

BAB II

ANALISIS PENERAPAN METAKOGNITIF PADA DESAIN PRAKTIKUM KONSEP FOTOSINTESIS DI SMA MENGGUNAKAN DIAGRAM VEE

A. Pengertian Metakognitif

Metakognitif merupakan kata sifat dari metakognisi. Metakognisi berasal dari kata *metakognition* dengan prefik “meta” dan kata “kognisi”. Meta berasal dari bahasa Yunani yang berarti setelah, melebihi atau di atas. Secara umum kognisi diartikan sebagai apa yang diketahui serta dipikirkan oleh seseorang. Gambaran klasik mengenai kognisi meliputi “*higher mental process*” seperti pengetahuan kesadaran, intelegensi, pikiran, imajinasi, daya pikir, perencanaan, penalaran, penyimpulan, pemecahan masalah, pembuatan konsep, dan klasifikasi.

Metakognitif merupakan pengetahuan mengenai dirinya sendiri meliputi kelebihan serta kekurangannya dan strategi yang dimilikinya untuk melaksanakan kegiatan belajarnya sehingga dapat menyelesaikan tugas dengan baik serta melaksanakan kegiatan belajar dengan efektif karena orang tersebut memahami dengan apa yang sedang, dan harus dilakukannya. Metakognitif merupakan elemen yang penting dalam pengembangan teori belajar sepanjang hayat (*theory of lifelong learning*), dan dapat meningkatkan pembelajaran lebih efektif. Tanpa adanya kemampuan metakognitif maka pembelajaran menjadi tidak bermakna,

atau dapat bermakna namun membutuhkan usaha yang lebih banyak dan kurang efektif. Wallis (dalam Cornford, 2002) menyatakan bahwa kemampuan metakognitif meliputi perencanaan, monitoring, dan evaluasi merupakan hal yang penting dalam pembentukan penampilan, kemampuan profesional dalam dunia kerja.

Menurut Blakey & Spence (dalam Anatahime, 2009), strategi untuk mengembangkan metakognitif adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi “apa yang kita ketahui dan tidak kita ketahui”.
2. Membahas tentang berpikir.
3. Membuat catatan hasil pemikiran.
4. Merencanakan dan melakukan pengaturan diri.
5. Menjelaskan tentang proses berpikir.
6. Evaluasi

Hal tersebut perlu dikembangkan agar siswa dapat memonitor pemahaman mereka mengenai apa yang sedang dipelajari, siswa bertanya pada diri mereka sendiri apakah mereka memahami apa yang sedang mereka pelajari dan pikirkan. Siswa juga bertanya pada dirinya sendiri apakah mereka mengenali atau mengetahui apa yang mereka pikirkan.

Berdasarkan karakteristik bahwa proses yang dilakukan berupa tindakan untuk menyadarkan kemampuan kognitif siswa, maka proses ini merupakan keterampilan metakognitif. Siswa dipandu untuk dapat

menyadari apa yang mereka ketahui dan apa yang tidak mereka ketahui serta bagaimana mereka memikirkan hal tersebut dapat diselesaikan.

Huitt (1997) menyatakan bahwa metakognisi meliputi kemampuan untuk bertanya dan menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti:

1. Apa yang saya ketahui tentang topik ini?.
2. Apakah yang perlu saya ketahui?
3. Apakah saya tahu dimana mendapatkan informasi yang dibutuhkan?
4. Apa strategi dan taktik yang dapat digunakan?

Brown (dalam Lin, 2001) menyatakan bahwa seseorang yang telah memiliki kemampuan metakognitif mengalami perkembangan dalam memahami kelebihan serta kekurangan dirinya, tugas belajar, dan konteks sosial. Secara keseluruhan berdasarkan pendapat-pendapat yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat dikatakan bahwa desain praktikum yang menerapkan metakognitif lebih dominan dapat memonitor kesadaran pengetahuan, strategi, dan proses berpikir diri sendiri melalui pertanyaan-pertanyaan. Pertanyaan tersebut pada hakikatnya adalah pertanyaan yang memandu proses berpikir secara mandiri dan dapat muncul dari diri sendiri.

B. Metakognitif dalam Praktikum

Berdasarkan pendapat Blakey & Spence (1990), dan Huitt (1990) ketika metakognitif mendasari desain praktikum yang digunakan oleh para siswa maka secara otomatis siswa akan aktif dalam proses berpikir sehingga memberikan efek bagi siswa untuk berinteraksi baik secara eksternal maupun internal.

