kognitif pada Desain Kegiatan Laboratorium Materi Fotosintesis** **(The Analysis of Cognitive Structure and Level on Design of Laboratory Activities of Photosynthesis Concept)**

Nur Sopiah Wahidah\*, Bambang Supriatno, Mimin Nurjhani Kusumastuti

Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung, Indonesia

\*Corresponding author: [nur.sopiah@student.upi.edu](mailto:nur.sopiah@student.upi.edu)

Accepted: 16 September 2018 - Approved: 26 September 2018 - Published: 30 September 2018

**ABSTRACT** In practical activities usually teachers provide guidance in the form of students' worksheet or design of laboratory activity. Based on field studies Supriatno (2009), only 24% design laboratory that can be done with the appropriate procedures and complete results in terms of data analysis and conclusion, so it does not support the construction of knowledge. It required the analysis to determine whether design laboratory used already support the construction of knowledge. Design laboratory analysis refers to the Vee diagram and revised Bloom's taxonomy as both lead students to construct knowledge. This research is a descriptive study with purposive sampling technique. The research data captured with a rare test work results table, the table where the component diagram Vee, Vee diagrams scoring table, as well as the revised Bloom's taxonomy table. The results of the 16 samples and 5 samples design laboratory, junior high school design laboratory of photosynthetic material shows that there are still procedural mistakes and instruction unstructured. Vee diagram component analysis results show the general components that arises is the question of focus, the object/event, theories, principles, concepts and knowledge claims. Components that are generally not appear that notes/transformation. Results of the analysis showed scores of each component Vee diagram, Vee diagram on middle and high school design laboratory generally have not yet reached the ideal score. Results of the analysis showed the emergence of the cognitive level of cognitive level generally required design laboratory in middle and high school, namely C1, C2 and C3, with dominant category procedural C3. This cognitive level is in conformity with the demands of basic competencies middle school, but not in accordance with the demands of basic competencies of high school.

**Keywords** cognitive structure, cognitive level, design of laboratory activity, photosynthesis

**ABSTRAK** Dalam kegiatan praktikum biasanya guru menyediakan pedoman berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) atau Desain Kegiatan Laboratorium (DKL). Berdasarkan studi lapangan Supriatno (2009), hanya 24% DKL yang dapat dikerjakan dengan hasil sesuai prosedur dan tuntas dari segi analisis data dan penarikan kesimpulan, sehingga tidak menunjang konstruksi pengetahuan. Untuk itu diperlukan analisis untuk mengetahui apakah DKL yang digunakan sudah menunjang konstruksi pengetahuan. Analisis DKL ini mengacu pada diagram Vee dan taksonomi Bloom revisi karena keduanya menuntun siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan teknik sampling purposive. Data penelitian dijangar dengan tabel hasil uji langka kerja, tabel keberadaan komponen diagram Vee, tabel penskoran diagram Vee, serta tabel taksonomi Bloom revisi. Hasil penelitian dari 16 sampel DKL SMP dan 5 sampel DKL SMA materi fotosintesis menunjukkan bahwa masih terdapat kesalahan prosedur dan instruksi yang tidak terstruktur. Hasil analisis komponen diagram Vee menunjukkan umumnya komponen yang muncul yaitu pertanyaan fokus, objek/*event*, teori, prinsip, konsep serta klaim pengetahuan. Komponen yang umumnya belum muncul yaitu catatan/transformatasi. Hasil analisis skor diagram Vee menunjukkan setiap komponen diagram Vee pada DKL SMP dan SMA umumnya belum mencapai skor ideal. Hasil analisis kemunculan tingkat kognitif menunjukkan tingkat kognitif yang umumnya dituntut DKL SMP dan SMA yaitu C1, C2 dan C3, dengan kategori dominan prosedural C3. Tingkat kognitif ini sudah sesuai dengan tuntutan KD SMP, tetapi tidak sesuai dengan tuntutan KD SMA.

**Kata kunci** struktur kognitif, tingkat kognitif, desain kegiatan laboratorium, fotosintesis

### **1. PENDAHULUAN**

Setiap pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau biologi yang dilakukan di sekolah selalu berpatokan kepada tuntutan kurikulum yang berlaku. Di Indonesia

sendiri, kurikulum yang berlaku ada dua yaitu Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) dan Kurikulum 2013. Berdasarkan studi lapangan peneliti ke banyak Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Sekolah Menengah Atas (SMA) negeri di kota Bandung, pada umumnya kurikulum

yang diberlakukan di SMP yaitu KTSP, sedangkan untuk jenjang SMA yaitu Kurikulum 2013. Hal ini berpatokan pada Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) Nomor 160 Tahun 2014 Tentang Pemberlakuan Kurikulum 2006 dan Kurikulum 2013.

Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) Nomor 2 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) pada KTSP dan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) Nomor 68 Tahun 2013 tentang standar kompetensi lulusan pendidikan dasar dan menengah pada Kurikulum 2013, menuntut proses pembelajaran IPA yang menitikberatkan pada aktivitas siswa. Dalam pembelajarannya, guru dituntut untuk dapat memberikan pengalaman kongkret kepada siswa melalui pengamatan atau percobaan untuk memecahkan permasalahan IPA, sehingga nantinya siswa dapat mengaitkan materi baru ke materi yang sudah dipelajari sebelumnya, dan pada akhirnya dapat tercapai pembelajaran yang bermakna. Pernyataan di atas mengacu pada teori konstruktivisme yang menjelaskan bahwa pengetahuan seseorang adalah bentukan (konstruksi) orang itu sendiri. Tanpa keaktifan seseorang mencerna dan membentuk pengetahuannya, seseorang tidak akan mempunyai pengetahuan (Piaget dalam Suparno, 2000).

Agar kegiatan pembelajaran dapat memberikan pengalaman kongkret pada siswa serta berpusat pada aktivitas siswa, maka dibutuhkan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dibutuhkan karena dapat memberikan pengalaman belajar secara nyata dan dapat mengembangkan keterampilan dasar bekerja di laboratorium (Gratia, 2011). Selain itu, Millar (2004) mengatakan bahwa kegiatan praktikum berperan untuk membantu siswa menghubungkan antara dua ranah pengetahuan, yaitu objek atau fenomena yang teramati dan ranah gagasan atau ide. Melalui kegiatan praktikum, siswa dilatih untuk mengembangkan kemampuan kognitif, afektif dan psikomotorik dalam memahami suatu fenomena biologi (Sudargo dan Asiah, 2013). Kegiatan praktikum juga sangat diperlukan untuk menunjang materi ajar karena menurut Sudesti *et al.* (2014) kegiatan praktikum dapat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang sulit dan abstrak. Selain itu, menurut Muchtar dan Simalango dalam Sudesti *et al.* (2014), kegiatan praktikum akan membantu siswa memahami konsep-konsep dan memberikan pengalaman yang nyata dalam usaha menciptakan pengetahuan baru.

Untuk menunjang kegiatan praktikum, dibutuhkan sebuah pedoman yang dapat mengarahkan siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya berdasarkan fenomena yang muncul. Berdasarkan studi lapangan peneliti ke sekolah-sekolah, pedoman praktikum dikenal dengan Lembar Kerja Siswa (LKS) atau Desain Kegiatan Laboratorium (DKL). Namun kenyataannya, DKL yang digunakan di sekolah masih memiliki permasalahan. Permasalahan ini didasarkan pada studi lapangan Supriatno (2009) yang menemukan hanya 24% DKL yang dapat dikerjakan dengan hasil sesuai prosedur dan tuntas dari segi analisis data dan penarikan kesimpulan. Kemudian, Supriatno (dalam Supriatno, 2013) menemukan bahwa DKL yang beredar di lapangan memiliki permasalahan

yaitu: (1) Tujuan praktikum lebih banyak menekankan aspek kognitif daripada aspek psikomotor; (2) Sebagian besar menggunakan pendekatan deduktif dengan model ekspositori; (3) Prosedur praktikum meskipun rinci, beberapa di antaranya tidak terstruktur dan perintahnya membingungkan sehingga menimbulkan penafsiran ganda; serta (4) Pemilihan materi tidak mempertimbangkan esensi, kesesuaian, kedalaman dan kompleksitasnya.

Permasalahan yang dipaparkan oleh Supriatno (2013) pun ditemukan oleh peneliti. Berdasarkan temuan peneliti, seringkali pada DKL tujuan praktikumnya tidak jelas, terkadang tidak sesuai dengan peristiwa atau objek yang diamati. Kemudian, seringkali fakta yang diinginkan tidak muncul sesuai dengan tujuan praktikum serta tidak sesuai dengan teori, prinsip maupun konsep terkait materi tersebut. Selain itu, seringkali pada praktikum siswa tidak diinstruksikan untuk mencatat fenomena apa saja yang ditemukan saat praktikum, kebanyakan hanya mengamati saja. Hal ini jelas akan mempengaruhi penarikan kesimpulan yang dilakukan siswa karena kesimpulan harus sesuai dengan tujuan praktikum.

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan DKL yang dapat membantu siswa agar dapat mengkonstruksi pengetahuannya, memberikan kontribusi terhadap pengembangan keterampilan dasar sains siswa, serta mengembangkan kemampuan berpikir siswa. Sebagai patokan agar penyusunan DKL dapat mengarahkan pembelajaran praktikum yang bermakna, diagram Vee dapat dijadikan sebagai salah satu acuan. Diagram Vee sendiri pertama kali dikembangkan oleh Gowin untuk memudahkan siswa memahami struktur pengetahuan (contohnya rangkaian hubungan, hirarki, kombinasi) dan untuk memahami proses pembentukan pengetahuan. Untuk belajar dengan berarti, individu harus memilih untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan konsep yang sesuai dan proposisi yang telah diketahuinya (Novak dan Gowin, 1984). Selain itu, menurut Novak dan Gowin (1984) idealnya pengetahuan dapat dibentuk melalui kegiatan praktikum dengan adanya pertanyaan fokus yang relevan dengan objek, peristiwa utama, pencatatan dan transformasi, serta keterlibatan konsep, prinsip dan teori yang relevan dalam menjelaskan peristiwa yang terjadi.

