

PENGEMBANGAN MODUL IPA TERPADU UNTUK SMP/MTs BERBASIS EKSPERIMEN PADA TEMA FOTOSINTESIS UNTUK MEMBERDAYAKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

Anggitalina Pramilia Dewi¹, Sarwanto², dan Baskoro Adi Prayitno³

¹ Program Studi Magister Pendidikan Sains FKIP UNS
Surakarta, 57126, Indonesia
anggitalina@yahoo.co.id

² Program Studi Magister Pendidikan Sains FKIP UNS
Surakarta, 57126, Indonesia
sar1to@yahoo.com

³ Program Studi Magister Pendidikan Sains FKIP UNS
Surakarta, 57126, Indonesia
baskoro_ap@uns.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengembangkan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis; 2) menganalisis kelayakan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis; 3) menganalisis efektivitas modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis terhadap keterampilan proses sains siswa. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model pengembangan 4-D yang diawali dengan *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), *disseminate* (penyebaran). Kelayakan modul dinilai oleh validator ahli berdasarkan kelayakan isi, bahasa, penyajian, kegrafikaan, keterpaduan, basis eksperimen, dan keterampilan proses sains. Modul kemudian diuji coba terbatas pada 10 siswa. Setelah direvisi, modul diuji coba lapangan pada 32 siswa. Keefektifan modul terhadap keterampilan proses sains dianalisis menggunakan *gain score* dinormalisasikan untuk *pretest-posttest* kelas uji coba lapangan. Hasil penelitian ini adalah: 1) modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis memiliki karakteristik sebagai modul yaitu bahan ajar, utuh, berdiri sendiri, adaptif, dan bersahabat, sedangkan karakteristik materi IPA Terpadu yaitu holistik, bermakna, otentik, dan aktif, yang disertai sintaks pembelajaran berbasis eksperimen untuk melatih keterampilan proses sains; 2) modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis memiliki kelayakan isi, bahasa, penyajian, kegrafikaan, keterpaduan, basis eksperimen, dan keterampilan proses sains pada kategori sangat baik; 3) modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis efektif meningkatkan keterampilan proses sains berdasarkan hasil *N-gain score* kelas uji coba lapangan yang menunjukkan kategori sedang.

Kata Kunci: penelitian pengembangan, modul, IPA terpadu, eksperimen, keterampilan proses sains

Pendahuluan

Pembelajaran terpadu merupakan salah satu pembelajaran yang dianjurkan oleh pemerintah untuk diaplikasikan pada semua jenjang pendidikan, mulai dari SD, SMP, dan SMA. Di tingkat SMP/MTs, pembelajaran IPA diharapkan ditekankan pada pembelajaran salingtemas secara terpadu (Permendiknas nomor 22 tahun 2006). Hal tersebut didasarkan pada temuan para ahli psikologi yang mengemukakan bahwa

anak pada usia 7-14 tahun masih dalam tingkat transisi dari tingkat berpikir operasional konkret ke berpikir abstrak dan masih melihat dunia sekitarnya secara holistik atau menyeluruh (Puskur Balitbang Depdiknas, 2009), namun pada kenyataannya pembelajaran IPA belum dapat diterapkan secara terpadu di SMP/MTs karena masih diajarkan secara terpisah antara konten fisika, kimia, dan biologi. Menurut Nisa' (2011), pembelajaran IPA Terpadu baru bisa dilaksanakan jika ada koordinasi

lebih lanjut mulai dari perangkat pembelajaran, jadwal, materi, sampai penilaian yang terintegrasi dari ketiga konten tersebut.

Pembelajaran IPA yang terpadu di SMP/MTs dapat dilakukan dengan menerapkan berbagai model keterpaduan (Fogarty, 1991). Salah satunya adalah dengan membelajarkan sebuah KD, lalu konsep-konsep pada KD tersebut dipertautkan dengan konsep pada KD yang lain, model keterpaduan yang dimaksud adalah model keterhubungan (*connected*) (Kemendiknas, 2010). Penggunaan model keterpaduan *connected* pernah digunakan oleh Nisa' (2011) dalam mengembangkan perangkat pembelajaran IPA Terpadu tipe *connected* topik peredaran darah yang hasilnya baik atau layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Hasil angket analisis kebutuhan guru dan siswa di SMP Negeri 6 Sragen menunjukkan bahwa materi IPA yang diajarkan masih terpisah satu sama lain, sehingga isi bahan ajar yang berupa LKS juga masih terpisah antara konten biologi, fisika, dan kimia. Ketersediaan bahan ajar yang bersifat terpadu (tidak terpisah) sangat diperlukan untuk menunjang kegiatan pembelajaran IPA Terpadu di SMP/MTs.