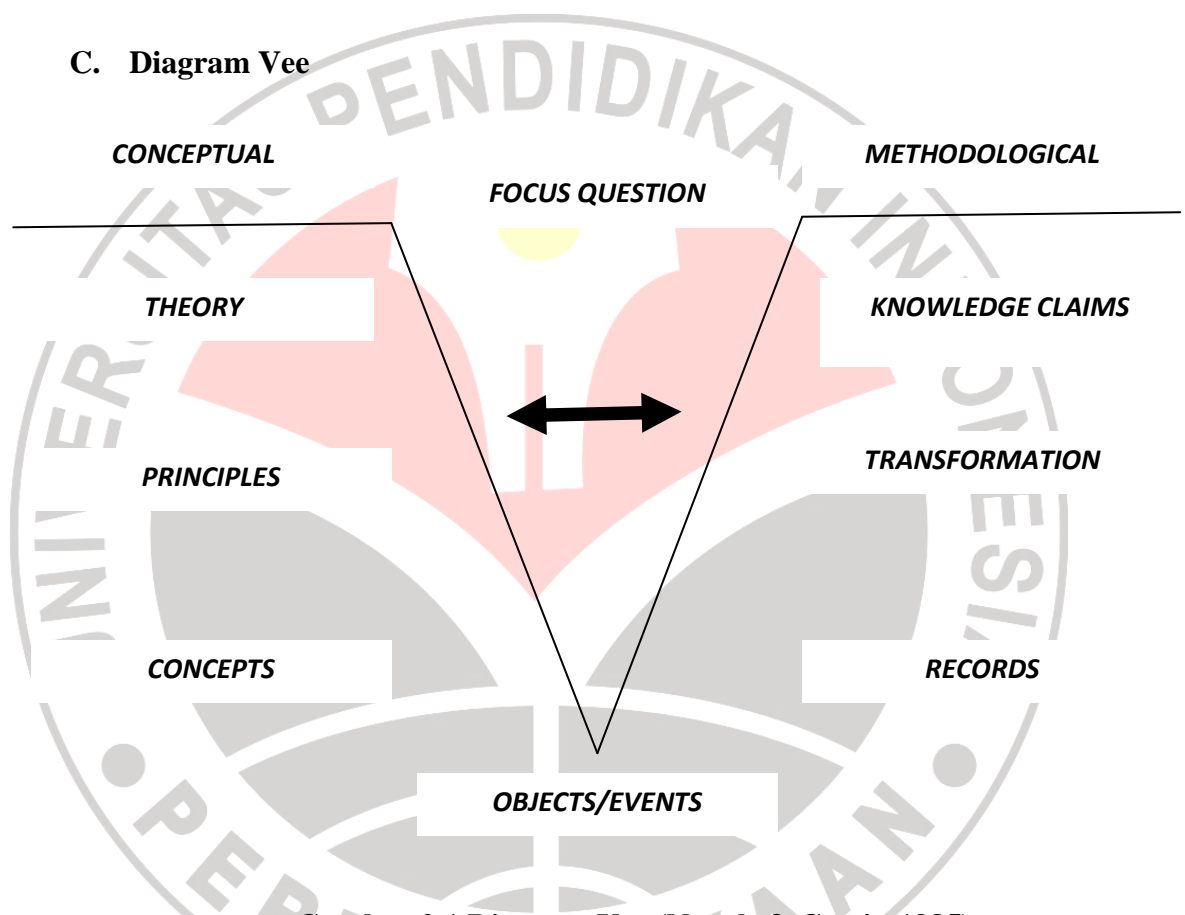
Desain praktikum yang telah menerapkan metakognitif dapat berperan dalam memfasilitasi siswa dalam menyadari dan mengontrol proses interaksi antara proses berpikirnya dengan kegiatan praktikum yang sedang dilakukannya sehingga dapat membangun pengetahuan baru dengan mengintegrasikan ide-ide dalam pikirannya berdasarkan pengetahuan awal (*prior knowledge*) yang telah dimilikinya.

Metakognitif dalam kegiatan praktikum dibutuhkan oleh para siswa sehingga siswa tersebut dapat menyadari terhadap objek maupun peristiwa yang terjadi serta dapat menentukan mana yang harus dicatat dengan didasari oleh pengetahuan yang telah dimilikinya maka dapat mentransformasikan objek maupun peristiwa tersebut baik kedalam bentuk grafik, tabel, diagram dan lain-lain.

Desain praktikum yang telah menerapkan metakognitif pada akhir kegiatan praktikum dapat menuntun terbentuknya *knowledge claim* berdasarkan hasil observasinya untuk menjawab *focus question* yang mengarahkan kegiatan praktikum serta menghubungkan antara kegiatan berpikirnya dengan kegiatan yang dilakukannya.