Penelitian yang dilakukan Alvarez dan Risiko (2007) mengenai efektivitas penggunaan diagram Vee untuk membantu siswa dalam memahami konsep sains dan pembelajaran bermakna menunjukkan bahwa diagram Vee merupakan alat yang layak untuk mempelajari struktur pengetahuan dan proses mendapatkan pengetahuan. Pada diagram Vee terdapat tahapan yang seharusnya dialami siswa ketika proses pembelajaran khususnya praktikum karena tahapan-tahapan tersebut membantu kegiatan praktikum menjadi bermakna serta mendukung tercapainya konsepsi/pengetahuan baru (Gratia, 2011).

Selain itu, dalam kegiatan praktikum seorang guru pasti menyusun tujuan pembelajaran, proses pembelajaran dan asesmen pembelajaran. Penyusunan tujuan, proses dan asesmen pembelajaran dilakukan untuk mempermudah guru memetakan jenis pengetahuan dan tingkat kognitif yang harus dicapai oleh siswa. Dalam pengkategorianya, dibutuhkan suatu kerangka untuk membantu proses penyusunan dan pemetaan jenis-jenis pengetahuan dan

tingkatan kognitif tersebut. Salah satu acuan kerangka yang banyak digunakan oleh guru di sekolah yaitu taksonomi Bloom revisi.

Taksonomi Bloom revisi ini memuat dua dimensi, yaitu dimensi pengetahuan dan dimensi proses berpikir. Dimensi-dimensi ini merupakan sebuah perubahan pandangan dari pandangan pasif menuju ke pandangan kognitif dan konstruktif yang menekankan apa yang siswa ketahui (pengetahuan) dan bagaimana siswa berpikir (proses kognitif) tentang apa yang siswa ketahui ketika terlibat aktif dalam pembelajaran yang bermakna (Anderson dan Krathwohl, 2010). Dalam kegiatan praktikum, taksonomi Bloom ini diperlukan agar guru dapat memetakan tingkat kognitif yang harus dicapai siswa dari tingkat rendah (mengingat fakta) sampai mencipta (merancang percobaan sendiri) yang nantinya dapat mengantarkan siswa ke dalam pembelajaran praktikum yang bermakna.

Dalam kurikulum yang berlaku di SMP dan SMA, materi fotosintesis dituntut untuk diajarkan dengan kegiatan praktikum. Materi fotosintesis merupakan salah satu materi ajar yang dianggap kompleks dan abstrak oleh siswa. Hal ini dikarenakan proses dan produk fotosintesis tidak dapat dilihat secara kasat mata. Untuk mengamati produk hasil fotosintesis dapat diobservasi melalui uji Ingenhousz (untuk mengobservasi adanya gas oksigen) dan uji Sachs (untuk mengobservasi adanya amilum). Kedua uji tersebut dapat diterapkan dalam kegiatan praktikum di sekolah. Namun, peneliti masih menemukan adanya overlap dalam proses praktikum fotosintesis yang dilakukan pada jenjang SMP dan SMA. Masih terdapat DKL yang digunakan pada tingkat SMP yang tingkat kesulitan dan manipulasi variabelnya sama dengan DKL yang digunakan di SMA.

## 2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif karena bertujuan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ditemukan. Penelitian ini diupayakan dapat memberikan gambaran mengenai keadaan desain praktikum fotosintesis yang digunakan di SMP dan SMA negeri di kota Bandung. Sampel yang diambil dalam penelitian ini yaitu 16 sampel DKL SMP dan 5 sampel DKL SMA. Teknik sampling dilakukan secara purposive.

Instrumen penelitian yang akan digunakan yaitu berupa tabel hasil uji langkah kerja, tabel keberadaan komponen diagram Vee, tabel penskoran diagram Vee yang diadaptasi dari Novak dan Gowin (1984), serta tabel taksonomi Bloom revisi yang diadaptasi dari Anderson dan Krathwohl (2010).

Analisis pertama pada DKL fotosintesis yang telah dicuplik dari sekolah yaitu melakukan uji langkah kerja tanpa ada perubahan susunan langkah kerja (manipulasi).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Langkah Kerja

Hasil temuan (Tabel 1) menunjukkan masih terdapat permasalahan pada langkah kerja yang terdapat pada DKL fotosintesis SMP dan SMA. Masalah yang muncul pada

saat uji langkah kerja praktikum uji Ingenhousz yaitu pada saat perakitan perangkat percobaan, penambahan  $\text{NaHCO}_3$ , air panas dan es batu, penentuan waktu pengamatan, serta uji bara api. Sedangkan pada uji Sachs, permasalahan yang muncul yaitu waktu pemetikkan daun, proses perebusan daun, pelarutan klorofil, penggunaan tabung reaksi pada proses pelarutan klorofil, tidak munculnya warna biru kehitaman pada daun yang terkena cahaya matahari, keluarnya daun dari tabung reaksi dan terbakarnya tabung reaksi pada saat pelarutan klorofil, serta pemilihan jenis daun.