Pengembangan bahan ajar terpadu berupa modul IPA Terpadu pernah dilakukan oleh Husaen (2012) pada tema penglihatan dan implementasinya di SMP Negeri 4 Magelang yang menunjukkan bahwa modul pembelajaran IPA Terpadu tema penglihatan layak digunakan dalam proses pembelajaran karena dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Kelemahan modul IPA Terpadu yang dikembangkan oleh Husaen (2012) hanya berisi kumpulan pengetahuan berupa produk saja, seperti konsep, teori, hukum, yang bertujuan meningkatkan hasil belajar kognitif siswa, sedangkan pengetahuan siswa berupa proses penyelidikan atau penemuan, tidak terdapat di dalam modul IPA Terpadu tersebut.

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan, tetapi juga merupakan suatu proses penyelidikan dan penemuan. Menurut Permendiknas nomor 22 tahun 2006, proses pembelajaran IPA menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pengetahuan IPA yang bersifat "ilmiah" berarti telah mengalami uji kebenaran melalui metode ilmiah.

Kegiatan eksperimen merupakan bagian dari pelaksanaan metode ilmiah untuk membandingkan hasil prediksi siswa dengan teori. Toplis (2012) memperkenalkan ide kepada siswa *UK school* untuk menjadi ilmuwan dalam sehari melalui kegiatan eksperimen menggunakan metode ilmiah. Bozdogan (2009) menuturkan bahwa prinsip dasar sains tercermin dalam kegiatan eksperimen.

Hasil angket analisis kebutuhan guru dan siswa di SMP Negeri 6 Sragen memperlihatkan bahwa proses pembelajaran IPA masih dilakukan dengan metode ceramah disertai dengan tanya jawab dan hanya berpegang pada LKS. Siswa merasakan keterbatasan dalam penggunaan LKS, karena berisi materi yang kurang lengkap dan kurang mengarahkan siswa untuk melakukan kegiatan seperti bereksperimen. Carin dan Sund *cit.* Puskur Balitbang Depdiknas (2009) mendefinisikan IPA sebagai pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (universal), dan berupa kumpulan data hasil observasi dan eksperimen yang bertujuan untuk "mencari tahu" dan "berbuat". Keterampilan dalam mencari tahu dan berbuat dalam pembelajaran sains tersebut dinamakan keterampilan proses sains. Pendapat Chabalengula (2012), melalui kegiatan eksperimen, siswa mendapatkan pengalaman untuk mengasah keterampilan proses sains

yang nantinya dapat dipraktikkan dalam pembelajaran sains. Jarangnya siswa melakukan kegiatan eksperimen membuat keterampilan proses sains siswa masih rendah.

Tema fotosintesis dapat dihubungkan dengan materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan, reaksi kimia, dan cahaya. Permasalahan yang sering ditemukan dalam kegiatan eksperimen pada tema fotosintesis di SMP Negeri 6 Sragen diantaranya, siswa merasakan keterbatasan pada panduan eksperimen yang diberikan oleh guru. Panduan eksperimen yang diberikan kurang jelas dan kurang mengeksplorasi keterampilan proses sains berupa merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, mendefinisikan variabel, mengontrol variabel, membuat grafik/tabel, dan mengajukan pertanyaan.

Panduan eksperimen hanya memuat materi yang terbatas, hal ini mengakibatkan siswa mengalami kesulitan dalam melakukan eksperimen lalu menghubungkannya dengan materi fotosintesis secara keseluruhan. Panduan eksperimen yang dikemas dalam bentuk modul dapat memadukan kegiatan eksperimen dengan aplikasi dan penjelasan konseptualnya, sehingga siswa dapat bereksperimen sekaligus mempelajari materi secara mandiri untuk mengasah keterampilan proses sains.

Keterampilan proses sains akan terbentuk hanya melalui kegiatan eksperimen secara berulang-ulang. Siswa tidak akan terampil apabila tidak difasilitasi untuk melakukan sendiri eksperimen tersebut secara terus-menerus, namun ada kendala yang dihadapi di dalam penerapannya, antara lain waktu yang terbatas, dan banyaknya materi yang harus dipelajari (Trianto, 2012). Hal ini sesuai dengan permasalahan yang ditemui ketika melaksanakan kegiatan eksperimen fotosintesis di SMP Negeri 6 Sragen. Permasalahan yang lain muncul ketika melakukan eksperimen yang

membutuhkan adanya cahaya matahari. Apabila eksperimen dilakukan di sekolah saat jam pelajaran pagi hari, maka hasilnya akan kurang maksimal. Hal ini dikarenakan cahaya matahari yang digunakan belum maksimal pada waktu pagi hari.

Upaya untuk menghindari kendala tersebut, diperlukan adanya panduan eksperimen secara mandiri agar eksperimen dapat dilaksanakan dimanapun dan kapanpun secara berulang-ulang apabila situasi dan kondisi sudah mendukung dalam pelaksanaan kegiatan eksperimen tersebut. Panduan eksperimen tersebut dapat dibuat dalam bentuk modul IPA Terpadu berbasis eksperimen.