Konsep, prinsip, maupun teori juga dapat dibangun melalui desain praktikum yang telah menerapkan metakognitif. Adapun cara yang digunakan untuk menerapkan metakognitif pada desain praktikum dapat menggunakan diagram Vee yang akan dibahas selanjutnya.

C. Diagram Vee



Gambar 2.1 Diagram Vee (Novak & Gowin,1985)

Diagram di atas dapat digunakan oleh para siswa untuk memahami struktur pengetahuan dan konstruksi pengetahuan. Diagram Vee sebagai perangkat metakognitif dapat membantu siswa untuk membentuk hubungan yang eksplisit antara pengetahuan sebelumnya dengan pengetahuan baru siswa tersebut.

Diagram Vee terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian kiri (*conceptual side*) meliputi konsep, prinsip, dan teori serta bagian kanan (*methodological side*) meliputi *records*, *transformation*, dan *knowledge claims*. Kedua bagian tersebut saling berhubungan atau dapat berinteraksi secara aktif dengan adanya pertanyaan utama (*focus question*) karena dapat menghubungkan antara kegiatan praktikum yang sedang dilakukan oleh siswa dengan proses berpikirnya.

Adapun pengetahuan awal dapat digunakan untuk mencari jawaban terhadap *focus question* pada desain praktikum. Pengetahuan atau gagasan siswa mengenai peristiwa alam perlu dibuktikan kebenarannya melalui serangkaian pengamatan terhadap objek dan peristiwa (yang terdapat pada bagian bawah diagram Vee).

Pada sisi metodologi (*methodological side*) berisikan catatan yang harus dibuat sehingga memerlukan pertimbangan mengenai konsep yang relevan, di sini terlihat bahwa antara konsep dengan catatan terdapat keterkaitan. Catatan diperlukan untuk mengorganisasikan objek maupun peristiwa yang diamati untuk menjawab *focus question*. Jika catatan tidak sesuai dengan konsep akan terlihat pada proses transformasi yang keliru sehingga *knowledge claim* yang terbentuk tidak tepat.

Dengan demikian, desain praktikum yang dikembangkan berdasarkan diagram Vee dapat memfasilitasi siswa dalam mengembangkan kemampuan metakognitifnya. Berikut akan dipaparkan

mengenai deskripsi dan skor untuk setiap komponen diagram Vee (Gambar 2.1).

D. Skoring dan Deskripsi Diagram Vee

Setiap komponen pada diagram Vee memiliki skor masing-masing dengan skala 0-3 atau dari 0-4 yang diadopsi dari Novak & Gowin (1985) adalah sebagai berikut:

1) *Focus Question*

Tabel 2.1 *Focus Question*

<i>Focus Question</i>		
NO	Kriteria	Skor
1	Tidak ada <i>focus question</i> yang dapat diidentifikasi.	0
2	<i>Pertanyaan (question)</i> dapat diidentifikasi, tetapi tidak memfokuskan kepada hal utama yang berkaitan dengan objek dan peristiwa (<i>events</i>) atau tidak mengandung bagian konseptual terutama prinsip.	1
3	<i>Focus question</i> dapat diidentifikasi serta mengandung bagian konseptual tetapi tidak mendukung kepada observasi objek atau peristiwa utama.	2
4	<i>Focus question</i> dengan jelas dapat diidentifikasi; meliputi bagian konseptual yang dapat digunakan serta mendukung peristiwa utama dan memperkuat objek.	3

Focus question dalam desain praktikum dapat berupa pertanyaan yang mengarahkan pada hasil yang harus diperoleh oleh para siswa setelah melaksanakan kegiatan laboratorium.

Dengan kata lain *focus question* mengarahkan kepada tujuan kegiatan praktikum.

Focus question menuntut terbentuknya jawaban dan untuk mendapatkan jawaban yang valid maka dalam melaksanakan kegiatan praktikum membutuhkan pengetahuan awal sehingga kegiatan praktikum berhasil. Jika siswa tidak memiliki pengetahuan awal yang mendukung terjawabnya *focus question*, maka ia akan menyadari terhadap salah satu kekurangannya.

Hal tersebut menunjukkan bahwa *focus question* selain mengarahkan tujuan yang harus dicapai juga meningkatkan kesadaran siswa, yang mana kesadaran diri (*self awarness*) merupakan salah satu ciri dari metakognitif. Contohnya yaitu “Mengapa daun yang melakukan fotosintesis setelah ditetesi iodin menjadi berwarna hitam?”.