Permasalahan yang terjadi pada saat uji langkah kerja ini terjadi akibat pemilihan kalimat instruksi langkah kerja yang kurang tepat sehingga makna kalimatnya membingungkan. Temuan ini sesuai dengan penelitian Supriatno (2013) yang menyatakan bahwa prosedur praktikum meskipun rinci, beberapa di antaranya tidak terstruktur dan perintahnya membingungkan sehingga menimbulkan penafsiran ganda. Selain itu, gambar ilustrasi yang ditampilkan tidak menggambarkan keadaan aslinya, serta terdapat kalimat yang menunjukkan kesalahan prosedur. Jika terjadi kesalahan prosedur, maka tujuan praktikum tidak dapat tercapai. Temuan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rasyida (2010), yang menemukan bahwa 25% proses tidak mengacu pada tujuan, karena proses dari DKL tersebut tidak dapat memunculkan fenomena yang relevan sehingga tujuan praktikum tidak tercapai. Permasalahan-permasalahan ini akan berpengaruh pada kemunculan komponen objek/*event*, karena instruksi langkah kerja merupakan aspek penting yang dapat menuntun siswa pada kemunculan fakta saat praktikum.

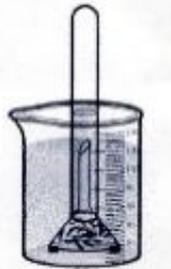
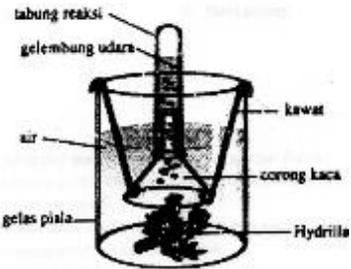
Masalah-masalah tersebut terjadi akibat pemilihan DKL yang tidak melalui tahap ujicoba laboratorium. Biasanya, desain kegiatan laboratorium yang dibuat baik oleh guru maupun penerbit merupakan jiplakan dari desain kegiatan laboratorium yang sudah ada sebelumnya. Hal ini bersesuaian dengan pernyataan Supriatno (2009) yang menyatakan bahwa desain kegiatan laboratorium yang digunakan di sekolah banyak yang diadopsi, tanpa adaptasi dan rekonstruksi.

### Analisis Keberadaan dan Penskoran Komponen Diagram Vee

Hasil analisis keberadaan komponen diagram Vee pada DKL fotosintesis SMP dan SMA (Tabel 2) menunjukkan bahwa komponen yang umumnya muncul pada DKL fotosintesis SMP dan SMA yaitu pertanyaan fokus, objek/*event*, teori, prinsip dan konsep, serta klaim pengetahuan. Sedangkan komponen diagram Vee yang umumnya belum muncul yaitu catatan/transformatasi. Hal ini disebabkan karena tidak adanya instruksi untuk mencatat dan mentransformatasi fenomena yang muncul pada saat praktikum. Hanya terdapat instruksi untuk mengamati saja.

Setelah dilakukan analisis keberadaan komponen diagram Vee, dilakukan pula penskoran setiap komponen diagram Vee. Hasil temuan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa meskipun pada DKL SMP dan SMA sudah terdapat komponen diagram Vee, namun skor yang didapatkan setiap komponennya masih rendah.