Tujuan penelitian ini adalah: 1) untuk mengembangkan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis; 2) untuk menganalisis kelayakan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis; 3) untuk menganalisis efektivitas modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis terhadap keterampilan proses sains siswa.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*). Model pengembangan yang digunakan adalah model 4-D dengan prosedur pengembangan yaitu: 1) *define* (pendefinisian); 2) *design* (perancangan); 3) *develop* (pengembangan); 4) *disseminate* (penyebaran). Uji produk pada tahap *develop* terdiri dari uji validasi ahli dan revisi I, uji coba terbatas dan revisi II, serta uji coba lapangan dan revisi III.

Uji validasi ahli memperhatikan kelayakan isi, bahasa, penyajian, kegrafikaan, keterpaduan, basis eksperimen, dan keterampilan proses sains yang terdapat di dalam modul, dengan subjek ahli sebanyak tiga orang. Uji coba terbatas dilakukan untuk memperoleh masukan langsung terhadap modul IPA Terpadu berbasis

eksperimen, dengan subjek uji coba terbatas sebanyak 10 siswa kelas VIIIH SMP Negeri 6 Sragen.

Uji coba lapangan menggunakan metode *Pre-Experimental Design* dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design*. Subjek uji coba lapangan sebanyak 32 siswa kelas VIIIH SMP Negeri 6 Sragen. Sebelum dilaksanakan uji coba lapangan, dilakukan *pretest*. Pemakaian modul IPA Terpadu berbasis eksperimen yang telah direvisi digunakan setelah *pretest*. Setelah dilakukan pemakaian modul kemudian dilaksanakan *posttest*. Desain penelitian ini sebagai berikut (Sugiyono, 2008):

$O_1 \times O_2$

Keterangan:

x : penggunaan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen

O_1 : nilai *pretest*

O_2 : nilai *posttest*

Jenis data yang diambil yaitu data analisis kebutuhan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen dengan metode angket, data validasi ahli terhadap modul IPA Terpadu berbasis eksperimen dengan metode angket, data masukan siswa uji coba terbatas dan siswa uji coba lapangan terhadap modul IPA Terpadu berbasis eksperimen dengan metode angket, data keterampilan proses sains dengan metode tes, data respon guru MGMP terhadap modul IPA Terpadu berbasis eksperimen dengan metode angket.

Data tentang analisis kebutuhan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen di SMP Negeri 6 Sragen dianalisis dengan teknik deskriptif kualitatif. Data validasi ahli, masukan siswa uji coba terbatas, dan masukan siswa uji coba lapangan terhadap modul IPA Terpadu berbasis eksperimen dianalisis dengan mencari skor rata-rata lalu diubah menjadi data kualitatif. Data keterampilan proses sains dianalisis untuk mengetahui keefektifan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen terhadap keterampilan proses sains

menggunakan *gain score* dinormalisasikan ($\langle g \rangle$) untuk *pretest-posttest* kelas uji coba lapangan. Perhitungan *gain score* dinormalisasikan menurut Hake, Richard R (1999) adalah:

$$\langle g \rangle = \frac{S_f - S_i}{S_i} \quad (1)$$

dengan $\langle S_f \rangle$ adalah rerata *score final (posttest)* dan $\langle S_i \rangle$ adalah rerata *score initial (pretest)*. Modul IPA Terpadu berbasis eksperimen dikatakan efektif meningkatkan keterampilan proses sains jika hasil *N-gain score pretest-posttest* menunjukkan kategori sedang atau tinggi.

Perbedaan skor keterampilan proses sains sebelum penggunaan modul (*pretest*) dan sesudah penggunaan modul (*posttest*) dianalisis menggunakan statistik uji-t melalui program *SPSS 16.0 for Windows* yaitu *Paired Samples T-Test*. Data respon guru MGMP terhadap modul IPA Terpadu berbasis eksperimen dianalisis dengan mencari skor rata-rata lalu diubah menjadi data kualitatif.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. *Define* (pendefinisian)

Angket analisis kebutuhan guru diberikan kepada guru IPA kelas VIII yang pernah mengajar materi fotosintesis, sedangkan angket analisis kebutuhan siswa disebarkan kepada siswa kelas VIII SMP Negeri 6 Sragen yang berjumlah 32 anak. Hasil angket analisis kebutuhan guru memperlihatkan bahwa: 1) konten biologi, fisika, dan kimia berada dalam satu paket mata pelajaran yaitu IPA Terpadu, tetapi bahan ajarnya masih terpisah satu sama lain; 2) tema fotosintesis hanya diajarkan dari konten biologi; 3) pembelajaran IPA Terpadu menggunakan metode ceramah disertai tanya jawab, bapak guru merasakan keterbatasan pada penggunaan metode