2) *Objects / Event*

Objek maupun peristiwa merupakan fakta yang ditemukan selama kegiatan praktikum berlangsung. Fakta merupakan semua pengetahuan yang telah diketahui oleh manusia namun belum terorganisasikan secara sistematis.

Dalam suatu fakta terdapat konsep-konsep dan prinsip yang digunakan untuk menguraikan suatu kejadian, bahkan

mungkin dikemukakan hukum-hukum yang melahirkan suatu teori. Contohnya ketika para siswa melakukan kegiatan praktikum fotosintesis, objek-objek yang dapat diobservasi meliputi warna daun, dan jumlah gelembung oksigen yang dihasilkan. Sedangkan peristiwa yang dapat diobservasi yaitu reaksi antara amilum yang dihasilkan daun yang melakukan fotosintesis setelah ditetesi dengan iodin akan menghasilkan reaksi warna hitam. Selain itu juga pada percobaan Ingenhousz, peristiwa yang dapat diobservasi yaitu pengaruh intensitas cahaya terhadap jumlah gelembung oksigen yang terbentuk.

Tabel 2.2 *Objects/Event*

<i>Objects/Event</i>		
NO	Kriteria	Skor
1	Tidak ada objek atau peristiwa yang dapat diidentifikasi.	0
2	Peristiwa utama atau objek dapat diidentifikasi dan konsisten dengan <i>focus question</i> , atau peristiwa dan objek dapat diidentifikasi tetapi tidak konsisten dengan <i>focus question</i> .	1
3	Peristiwa utama disertai dengan objek dapat diidentifikasi dan konsisten dengan <i>focus question</i> .	2
4	Sama dengan yang di atas, tetapi juga mendukung dengan apa yang akan ditulis.	3

3) *Theory, Principles, and Concepts*

Menurut Rustaman *et al.* (2005) menyatakan bahwa konsep merupakan suatu abstraksi yang menggambarkan ciri-ciri, karakter atau atribut yang sama dari sekelompok objek

dari suatu fakta, baik merupakan suatu proses, peristiwa, benda atau fenomena di alam yang merupakan suatu proses, peristiwa, benda, atau fenomena di alam yang membedakannya dari kelompok lainnya.

Menurut Flavel (dalam Dahar, 1989) bahwa konsep-konsep memiliki tujuh dimensi, yaitu dimensi atribut, struktur, keabstrakan, keinklusan, keumuman, ketepatan, dan kekuatan. Misalnya fotosintesis, tanaman, daun, air, dan lain-lain.

Prinsip merupakan gabungan atau hubungan dari konsep-konsep dalam hubungan tertentu. Terdapat empat tipe dasar hubungan yang dinyatakan dalam prinsip: sebab akibat (*cause and effect*), korelasional (*corelational*), peluang (*probability*), dan aksioma (*axiomatic*). Contoh: panjang gelombang cahaya akan mempengaruhi fotosintesis. Pada umumnya teori lebih luas dan inklusif daripada prinsip dan mencakup banyak konsep yang spesifik serta prinsip.

Contoh konsep-konsep yang terlibat dalam praktikum fotosintesis yaitu: daun, cahaya matahari, amilum, dan iodin. Adapun contoh dari prinsipnya yaitu “amilum dapat terbentuk pada daun yang melakukan fotosintesis”. Selain itu, contoh dari teori yang dapat terlibat pada kegiatan praktikum ini yaitu teori Max Plank mengenai panjang gelombang atau teori foton.

Pada suatu praktikum dapat mengandung konsep, prinsip, dan teori. Namun ketiga komponen tersebut terkadang tidak seluruhnya dapat ditemukan dalam desain kegiatan praktikum tersebut.

Contoh desain praktikum yang telah memiliki konsep-konsep, dua bentuk prinsip (*conceptual side* dan *methodological side*), serta teori yaitu terdapat beberapa konsep meliputi daun, amilum, cahaya matahari, dan iodine. Sedangkan dua bentuk prinsipnya yaitu cahaya matahari dibutuhkan dalam kegiatan fotosintesis. Prinsip ini merupakan bentuk dari *conceptual side* karena mendukung dalam melaksanakan kegiatan praktikum.

Adapun contoh dari bentuk prinsip yang merupakan *methodological side* yaitu amilum dihasilkan oleh daun yang melakukan fotosintesis. Prinsip tersebut merupakan bentuk *methodological side* karena terbentuk setelah kegiatan praktikum dilaksanakan dan dapat merupakan *knowledge claimnya*.