**Tabel 1.** Tabel Hasil Analisis Permasalahan Uji Langkah Kerja

Kode DKL	Instruksi langkah kerja yang bermasalah	Uraian permasalahan hasil uji langkah kerja
<b>Uji Ingenhousz</b>		
P1, P2, P3	Susunlah perangkat percobaan seperti gambar 	Pada gambar ilustrasi yang dicontohkan, terdapat ruang kosong pada tabung reaksi. Ketika diujicoba, tidak ada gelembung udara terdapat pada tabung reaksi sehingga percobaan gagal. Tidak ada keterangan mengenai keadaan perangkat percobaan, karena perangkat percobaan harus dalam kondisi penuh terisi air.
P4	Amatilah apa yang terjadi dalam beberapa menit kemudian Sediakan tiga buah penyangga	Peneliti mengalami kebingungan dengan alokasi waktu pengamatan, sehingga peneliti mengestimasi waktu pengamatan selama 5 menit. Peneliti kesulitan menyesuaikan penyangga ketika proses perakitan perangkat karena penyangga terus bergerak ketika proses perakitan.
P5	Siapkan dua perangkat percobaan seperti pada gambar di atas!	Peneliti kebingungan menyusun perangkat karena tidak ada gambar ilustrasi, terlebih lagi perangkat ini merupakan hasil inovasi yang dibuat oleh guru.
P6	Ulangi pengamatan sebanyak 3 kali, rata-ratakan hasilnya. Perangkat pertama langsung diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari penuh, perangkat kedua ditambahkan $\text{NaHCO}_3$ , perangkat ketiga ditambahkan es batu, perangkat keempat ditambahkan air panas hingga suhu air menjadi hangat, perangkat kelima disimpan di tempat teduh.	Peneliti kesulitan merata-ratakan hasil pengulangan karena pada 2 kali pengulangan, didapatkan jumlah gelembung yang tak terhingga. Tidak ada kejelasan berapa suhu air dingin dan air panas yang dimasukkan pada perangkat.
A1	Susunlah perangkat percobaan seperti gambar berikut 	Pada gambar ilustrasi yang dicontohkan, terdapat ruang kosong pada tabung reaksi. Selain itu, kawat yang ditampilkan pada perangkat hanya 2. Ketika diujicoba, tidak ada gelembung udara yang terdapat pada tabung reaksi, selain itu corong dan tabung reaksi yang disangga oleh kawat tidak seimbang (goyang) sehingga percobaan gagal.
A2	Amatilah apa yang terjadi dalam beberapa menit kemudian Siapkan bara api, buka ibu jari, masukkan bara api ke dalam tabung reaksi, amati apa yang terjadi. Pada setiap perangkat diberi perlakuan sebagai berikut: Perangkat pertama diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari langsung Perangkat II diberi $\text{NaHCO}_3$ Perangkat III diberi es batu Perangkat IV diberi air panas hingga suhu air menjadi hangat sekitar $40^\circ\text{C}$ Perangkat V diletakkan di tempat teduh	Peneliti mengalami kebingungan dengan alokasi waktu pengamatan, sehingga peneliti mengestimasi waktu pengamatan selama 5 menit. Tabung reaksi pada percobaan ini berisi air sehingga ketika bara api dimasukkan ke dalam tabung reaksi, bara menjadi mati. Tidak ada penjelasan berapa gram $\text{NaHCO}_3$ yang dimasukkan ke dalam perangkat. Untuk penggunaan es batu cukup sulit karena ruang pada perangkat percobaan cukup sempit.
<b>Uji Sachs</b>		
P7, P11	Masukkan daun tersebut ke dalam gelas kimia yang berisi air panas dan tunggulah sampai daun layu. Masukkan daun yang telah layu ke dalam tabung reaksi yang berisi alkohol 70% secukupnya, kemudian tabung reaksi tersebut dimasukkan ke dalam air mendidih.	Jenis daun yang digunakan yaitu daun mangga. Daun mangga memiliki tekstur yang keras dan kaku sehingga tidak akan layu jika direndam dalam air panas. Ukuran daun mangga yang besar dan tekstur daunnya yang kaku dan keras membuat daun yang telah layu ini sulit dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi alkohol 70%. Ketika proses perebusan daun dengan alkohol 70%, karena tekstur daun yang seperti itu membuat daun keluar dari tabung reaksi. Hal ini sempat membahayakan peneliti dan orang lain karena daun yang keluar berasal dari alkohol yang mendidih.

**Tabel 1.** Tabel Hasil Analisis Permasalahan Uji Langkah Kerja (*lanjutan*)

Kode DKL	Instruksi langkah kerja yang bermasalah	Uraian permasalahan hasil uji langkah kerja
P8	Masukkan kedua bagian daun (potongan daun) ke dalam air panas hingga layu  Tabung reaksi yang berisi alkohol 70% dan daun yang layu dimasukkan ke dalam air mendidih sehingga alkohol menjadi panas. Gantilah alkohol sampai daun tidak berwarna hijau lagi.	Jenis daun yang digunakan yaitu daun sirsak. Daun sirsak memiliki tekstur yang keras dan kaku sehingga tidak akan layu jika direndam dalam air panas. Tabung reaksi yang berisi daun dan alkohol diletakkan miring ketika dimasukkan ke gelas kimia yang berisi air mendidih. Alkohol panas tumpah dan masuk ke dalam air mendidih, kemudian menjalar ke api bunsen sehingga pada gelas kimia, daun dan tabung reaksi terdapat api.
		
		
P9	Sebelum matahari terbit, tutuplah sebagian daun tumbuhan dengan kertas karbon, biarkan terkena sinar matahari. Masukkan kedua bagian daun (potongan daun) ke dalam air panas hingga layu	Peneliti kebingungan menentukan waktu pemetikkan daun. Akhirnya peneliti memetik daun tersebut pada siang hari sebelum melakukan ujicoba. Jenis daun yang digunakan yaitu daun sirsak. Daun sirsak memiliki tekstur yang keras dan kaku sehingga tidak akan layu jika direndam dalam air panas.
		