pembelajaran tersebut; 4) bahan ajar yang digunakan untuk membelajarkan tema fotosintesis adalah LKS yang dibuat oleh tim MGMP tingkat kabupaten dan memiliki keterbatasan yaitu materi serta kegiatan siswa yang kurang; 5) belum ada penggunaan sumber belajar atau media pembelajaran lain (misalnya modul, video, alat peraga, dll) untuk menjelaskan tema fotosintesis; 6) panduan eksperimen yang diberikan kepada siswa memiliki kekurangan yaitu materi yang terbatas dan kurang mengeksplorasi keterampilan proses sains; 7) permasalahan yang ditemukan saat bereksperimen pada tema fotosintesis adalah ketika melakukan eksperimen yang membutuhkan adanya cahaya matahari dilaksanakan di sekolah saat jam pelajaran pagi hari, maka hasilnya akan kurang maksimal karena cahaya matahari yang digunakan belum maksimal pada waktu pagi hari; 8) metode pembelajaran yang digunakan hanya dapat melatih keterampilan proses sains yaitu menentukan masalah; 9) keterampilan proses sains yang lain dapat dilatih secara optimal melalui kegiatan eksperimen secara berulang-ulang, akan tetapi tidak ada waktu bagi siswa dalam melakukannya.

Hasil angket analisis kebutuhan siswa mencerminkan bahwa: 1) tema fotosintesis yang dipelajari siswa hanya berkaitan dengan materi biologi; 2) siswa belum pernah menggunakan modul dalam mempelajari tema fotosintesis; 3) siswa mempelajari tema fotosintesis menggunakan LKS dan merasakan keterbatasannya, yaitu materi yang terbatas dan kegiatan siswa yang kurang; 4) siswa diberikan panduan eksperimen yang memiliki keterbatasan yaitu kurang jelas dan kurang mengeksplorasi keterampilan proses sains; 5) siswa mengalami kesulitan saat mempelajari tema fotosintesis disertai kegiatan eksperimen karena materi yang didapat terbatas sehingga sulit untuk menghubungkannya dengan kegiatan eksperimen; 6) siswa menghendaki

adanya kegiatan eksperimen yang dapat dilakukan secara mandiri.

Karakteristik siswa SMP Negeri 6 Sragen adalah siswa yang berumur 13-14 tahun. Ahli psikologi mengemukakan bahwa anak pada usia 7-14 tahun masih dalam tingkat transisi dari tingkat berpikir operasional konkret ke berpikir abstrak dan masih melihat dunia sekitarnya secara holistik atau menyeluruh (Puskur Balitbang Depdiknas, 2009). Berdasarkan alasan tersebut, hendaknya pembelajaran IPA di SMP/MTs disajikan dalam bentuk yang utuh dan tidak terpisah.

Pembelajaran IPA yang terpadu di SMP/MTs dapat dilakukan dengan menerapkan berbagai model keterpaduan (Fogarty, 1991). Salah satunya adalah dengan membelajarkan sebuah KD, lalu konsep-konsep pada KD tersebut dipertautkan dengan konsep pada KD yang lain, model keterpaduan yang dimaksud adalah model keterhubungan (*connected*) (Kemendiknas, 2010). Menurut Rustaman (2005), model keterhubungan memiliki kelebihan yaitu siswa dapat melihat permasalahan tidak hanya dari satu bidang kajian dan siswa lebih mudah menemukan keterkaitan antar konsep.

Hasil angket analisis kebutuhan guru dan siswa di SMP Negeri 6 Sragen menunjukkan bahwa proses pembelajaran IPA masih dilakukan dengan metode ceramah disertai dengan tanya jawab dan hanya berpegang pada LKS. Rustaman (2005) mengemukakan bahwa penggunaan metode ceramah membuat siswa kurang kreatif dan kurang aktif mengemukakan pendapat serta tidak dibiasakan mencari dan mengolah informasi sendiri. Hal tersebut didukung dengan penggunaan bahan ajar berupa LKS yang tidak dibuat oleh guru sendiri sehingga tidak sesuai dengan kebutuhan siswa.

Siswa merasakan keterbatasan dalam penggunaan LKS, karena hanya berisi materi yang kurang lengkap dan latihan soal, sehingga kurang mengarahkan siswa untuk melakukan

kegiatan seperti bereksperimen. Beck (2010) berpendapat bahwa pembelajaran berbasis eksperimen dapat memperkaya metode pembelajaran inovatif yang bisa diterapkan oleh guru.

Permasalahan yang ditemukan dalam kegiatan eksperimen pada tema fotosintesis diantaranya, siswa merasakan keterbatasan pada panduan eksperimen yang diberikan oleh guru. Panduan eksperimen yang diberikan kurang jelas dan kurang mengeksplorasi keterampilan proses sains berupa merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, mendefinisikan variabel, mengontrol variabel, membuat grafik/tabel, dan mengajukan pertanyaan.

Panduan eksperimen hanya memuat materi yang terbatas, hal ini mengakibatkan siswa mengalami kesulitan dalam melakukan eksperimen lalu menghubungkannya dengan materi fotosintesis secara keseluruhan. Panduan eksperimen yang dikemas dalam bentuk modul dapat memadukan kegiatan eksperimen dengan aplikasi dan penjelasan konseptualnya, sehingga siswa dapat bereksperimen sekaligus mempelajari materi secara mandiri untuk mengasah keterampilan proses sains.