Sedangkan teori yang dapat terlibat pada kegiatan praktikum sebagaimana telah disebutkan yaitu teori foton. Teori tersebut akan terlibat jika desain praktikumnya mengarahkan kepada pengaruh intensitas cahaya fotosintesis yang dapat dilakukan dengan mengubah variabel cahaya

matahari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang berbeda-beda.

Tabel 2.3. *Theory, Principles, and Concepts*

<i>Theory, Principles, and Concepts</i>		
NO	Kriteria	Skor
1	Tidak ada bagian konseptual yang dapat diidentifikasi.	0
2	Sedikit konsep yang dapat diidentifikasi, tetapi tanpa prinsip-prinsip serta teori, atau sebuah prinsip yang tertulis merupakan pengetahuan yang diperoleh dari kegiatan laboratorium.	1
3	Konsep-konsep dan kurang lebih satu prinsip (konseptual atau metodologi) atau konsep-konsep dan sebuah teori yang relevan dapat diidentifikasi.	2
4	Konsep-konsep dan dua jenis prinsip dapat diidentifikasi, atau konsep-konsep, satu prinsip, dan sebuah teori yang relevan dapat diidentifikasi.	3
5	Konsep-konsep, dua bentuk prinsip, dan teori yang relevan dapat diidentifikasi.	4

4) *Records / Transformation*

Pada tahap *records* atau pencatatan dapat menunjukkan frekuensi data yang diobservasi namun belum memiliki makna. Catatan tersebut akan menjadi bermakna setelah dianalisis, maka pada tahap ini terlihat bahwa diagram Vee dapat mengembangkan kemampuan analisis.

Selain itu, sebelum siswa mencatat data maupun peristiwa harus mempertimbangkannya terlebih dahulu sehingga sesuai dengan tujuan yang diharapkan dalam desain praktikum. Hal tersebut dapat tercapai jika siswa telah

memiliki pengetahuan awal dan mampu menerapkannya juga dalam perolehan pengetahuan baru.

Contoh dari kegiatan pencatatan yaitu: NaHCO_3 dan cahaya matahari dapat mempengaruhi jumlah gelembung oksigen yang dihasilkan.

Transformasi data dapat menggambarkan hubungan antar konsep dengan konsep yang lainnya. Dalam penentuan bentuk transformasi yang paling tepat, baik kedalam bentuk tabel, grafik, charta, maupun secara statistik dipengaruhi oleh pengetahuan awal siswa.

Pengaruh transformasi data dalam desain praktikum dapat menunjang pembentukan pengetahuan baru oleh siswa secara mandiri serta memonitor terhadap pengetahuannya sendiri.

Dengan demikian, transformasi dapat memfasilitasi siswa dalam mengembangkan metakognitif juga karena pembentukan membutuhkan metaanalisis. Transformasi dapat mempermudah pembentukan *knowledge claims*.

Contoh dari transformasi data pencatatan ke dalam bentuk tabel hasil pengamatan di bawah ini.

Tabel 2.4. Contoh Hasil Pengamatan

NO	Perangkat Percobaan	Jumlah Gelembung
1	Di tempat teduh	
2	Di tempat terang	
3	Di tempat terang+NaHCO ₃	

Tabel 2.5 Records/Transformations

<i>Records/Transformations</i>		
NO	Kriteria	Skor
1	Tidak ada kegiatan pencatatan atau transformasi dapat diidentifikasi.	0
2	Kegiatan pencatatan dapat diidentifikasi, tetapi tidak konsisten dengan pertanyaan utama atau kegiatan utama.	1
3	Kegiatan pencatatan atau transformasi atau peristiwa dapat diidentifikasi	2
4	Kegiatan pencatatan dapat diidentifikasi dan sesuai dengan peristiwa utama: transformasi tidak konsisten dengan <i>focus question</i> .	3
5	Kegiatan pencatatan dapat diidentifikasi pada kegiatan utama: transformasi konsisten dengan <i>focus question</i> dan tingkat kualitas serta kemampuan siswa.	4

5) *Knowledge Claims*

Knowledge claims dapat terbentuk berdasarkan hasil observasi siswa terhadap objek maupun peristiwa yang terjadi selama kegiatan praktikum. Perbedaan data maupun peristiwa yang diamati akan menghasilkan *knowledge claim* yang berbeda pula.

Objek maupun peristiwa merupakan akar terbentuknya *knowledge claims*. Dengan demikian menunjukkan bahwa pengetahuan berasal dari hasil observasi terhadap objek dan peristiwa alam.