P12	Pada sore hari tutuplah sebagian daun ketela pohon atau daun tumbuhan lain dengan menggunakan aluminium foil atau kertas timah. Petiklah daun setelah ditutup selama 6-12 jam	Jenis daun yang digunakan yaitu daun pacar air. Daun ditutup jam 5 sore. 12 jam setelah jam 5 sore yaitu jam 5 pagi daun dipetik. Setelah diujicoba sebanyak 2 kali, daun yang terkena cahaya matahari tidak menghasilkan warna biru kehitaman. Ini terjadi karena daun tidak terkena cahaya matahari ketika dipetik.
P14	Keluarkan daun dengan pinset, lalu masukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi alkohol. Rebus di air mendidih	Pada langkah kerja ini tidak ada instruksi untuk mengganti alkohol panas yang sudah berubah warna menjadi hijau. Hal ini menyebabkan proses pelarutan klorofil tidak sempurna dan membutuhkan waktu lebih lama.
P16	Masukkan daun ke gelas piala kecil yang berisi alkohol. Masukkan daun yang telah diberi penutup ke dalam tabung reaksi yang diisi dengan alkohol kemudian dididihkan dalam air yang telah mendidih.	Terdapat makna ambigu yang membuat peneliti kebingungan apakah proses pelarutan klorofil menggunakan tabung reaksi atau gelas piala. Akhirnya peneliti memilih menggunakan gelas piala karena lebih aman bagi keselamatan kerja.

Persentase perolehan skor pertanyaan fokus pada DKL fotosintesis SMP dan SMA sudah menunjukkan skor ideal (skor 3) yang artinya pertanyaan fokus yang jelas dapat diidentifikasi; termasuk konsep yang akan digunakan dan menunjukkan peristiwa utama dan objek yang menyertainya.

**Tabel 2.** Persentase Keberadaan Komponen Diagram Vee

Komponen Diagram Vee	Persentase (%)	
	SMP	SMA
Pertanyaan fokus	100	80
Objek/ <i>event</i>	93,75	100
Teori, prinsip, konsep	100	100
Catatan/transformatasi	31,25	40
Klaim pengetahuan	100	100

Untuk objek/*event*, persentase perolehan skor pada DKL SMP dan SMA belum menunjukkan skor ideal (skor

2) yang artinya *event* utama dengan objek yang menyertai dapat diidentifikasi, dan konsisten dengan pertanyaan fokus. Untuk DKL SMA, beberapa komponen objek/*event* SMA juga sudah menunjukkan skor ideal (skor 3) yang artinya *event* utama dengan objek yang menyertai dapat diidentifikasi, dan konsisten dengan pertanyaan fokus, serta menunjukkan catatan apa yang akan diambil.

Untuk teori, prinsip dan konsep, persentase perolehan skor pada DKL SMP dan SMA belum menunjukkan skor ideal. Pada DKL SMP menunjukkan skor 2, yang artinya terdapat konsep dan setidaknya satu jenis prinsip (konseptual dan metodologis) atau konsep dan teori yang relevan dapat diidentifikasi. Sedangkan pada DKL SMA menunjukkan skor 3, yang artinya konsep dan dua jenis prinsip dapat diidentifikasi, atau konsep, salah satu jenis prinsip, dan teori yang relevan dapat diidentifikasi. Ini artinya baik pada DKL SMP maupun DKL SMA pada umumnya terdapat teori, prinsip serta konsep yang dapat

memberikan dasar pada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan barunya atau sebagai dasar untuk pembelajaran lebih lanjut (Swami & Shield, 2006). Teori, prinsip dan konsep ini juga akan menunjang proses pencatatan data serta transformasi data, karena pemahaman mengenai teori, prinsip serta konsep merupakan pengetahuan awal yang akan membantu dan mengarahkan siswa untuk lebih mudah mengorganisasi data yang didapatkan sehingga data yang didapatkan dapat menunjang pembentukan klaim pengetahuan.

**Tabel 3.** Persentase Keberadaan Komponen Diagram Vee

Komponen Diagram Vee	Skor	Persentase (%)	
		SMP	SMA
Pertanyaan Fokus	0	0	20
	1	18	0
	2	13	20
	3	69	60
	4	6	0
Objek/ <i>Event</i>	1	0	20
	2	63	40
	3	31	40
	4	0	0
	0	0	0
Teori, Prinsip, Konsep	1	0	0
	2	81	40
	3	19	60
	4	0	0
	0	69	60
Catatan/ Transformasi	1	0	0
	2	31	40
	3	0	0
	4	0	0
	0	0	0
Klaim Pengetahuan	1	6	0
	2	69	60
	3	25	40
	4	0	0