Permasalahan yang lain muncul ketika melakukan eksperimen yang membutuhkan adanya cahaya matahari. Apabila kegiatan eksperimen dilaksanakan di sekolah saat jam pelajaran pagi hari, maka hasilnya akan kurang maksimal. Hal ini dikarenakan cahaya matahari yang digunakan belum maksimal pada waktu pagi hari. Untuk menghindari kendala tersebut, diperlukan adanya panduan eksperimen secara mandiri agar eksperimen dapat dilaksanakan dimanapun dan kapanpun secara berulang-ulang apabila situasi dan kondisi sudah mendukung dalam pelaksanaan kegiatan eksperimen tersebut. Panduan eksperimen tersebut dapat dibuat dalam bentuk modul IPA Terpadu berbasis eksperimen.

2. *Design* (perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang modul IPA Terpadu berbasis eksperimen. Media yang dipilih untuk dikembangkan adalah modul IPA Terpadu berbasis eksperimen. Format yang dipilih ditunjukkan dalam kerangka modul menurut Sukiman (2012) yang sudah dimodifikasi. Sistematika kerangka modul adalah:

Halaman Sampul

Halaman Francis

Kata Pengantar

Daftar Isi

I. PENDAHULUAN

1. Deskripsi
2. Prasyarat
3. Standar Kompetensi
4. Kompetensi Dasar
5. Peta Konsep
6. Peta Kedudukan Modul
7. Petunjuk Penggunaan Modul

II. KEGIATAN BELAJAR I

1. Rumusan Kompetensi Dasar dan Indikator
2. Pembelajaran Berbasis Eksperimen pada Materi Struktur Jaringan Daun
3. Rangkuman Materi
4. Evaluasi

III. KEGIATAN BELAJAR II

1. Rumusan Kompetensi Dasar dan Indikator
2. Pembelajaran Berbasis Eksperimen pada Materi Reaksi Fotosintesis
3. Rangkuman Materi
4. Evaluasi

IV. KEGIATAN BELAJAR III

1. Rumusan Kompetensi Dasar dan Indikator
2. Pembelajaran Berbasis Eksperimen pada Materi Cahaya dan Fotosintesis
3. Rangkuman Materi
4. Evaluasi

Rubrik Evaluasi

Umpan Balik

Glosarium

Daftar Pustaka

Kegiatan belajar berisi sintaks pembelajaran berbasis eksperimen yaitu, demonstrasi, pengamatan, hipotesis awal, verifikasi, aplikasi konsep, rangkuman materi, dan evaluasi, dengan masing-masing simbolnya. Keterampilan proses sains yang dilatih berada pada kegiatan pengamatan, hipotesis awal (perumusan hipotesis), verifikasi (merancang eksperimen, menggunakan alat dan bahan, mendefinisikan variabel secara operasional, pengontrolan variabel, interpretasi data, mengkomunikasikan, mengajukan pertanyaan, menyimpulkan), dan evaluasi.

Yulianti, D dan Herlina, L (2008) berpendapat bahwa pemanfaatan media erat kaitannya dengan tahapan berpikir pengguna sebab melalui media, hal-hal yang abstrak dapat dikonkritkan, sedangkan hal-hal yang kompleks dapat disederhanakan. Tahapan berpikir pengguna modul IPA Terpadu berbasis eksperimen yaitu siswa SMP yang masih dalam tingkat transisi dari tingkat berpikir operasional konkret ke berpikir abstrak, sehingga modul yang dibuat menyajikan pesan melalui huruf dan gambar-gambar yang diilustrasikan untuk lebih memperjelas pesan atau informasi yang disajikan sesuai tahapan berpikir pengguna modul.

Gambar yang melengkapi format modul akan memberikan uraian menjadi lebih jelas, dapat menambah variasi penyajian, dan membantu dalam menciptakan imajinasi siswa terhadap materi pembelajaran (Sukiman, 2012). Pendapat tersebut diperkuat oleh Susilana, R dan Riyana, C (2007) bahwa gambar mempunyai kelebihan yaitu bersifat konkret, dapat menunjukkan perbandingan yang tepat dari objek yang sebenarnya, dan pembuatannya mudah.

Kegiatan belajar dalam modul berisi sintaks pembelajaran berbasis eksperimen yang diberi simbol tertentu. Simbol semua sintaks karakternya sama, yaitu professor karena basis modul adalah eksperimen yang mencerminkan

kegiatan seorang ilmuwan (professor). Susilana, R dan Riyana, C (2007) mengemukakan bahwa simbol adalah bentuk sajian grafis yang memperjelas sajian ide. Pemberian simbol ini bertujuan untuk menarik perhatian siswa dan mempermudah siswa dalam mengingat serta menemukan sintaks yang dimaksud.