Jika para siswa tidak dapat menentukan objek maupun peristiwa yang harus diamati atau tidak terampil dalam melakukan observasi maka *knowledge claim* yang tepat tidak akan terbentuk. Maka desain praktikum yang mengandung tuntutan pembentukan *knowledge claim* akan meningkatkan keterampilan dalam menentukan strategi yang harus dilakukan siswa untuk menyelesaikan tugas belajarnya.

Tabel 2.6 Knowledge Claim

<i>Knowledge Claim</i>		
NO	Kriteria	Skor
1	Tidak ada <i>knowledge claim</i> yang dapat diidentifikasi.	0
2	<i>Knowledge claim</i> tidak sesuai bagian kiri diagram Vee.	1
3	<i>Knowledge claim</i> tidak konsisten dengan data dan atau peristiwa yang dicatat dan ditransformasikan atau <i>knowledge claim</i> sudah mengandung <i>conceptual side</i> .	2
4	<i>Knowledge claim</i> mengandung konsep-konsep yang sesuai dengan <i>focus question</i> dan sesuai dengan hasil pencatatan dan transformasi.	3
5	Sama dengan yang diatas, tetapi <i>knowledge claim</i> mengarah kepada pembentukan <i>focus question</i> yang baru.	4

Contoh *knowledge claim* yang memiliki skor empat yaitu;

NaHCO_3 dapat mempengaruhi kecepatan oksigen. *Knowledge*

claim tersebut dapat mengarahkan kepada pembentukan *focus question* yang baru yaitu: pada konsentrasi berapakan NaHCO_3 akan meningkatkan kecepatan maksimum fotosintesis?.

E. Kegiatan Praktikum

Woolnough & Allsop (dalam Rustaman *et al.* 2005), mengemukakan empat alasan mengenai pentingnya kegiatan praktikum IPA. Kegiatan praktikum harus dapat membangkitkan motivasi belajar IPA, praktikum mengembangkan keterampilan dasar melakukan eksperimen, praktikum menjadi wahana belajar dengan pendekatan ilmiah, dan praktikum menunjukkan materi pelajaran.

Kegiatan praktikum berperan untuk membantu siswa menghubungkan antara dua ranah pengetahuan yaitu objek atau fenomena yang teramati dan ranah gagasan atau ide (Millar, 2004).

Praktikum juga digunakan untuk memancing ketertarikan siswa terhadap Biologi karena mereka dapat memperoleh informasi melalui kegiatan yang dilakukannya sendiri.

Pada kenyataannya guru sains banyak mempermasalahkan efektifitas kegiatan praktikum, hal ini diungkapkan oleh Hodson (dalam Millar, 2004) bahwa kegiatan praktikum hanya menjadi kegiatan yang membingungkan dan tidak produktif, serta tidak menghasilkan sesuatu yang mempunyai makna.

Hal tersebut dapat disebabkan oleh desain praktikum yang tidak sesuai dengan apa yang seharusnya dilakukan untuk mendapatkan konsep atau prinsip tertentu. Selain itu, desain praktikum tidak mengembangkan metakognitif siswa sehingga mereka tidak dapat menciptakan keterkaitan antara pengetahuan sebelumnya dengan pengetahuan baru serta antara apa yang ada di dalam pikiran siswa dengan kegiatan praktikum yang dilakukannya.

F. Desain Praktikum

Pengelolaan kelas dan kegiatan laboratorium merupakan kegiatan penting dalam pembelajaran Biologi. Oleh karena itu dalam pengelolaannya perlu dilakukan secara tepat dan terencana. (Rustaman *et al.* 2005). Pengelolaan belajar di kelas agar tepat maka harus disusun sebuah rencana pembelajaran sebagai prosedur pelaksanaan. Walaupun di lapangan sering terjadi ketidaksesuaian antara yang telah tertulis dalam RPP sehingga menyebabkan rendahnya hasil belajar siswa.

Kegiatan laboratorium juga memiliki kedudukan yang sama pentingnya dengan kegiatan belajar di kelas, maka demi tercapainya keberhasilan kegiatan laboratorium tersebut dibutuhkan sebuah rencana kegiatan praktikum. Adapun rencana kegiatan praktikum tersebut berupa desain praktikum yang terdapat pada berbagai LKS yang digunakan di sekolah, buku paket, maupun yang ditulis secara internal oleh guru Biologi di sekolah masing-masing.

Desain praktikum merupakan sebuah rencana kegiatan praktikum, oleh karena itu masih memungkinkan terjadinya perubahan-perubahan atau ketidaksesuaian antara desain praktikum dengan kegiatan laboratorium yang dilaksanakan. Sebagaimana kegiatan belajar di kelas yang tidak sesuai dengan yang tertulis dalam RPP.