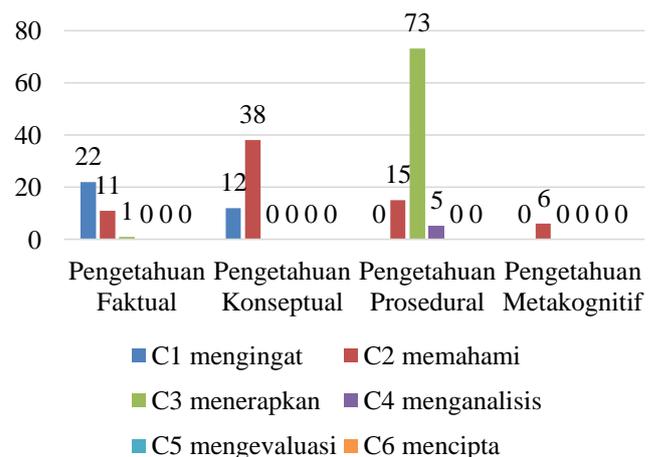
Untuk catatan/transformatasi, persentase perolehan skor pada DKL SMP dan SMA belum menunjukkan skor ideal (skor 0) yang artinya tidak ada catatan atau transformasi yang dapat diidentifikasi. Jika pada praktikum tidak terjadi proses pencatatan dan transformasi data, maka klaim pengetahuan yang dilakukan bisa menjadi salah atau tidak relevan dengan sisi konseptual Vee. Menurut Supriatno (2013), jika komponen catatan dan transformasi tidak dimiliki maka DKL tersebut kurang dapat meningkatkan self awareness siswa sehingga proses metakognitifnya untuk memahami dan memaknai hasil observasi tidak terfasilitasi. Selain itu, transformasi juga dapat menggambarkan pemahaman siswa mengenai suatu praktikum karena menurut Supriatno (2013), jika siswa tidak memahami hasil observasinya, maka bentuk transformasinya akan memperlihatkan hubungan konsep yang tidak tepat, sehingga prinsip yang akan terbentuk salah. Pernyataan ini bersesuaian dengan Novak dan Gowin (1984), yang menyatakan bahwa pencatatan data dan atau pentransformasian data ini dapat mengetahui sejauh mana siswa dapat mengkombinasikan teori, prinsip dan konsep yang mereka ketahui ke dalam rancangan catatan hasil pengamatannya. Padahal, dengan adanya perintah mencatat dan atau mentransformasikan data dapat membantu siswa dalam membentuk pengetahuannya dalam

menjawab pertanyaan fokus sehingga kegiatan praktikum akan lebih bermakna (Solihat, 2011).

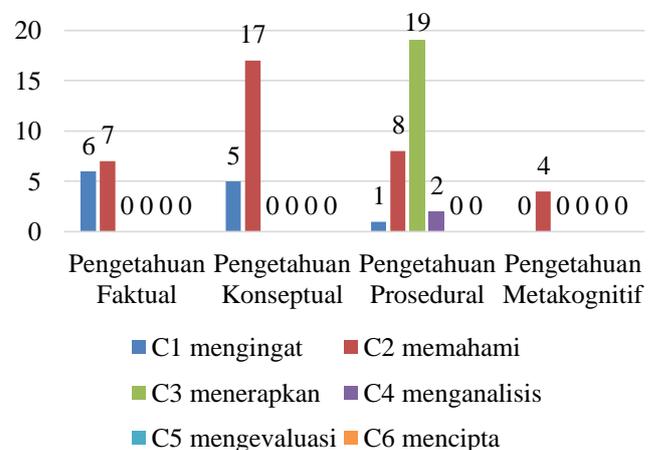
Untuk klaim pengetahuan, persentase perolehan skor pada DKL SMP dan SMA belum menunjukkan skor ideal (skor 0) yang artinya pengetahuan klaim mencakup konsep yang digunakan dalam konteks yang tidak tepat atau generalisasi yang tidak konsisten dengan catatan dan transformasi. Ini terjadi karena tidak adanya kegiatan pencatatan data dan atau transformasi data yang didapatkan dalam kegiatan praktikum.

### Analisis Kemunculan Proses Berpikir

Perbedaan kemunculan proses berpikir yang dituntut pada DKL SMP dan SMA disajikan pada Gambar 1 dan 2.



**Gambar 1.** Kemunculan Proses Berpikir Pada DKL SMP



**Gambar 2.** Kemunculan Proses Berpikir Pada DKL SMA

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 di atas, jenis pengetahuan yang dituntut pada DKL SMP dan SMA mencakup pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif. Sedangkan proses berpikir yang dituntut mencakup kategori C1 mengingat, C2 memahami, C3 menerapkan dan C4 menganalisis.

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 di atas, proses berpikir yang umumnya dituntut pada DKL SMP dan SMA mencakup pengetahuan prosedural C3 menerapkan (SMP=73 kata kerja; SMA=19 kata kerja). Pengetahuan prosedural ini penting karena dalam kegiatan praktikum siswa harus dapat mengeksekusi langkah kerja sesuai dengan instruksi yang tercantum dalam DKL. Jika siswa

tidak menguasai pengetahuan prosedural C3 menerapkan, maka siswa tidak dapat melakukan eksekusi langkah kerja yang akhirnya siswa tidak dapat melaksanakan kegiatan praktikum. Selain itu, dengan menguasai pengetahuan prosedural, siswa dapat menguasai pengetahuan faktual dan konseptual karena seringkali pengetahuan prosedural merupakan langkah-langkah untuk mendapatkan pengetahuan faktual dan pengetahuan konseptual (Anderson dan Krathwohl, 2010).