3. *Develop* (pengembangan)

Tahap pengembangan adalah tahap untuk menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah, yakni validasi ahli (*expert appraisal*) dan uji coba pengembangan (*developmental testing*) yang terdiri dari uji coba terbatas dan uji coba lapangan.

a. Validasi ahli

Hasil penilaian validasi ahli dianalisis untuk mengetahui seberapa besar nilai validasi yang menentukan kelayakan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen. Hasil validasi modul dimuat pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil validasi modul

Aspek kelayakan	Rata-rata	Kriteria
Isi	3,75	Sangat baik
Bahasa	3,67	Sangat baik
Penyajian	3,67	Sangat baik
Kegrafikaan	3,8	Sangat baik
Keterpaduan	3,71	Sangat baik
Basis eksperimen	3,83	Sangat baik
Keterampilan proses sains	3,7	Sangat baik

Kesimpulan dari ketiga validator tentang kelayakan modul adalah modul layak digunakan dengan revisi sesuai saran. Masing-masing validator memberikan komentar dan saran untuk diperbaiki pada tahap revisi I.

Perbaikan modul berdasarkan masukan dan saran dari validator berkaitan dengan materi tentang struktur kloroplas yang diperbaiki dengan materi yang lebih tepat. Glosarium yang memuat istilah dan pengertiannya dari satu halaman ditambah menjadi tiga halaman. Pada judul modul, warna huruf

dibuat lebih jelas dan ukuran huruf diperbesar. Yulianti, D dan Herlina, L (2008) menyarankan untuk memperhatikan ukuran huruf, jarak pandang, dan bentuk dalam merancang modul, semakin besar ukuran huruf maka semakin baik karena semakin mudah untuk dilihat.

Konsep penting pada uraian materi diganti dengan warna huruf yang berbeda yaitu biru. Tulisan “contoh” ditulis dengan warna hitam tebal. Adakalanya bagian-bagian tertentu pada modul ditekankan untuk memusatkan perhatian, penekanan dapat ditunjukkan melalui penggunaan seni misalnya ukuran tertentu, warna yang berbeda, atau gambar yang menarik (Yulianti, D dan Herlina, L 2008).

Masukan dan saran yang berkaitan dengan gambar pada modul diantaranya gambar pada sampul modul diganti dengan gambar yang resolusinya lebih tinggi agar tidak pecah ketika diperbesar. Gambar daun pada demonstrasi KB I tidak di pres. Gambar KB I, gambar KB II, gambar fotosintesis, dan gambar penguraian cahaya diganti dengan gambar yang lebih jelas. Sukiman (2012) menuturkan bahwa penggunaan gambar pada modul hendaknya terdapat keterangan, sumber gambar, serta kejelasan gambar agar siswa mudah mempelajarinya.

Tata tulis yang perlu diperbaiki yaitu kata “prasarat” diganti “prasyarat”, kalimat “3 variabel” diganti “sejumlah 3 variabel”. Penulisan kalimat dalam modul disajikan dengan kalimat yang sederhana, menggunakan ejaan yang baku, dan istilah yang benar (Sukiman, 2012). Simbol tokoh diganti karena terlihat menakutkan, dari simbol professor diganti dengan simbol anak laki-laki. Petunjuk penggunaan modul diberi urutan nomor agar lebih jelas urutan kegiatannya.

b. Uji coba terbatas

Uji coba terbatas dilakukan untuk memperoleh masukan langsung terhadap modul IPA Terpadu berbasis eksperimen

yang telah disusun. Hasil uji coba terbatas tertuang pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil uji coba terbatas

Indikator	Rata-rata	Kategori
Aspek pengorganisasian	3,4	Baik
Aspek keterbacaan	2,8	Baik
Aspek kemenarikan	3,8	Sangat baik
Aspek keterpaduan materi	3,1	Baik
Aspek kegiatan eksperimen	3,2	Baik
Aspek pemberdayaan keterampilan proses sains	3,3	Baik

Berbagai data dan masukan yang diperoleh dari angket dalam uji coba terbatas ini dijadikan sebagai bahan revisi II.

Perbaikan modul atas masukan siswa pada uji coba terbatas adalah mengganti gambar pada gambar pembuka KB I, gambar demonstrasi KB I, gambar demonstrasi KB II, gambar struktur kloroplas, dan gambar pembuka KB II. Selain itu, perbaikan pada gambar juga dilakukan dengan memperbesar dan memperjelas keterangan pada gambar struktur jaringan daun, gambar spektrum elektromagnetik, dan gambar interaksi cahaya dalam kloroplas.