Analisis desain praktikum dalam penelitian ini menggunakan diagram Vee, karena diagram tersebut berdasarkan pendapat dari Novak & Gowin (1985) dapat dijadikan prosedur pelaksanaan kegiatan laboratorium. Selain itu, diagram Vee juga dapat digunakan untuk menganalisis penerapan metakognitif dalam desain praktikum yang dianalisis karena "*diagram Vee is a tool for metacognitive*" diagram Vee merupakan perangkat metakognitif.

Adapun yang dianalisis dalam desain praktikum meliputi *focus question, object, peristiwa (events), records, transformation, knowledge claims, theory, concept, dan principles*. Komponen-komponen yang telah disebutkan merupakan komponen yang terdapat dalam diagram Vee serta dapat menunjang pengembangan metakognitif.

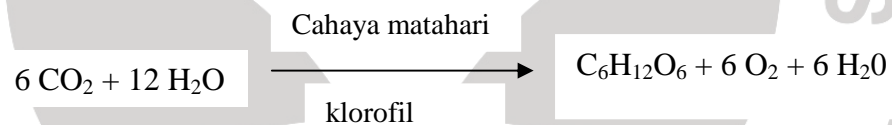
G. Materi Fotosintesis

Fotosintesis berasal dari kata *foto* artinya cahaya, *sintesis* artinya penyusunan. Fotosintesis adalah peristiwa penyusunan zat organik (gula) dari zat anorganik (air, karbon dioksida) dengan menggunakan energi

cahaya. Bahan baku yang digunakan adalah zat karbon dioksida (CO_2) maka disebut juga dengan asimilasi zat karbon.

Fotosintesis terjadi pada tumbuhan berklorofil pada waktu siang hari, tetapi fotosintesis juga dapat terjadi pada malam hari asalkan ada cahaya dengan intensitas tertentu. Proses fotosintesis berlangsung pada tilakoid yang terletak pada kloroplas.

Fotosintesis adalah mengolah karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) menjadi glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan gas oksigen (O_2) dengan bantuan cahaya matahari. Tumbuhan memperoleh karbon dioksida yang masuk melalui stomata berasal dari udara bebas dan air dari dalam tanah. Secara singkat, persamaan reaksi fotosintesis yang terjadi di alam dapat dituliskan sebagai berikut :



Fotosintesis merupakan reaksi yang sangat kompleks, bukan reaksi tunggal tetapi terdiri dari dua tahap yaitu reaksi terang (bagian *foto* dari fotosintesis) dan siklus Calvin (bagian dari *sintesis*). Menurut Campbell (2002) proses fotosintesis terdapat dua tahapan yaitu sebagai berikut :

1) Reaksi Terang

Proses terjadinya reaksi terang pada grana, pada tahap ini foton (cahaya) ditangkap oleh klorofil yang digunakan untuk memecahkan air menjadi hidrogen dan oksigen yang disebut dengan fotolisis. Reaksinya adalah sebagai berikut :



2) Reaksi Gelap (Siklus Calvin)

Pada proses ini terjadi pengikatan karbondioksida di dalam daun. Karbon dioksida bergabung dengan ion hidrogen yang dihasilkan dari reaksi terang untuk membentuk glukosa.

Menurut Dwijdjoseputro (1983) dalam kegiatan praktikum yang bisa teramati oleh siswa dari konsep fotosintesis melalui berbagai praktikum adalah sebagai berikut:

- a. **Engelmann (1883)**, membuktikan bahwa fotosintesis: memerlukan cahaya, memerlukan klorofil (tumbuhan hijau), membebaskan O_2 , menggunakan tumbuhan *Spirogyra sp* dan *Bacterium thermo*.
- b. **Gustav Julius von Sachs (1862)**, membuktikan bahwa fotosintesis: memerlukan cahaya, memerlukan klorofil (tumbuhan hijau), menghasilkan amilum yang diuji dengan larutan iodium.
- c. **Jan Ingenhousz (1779)**, membuktikan bahwa fotosintesis: membebaskan O_2 berupa gelembung-gelembung udara pada saat terang, memerlukan cahaya, CO_2 sebagai sumber karbon, memerlukan klorofil (tumbuhan hijau), menggunakan tumbuhan *Hydrilla verticillata*.

d. Joseph Priestley (1772), membuktikan bahwa fotosintesis: mengeluarkan O_2 ke atmosfer jika tanaman terpapar cahaya, menggunakan tikus dalam botol yang di tempatkan bersama dengan tanaman.