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis peneliti pada desain kegiatan laboratorium materi fotosintesis yang digunakan di SMP negeri dan SMA negeri di kota Bandung, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat permasalahan yang ditemukan pada saat uji langkah kerja desain kegiatan laboratorium fotosintesis jenjang SMP dan SMA. Permasalahan yang dialami saat uji Ingenhousz yaitu pemasangan perangkat percobaan, penambahan  $\text{NaHCO}_3$ , air panas dan es batu, penentuan waktu pengamatan, serta proses uji bara api. Sedangkan permasalahan yang dialami saat uji Sachs yaitu waktu pemetikkan daun, proses perebusan daun, pelarutan klorofil, penggunaan tabung reaksi pada proses pelarutan klorofil, tidak munculnya warna biru kehitaman pada daun yang terkena cahaya matahari, keluarnya daun dari tabung reaksi dan terbakarnya tabung reaksi pada saat pelarutan klorofil, serta pemilihan jenis daun. Permasalahan-permasalahan yang muncul dapat mempengaruhi struktur diagram Vee terutama pada komponen objek/*event*.

Pada umumnya struktur desain kegiatan laboratorium materi fotosintesis yang digunakan di SMP dan SMA negeri di kota Bandung sudah mengacu pada struktur diagram Vee. Berdasarkan hasil analisis, komponen diagram Vee yang umumnya muncul pada desain kegiatan laboratorium SMP dan SMA yaitu pertanyaan fokus, objek/*event*, teori, prinsip dan konsep serta klaim pengetahuan, sedangkan komponen yang umumnya belum muncul yaitu catatan/transformatasi. Meskipun struktur desain kegiatan laboratorium SMP dan SMA sudah mengikuti diagram Vee, nilai masing-masing untuk setiap komponen diagram Vee yang didapatkan desain kegiatan laboratorium SMP dan SMA belum mencapai skor ideal, sehingga desain kegiatan laboratorium fotosintesis yang umumnya digunakan di SMP dan SMA negeri di kota Bandung belum sempurna menunjang proses konstruksi pengetahuan.

Tingkat kognitif yang dituntut baik pada desain kegiatan laboratorium SMP maupun desain kegiatan laboratorium SMA masih berada pada tingkatan rendah, tetapi untuk jenjang SMP sudah sesuai dengan tuntutan kompetensi dasar. Sedangkan pada jenjang SMA, tingkat kognitif yang dituntut tidak sesuai dengan kompetensi dasar. Baik pada desain kegiatan laboratorium SMP maupun SMA, tingkat kognitif yang dituntut umumnya lebih dominan pada C1 mengingat, C2 memahami dan C3 menerapkan. Tingkat kognitif dominan yang dituntut baik

pada desain kegiatan laboratorium SMP maupun desain kegiatan laboratorium SMA sama yaitu pengetahuan prosedural kategori C3 menerapkan.

#### REFERENSI

- Alvarez & Risko. (2007). *The Use Of Vee Diagrams With Third Graders As A Metacognitive Tool For Learning Science Concepts*. Department of Teaching and Learning Presentations: Tennessee State University.
- Anderson & Krathwohl. (2010). *Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran dan Asesmen*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Gratia, M.L. (2011). *Analisis Penerapan Metakognitif Pada Desain Kegiatan Laboratorium Respirasi Serangga di SMA Menggunakan Diagram Vee*. Skripsi Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI: Tidak diterbitkan.
- Millar, R. (2004). *The Role of Practical Work in The Teaching and Learning of Science*. Washington DC. National Academy of Sciences.
- Novak & Gowin. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.
- Rasyida, N. (2010). *Analisis Tujuan, Proses dan Pertanyaan Desain Kegiatan Laboratorium Pada Konsep Fotosintesis*. Skripsi Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI: Tidak diterbitkan.
- Solihat, L.S. (2011). *Analisis Penerapan Metakognitif pada Desain Praktikum Konsep Alat Indera di SMA Menggunakan Diagram Vee*. (Skripsi). Skripsi Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI: Tidak diterbitkan.
- Sudargo, F. & Asiah, S. (2009). *Pembelajaran Biologi berbasis Praktikum untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan KPS Siswa SMA*. [Online]. Tersedia: <https://bit.ly/2N8sqVe> [1 September 2015].
- Sudesti, R., Sudargo, F. & Kusumastuti, M.N. (2014). *Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP pada Subkonsep Difusi Osmosis*. [Online]. Tersedia: <http://repository.upi.edu/4160/> [1 September 2015].
- Suparno, P. (2000). *Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget*. Yogyakarta: Kanisius.
- Supriatno, B. (2009). *Uji Langkah Kerja Laboratorium Sekolah*. Prosiding Seminar Nasional Biologi: Inovasi dan Pendidikan Biologi dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia, 255-261.
- Supriatno, B. (2013). *Pengembangan Program Perkuliahan Pengembangan Praktikum Biologi Sekolah Berbasis ANCORB untuk Mengembangkan Kemampuan Merancang dan Mengembangkan Desain Kegiatan Laboratorium*. Disertasi Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI: Tidak diterbitkan.
- Swami & Shields. (2006). *Gowin's Knowledge Vee: Using To Improve Preservice Teachers Ability for Conducting and Directing Science*. [Online]. Tersedia: <https://bit.ly/2OioUMA> [1 September 2015].