Adanya istilah yang kurang dimengerti oleh siswa ditambahkan pada glosarium. Tampilan modul dikurangi penggunaan warna pada *rounded rectangle* dan gambar animasi yang berlebihan. Hal tersebut senada dengan pendapat Yulianti, D dan Herlina, L (2008) bahwa pemilihan warna jangan terlalu banyak agar tak berkesan norak dan ramai sebab akan mengganggu pandangan dan dapat menimbulkan salah persepsi pada pesan yang disampaikan. Susilana, R dan Riyana, C (2007) juga menambahkan bahwa penggunaan gambar yang berlebihan akan mengganggu konsentrasi dan fokus perhatian siswa akan terbagi kepada gambar-gambar tersebut.

c. Uji coba lapangan

Tahap uji coba lapangan menghasilkan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen hasil pengembangan. Tes pada uji coba lapangan disusun berdasarkan indikator keterampilan proses sains berupa tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) dalam bentuk soal pilihan ganda. Soal pilihan ganda diujicobakan terlebih dahulu di kelas VIII SMP Negeri 3 Sragen untuk menentukan validitas, reliabilitas, daya pembeda dan taraf kesukaran. Soal yang dapat digunakan sebagai alat ukur yaitu soal-soal yang valid, reliabel, dan mempunyai daya pembeda sangat baik, baik, atau cukup. Berdasarkan hasil analisis butir soal, diperoleh bahwa dari 20 soal pilihan ganda yang diujicobakan, 12 soal dipakai dan 8 soal tidak dipakai.

Sebelum pembelajaran dimulai, dilakukan *pretest* untuk mengetahui skor keterampilan proses sains sebelum menggunakan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen. Pembelajaran diawali dengan kegiatan demonstrasi berkaitan dengan teori yang akan dipelajari lalu siswa melakukan pengamatan. Siswa kemudian merumuskan dugaan awal (hipotesis awal) berdasarkan hasil pengamatannya lalu menguji dugaan awal melalui kegiatan verifikasi. Selanjutnya, siswa memantapkan konsep yang telah dipelajari melalui kegiatan aplikasi konsep. Pembelajaran diakhiri dengan kegiatan evaluasi yang dikerjakan siswa berdasarkan hasil kegiatan verifikasi. Setelah semua pembelajaran selesai, dilakukan *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui skor keterampilan proses sains setelah menggunakan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen.

Analisis untuk mengetahui keefektifan modul terhadap keterampilan proses sains menggunakan *gain score* dinormalisasikan untuk *pretest-posttest* kelas uji coba lapangan. Berdasarkan perhitungan *N-gain score* kelas uji coba lapangan didapatkan sebesar 0,428 yang menunjukkan

kategori sedang. Untuk hasil *N-gain score* tiap jenis keterampilan proses sains dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil *N-gain score* tiap jenis keterampilan proses sains

Jenis KPS	<i>N-gain score</i>	Kategori
Pengamatan	0.571	Sedang
Menyimpulkan	0.407	Sedang
Mengkomunikasikan	0.471	Sedang
Menggunakan alat atau bahan	0.571	Sedang
Mengontrol variabel	0.222	Rendah
Interpretasi data	0.385	Sedang
Mengajukan pertanyaan	0.444	Sedang
Merumuskan hipotesis	0.263	Rendah
Mendefinisikan variabel secara operasional	0.37	Sedang
Merancang eksperimen	0.60	Sedang

Hasil perhitungan *N-gain score* tiap jenis keterampilan proses sains menunjukkan bahwa semua jenis keterampilan proses sains memiliki kategori sedang kecuali mengontrol variabel dan merumuskan hipotesis yang memiliki kategori rendah. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa modul IPA Terpadu berbasis eksperimen kurang efektif meningkatkan keterampilan proses sains dalam mengontrol variabel dan merumuskan hipotesis. Hal tersebut berkaitan dengan pelaksanaan kegiatan eksperimen yang biasa dilakukan oleh siswa sebelumnya.

Siswa kurang dilatih untuk menemukan kondisi yang digunakan sebagai pembeda sehingga siswa kurang mengetahui cara mengontrol variabel. Selain itu, siswa juga tidak dilatih untuk merumuskan dugaan awal untuk menjawab permasalahan sementara sebelum melakukan pembuktian. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan keterampilan proses sains dalam mengontrol variabel dan merumuskan hipotesis yang belum optimal. Keterampilan proses sains tersebut akan meningkat lebih optimal apabila modul

lebih menekankan pada keterampilan dalam mengontrol variabel dan merumuskan hipotesis. Untuk perolehan *N-gain score* tertinggi terjadi pada keterampilan proses sains dalam merancang eksperimen. Keterampilan merancang eksperimen adalah keterampilan proses terpadu yang paling kompleks. Keterampilan tersebut ternyata berhasil ditingkatkan secara optimal melalui penggunaan modul IPA Terpadu berbasis eksperimen.

Analisis data untuk mengetahui perbedaan skor keterampilan proses sains pada *pretest-postest* menggunakan uji prasyarat uji normalitas dan uji homogenitas kemudian uji-t. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, hasil uji homogenitas menyimpulkan bahwa data homogen. Selanjutnya, dilakukan uji t yang memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan antara skor *pretest* dan skor *postest*.

Hasil analisis skor keterampilan proses sains *pretest-postest* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan antara keterampilan proses sains sebelum penggunaan modul dan keterampilan proses sains sesudah penggunaan modul. Hasil masukan siswa kelas uji coba lapangan terhadap modul IPA Terpadu berbasis eksperimen melalui angket termuat dalam Tabel 4.