e. Babtista van Helmont (1577 -1644), membuktikan bahwa: pertumbuhan tanaman memerlukan air, dan menggunakan tanaman Willow.

f. Robert Meyer (1842), membuktikan bahwa fotosintesis: memerlukan energi matahari, memerlukan klorofil (tumbuhan hijau), terjadi pengubahan energi cahaya menjadi energi kimia.

g. FF. Blackman (1905), membuktikan bahwa fotosintesis: adanya reaksi terang dan reaksi gelap, reaksi terang terjadi di kloroplas bagian grana dan memerlukan cahaya. Disebut juga dengan proses fotolisis yaitu proses penguraian air, terjadi pengubahan energi matahari menjadi energi kimia, reaksi gelap terjadi di kloroplas bagian stroma dan tidak memerlukan cahaya, walaupun terjadi pada daerah yang terang. Reaksi gelap disebut juga dengan fiksasi karbondioksida ke dalam daun dan menggunakan energi dari reaksi terang serta membutuhkan enzim-enzim untuk prosesnya.

h. Robert Hill (1937), membuktikan bahwa fotosintesis: membebaskan O₂ dan memerlukan klorofil (tumbuhan hijau).

Russell (2004) mengemukakan bahwa topik fotosintesis merupakan sentral topik dalam kurikulum pembelajaran biologi. Russel mengatakan bahwa fotosintesis merupakan topik yang menantang bagi para guru karena: 1) konsep yang sangat kompleks dan sulit, bahkan memungkinkan terjadinya miskonsepsi pada siswa, 2) siswa kesulitan untuk memvisualisasikan proses yang ada didalamnya, dan 3) terbatasnya kegiatan praktikum yang representatif untuk menjelaskan konsep fotosintesis.

Selain itu bahwa fotosintesis penting untuk difahami karena merupakan dasar dalam memahami bagaimana alam ini dapat bekerja menjadi sebagai sebuah ekosistem. Fotosintesis terdiri dari lima konsep utama yaitu: pembebasan oksigen oleh tumbuhan, respirasi, autotrof, makanan, dan penggunaan energi matahari. Pemahaman konsep-konsep tersebut dapat membantu dalam memahami hubungan mutual antar berbagai organisme, yang mana pemahaman tersebut merupakan salah satu tujuan dalam pembelajaran Biologi.

Adapun desain praktikum konsep fotosintesis yang dikembangkan dengan mengacu pada Diagram Vee memiliki komponen-komponen sebagai berikut:

- 1) Pertanyaan utama (*focus question*) misalnya: “Bagaimana pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap fotosintesis?”. Pertanyaan tersebut menjadi acuan siswa untuk merangkai langkah-langkah kegiatan praktikum, dan menuntun dalam mengobservasi objek maupun peristiwa.
- 2) Objek/peristiwa yang dapat diobservasi oleh siswa, serta relevansinya dengan *focus question*.
- 3) Pencatatan serta transformasi objek/peristiwa. Misalnya transformasi ke dalam bentuk grafik dengan sumbu X (panjang gelombang sinar matahari) dan sumbu Y (jumlah konsumsi CO₂ oleh tumbuhan).
- 4) Konsep dan prinsip yang relevan terlibat selama kegiatan praktikum sehingga dapat membentuk teori.
- 5) *Knowledge claims* terbentuk melalui serangkaian kegiatan yang dilakukannya untuk menjawab pertanyaan utama (*focus question*) serta membuat kesimpulan.

H. Hasil Penelitian yang Relevan

Alvarez (2007) telah melakukan penelitian pada kegiatan praktikum konsep perkecambahan biji (*seed germination*) dengan menggunakan diagram Vee. Dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa para siswa menjadi lebih tertarik dengan kegiatan praktikum dan berdiskusi mengenai pembentukan *knowledge claims* dihubungkan dengan

pertanyaan utama (*focus question*) dan berbagai peristiwa serta kegiatan yang telah mereka temukan.

Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa para siswa memahami konsep dengan lebih baik karena adanya konstruksi pengetahuan yang menunjukkan terdapatnya keterkaitan antara konsep-konsep, kejadian, serta pencatatan juga transformasinya yang diformulasikan menjadi pengetahuan baru.

Selain itu, diagram Vee sebagai perangkat metakognitif dapat membantu siswa dalam memonitoring konsep, peristiwa, dan fakta-fakta yang diperlukan dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan perkecambahan (*germination*).

Dengan demikian, diagram Vee dapat digunakan sebagai instrumen untuk menganalisis penerapan metakognitif pada desain praktikum.