Tabel 4: Hasil masukan siswa kelas uji coba lapangan

Indikator	Rata-rata	Kategori
Aspek pengorganisasian	3,4	Baik
Aspek keterbacaan	3,3	Baik
Aspek kemenarikan	3,6	Sangat baik
Aspek keterpaduan materi	3,3	Baik
Aspek kegiatan eksperimen	3,3	Baik
Aspek pemberdayaan keterampilan proses sains	3,6	Sangat baik

Proses pembelajaran pada kelas uji coba lapangan juga menghasilkan catatan yang menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan revisi III.

Perbaikan modul atas masukan siswa kelas uji coba lapangan adalah gambar demonstrasi KB I dan gambar demonstrasi rancangan eksperimen KB III diganti dengan gambar yang lebih tepat. Selain itu, bahan kegiatan verifikasi KB II yaitu daun, diberi keterangan daun singkong sehingga lebih spesifik.

4. Disseminate (penyebaran)

Produk disebarakan kepada guru MGMP IPA SMP kecamatan Sragen. Guru memberikan respon berupa komentar dan saran. Komentar dan saran guru terhadap modul ini antara lain: 1) modul sangat bagus dan menarik sehingga anak lebih senang dalam melakukan kegiatan; 2) modul mencakup biologi, kimia, dan fisika yang sangat kompleks; 3) modul sudah sesuai untuk dipelajari siswa SMP/MTs; 4) cara penyajian modul baik; dan 5) kegiatan eksperimen sudah memenuhi standar. Skor rerata respon guru untuk semua item pada skala 4 adalah 3,46 yang artinya baik.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Kesimpulan penelitian ini adalah: 1) modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis memiliki karakteristik sebagai modul yaitu bahan ajar, utuh, berdiri sendiri, adaptif, dan bersahabat, sedangkan karakteristik materi IPA Terpadu yaitu holistik, bermakna, otentik, dan aktif, disertai sintaks pembelajaran berbasis eksperimen untuk melatih keterampilan proses sains; 2) modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis memiliki kelayakan isi, bahasa, penyajian, kegrafikaan, keterpaduan, basis eksperimen, dan keterampilan proses sains pada kategori sangat baik; 3) modul IPA Terpadu berbasis eksperimen pada tema fotosintesis efektif meningkatkan keterampilan proses sains berdasarkan hasil *N-gain score pretest-postest*

sebesar 0,428 yang menunjukkan kategori sedang.

Rekomendasi yang diajukan adalah: 1) guru melakukan pendampingan pada saat pembelajaran modul karena pembelajaran mandiri ini merupakan hal yang masih asing; 2) penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan peneliti lain untuk melakukan penelitian berikutnya dengan tema yang berbeda; 3) pengelola pendidikan hendaknya memberi kesempatan untuk melakukan penelitian pengembangan, terutama penelitian tentang pengembangan modul.

Daftar Pustaka

- Beck, K, Witteck, T, & Eilks, I. (2010). Open Experimentation on Phenomena of Chemical Reactions via the Learning Company Approach in Early Secondary Chemistry Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, & Technology Education*, 2010. 6(3), 163-171.
- Bozdogan, AE & Yalcin, Necati. (2009). Determining the Influence of a Science Exhibition Center Training Program on Elementary Pupils' Interest and Achievement in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, & Technology Education*, 2009. 5(1), 27-34.
- Chabalengula, VM, Mumba, F, & Mbewe, Simeon. (2012). How Pre-Service Teachers' Understand and Perform Science Process Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, & Technology Education*, 2012. 8(3), 167-176.
- Fogarty. (1991). *Ten Ways to Integrate Curriculum*. Association for Supervision and Curriculum.
- Hake, Richard R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. Indiana University 24245 Hatteras Street. USA, 12 November 2013, online: <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>
- Husaen, MS. (2012). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Terpadu Tema Penglihatan dan Implementasinya pada Siswa SMP Negeri 4 Magelang. *Abstr. Online at* <http://lib.unnes.ac.id/15187/> [diakses tanggal 15 Desember 2012].
- Kemendiknas. 2010. *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Secara Terpadu*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama.
- Nisa', Inayatun. (2011). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Terpadu Tipe *Connected* dengan Topik Peredaran Darah untuk Kelas VIII SMP. *Pensa E-Jurnal*. 26-38.
- Permendiknas Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2006 tentang *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Puskur Balitbang Depdiknas. (2009). *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu*. Jakarta: Depdiknas.
- Rustaman, N. (2005). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukiman. (2012). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Pedagogia.
- Susilana, R & Riyana, C. (2007). *Media Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.
- Toplis, Rob & Allen, Michael. (2012). I do and I Understand, Practical Work and Laboratory Use in United Kingdom Schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, & Technology Education*, 2012. 8(1), 3-9.
- Trianto. (2012). *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Yulianti, D & Herlina, L. (2008). *Pemanfaatan Media dalam Pembelajaran*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.