

PENGEMBANGAN MODUL BIOLOGI BERBASIS *INQUIRY REAL WORLD APPLICATION* PADA MATERI BIOTEKNOLOGI DI SMA NEGERI 1 MAGELANG

Dwi Lis Wahyuni¹, Sajidan², Suciati³

¹ Magister Pendidikan Sains, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret
Surakarta, 57126, Indonesia
dwiliswahyuni@yahoo.co.id

² Magister Pendidikan Sains, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret
Surakarta, 57126, Indonesia
sajidan_fkip@staff.uns.ac.id

³ Magister Pendidikan Sains, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret
Surakarta, 57126, Indonesia
suciati.sudarisman@yahoo.com

Abstrak

Penelitian dan pengembangan modul ini bertujuan untuk mengetahui: 1) karakteristik produk modul biologi berbasis *inquiry real world application* pada materi bioteknologi; 2) kelayakan *prototype* modul biologi berbasis *inquiry real world application* pada materi bioteknologi; 3) keefektifan modul biologi berbasis *inquiry real world application* pada materi bioteknologi. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan metode Borg dan Gall (1983) yang telah dimodifikasi menjadi sembilan tahapan: 1) penelitian pendahuluan; 2) perencanaan; 3) pengembangan *prototype* produk; 4) validasi *prototype* produk; 5) revisi *prototype* produk; 6) uji keterbacaan; 7) revisi produk; 8) uji coba produk; 9) revisi produk akhir. Model pengembangan modul menggunakan desain ADDIE (Branch, 2009). Instrumen yang digunakan meliputi: angket, lembar observasi dan tes. Analisis data yang digunakan selama penelitian dan pengembangan adalah analisis deskriptif, teknik persentase dan uji *independent sample t-test*. Hasil penelitian dan pengembangan menunjukkan: 1) karakteristik modul berbasis *inquiry real world application* dikembangkan berdasarkan sintaks *inquiry real world application*, meliputi: *observation, manipulation, generalization, verification* dan *application*; 2) kelayakan *prototype* modul berbasis *inquiry real world application* menurut para ahli berkualifikasi “sangat baik”. Hasil uji keterbacaan modul untuk guru oleh praktisi pendidikan berkategori “sangat baik”. Hasil uji keterbacaan modul siswa berkategori “baik”; 3) modul biologi berbasis *inquiry real world application* efektif meningkatkan hasil belajar siswa pada materi bioteknologi aspek spiritual, aspek sikap sosial, aspek keterampilan, dan aspek pengetahuan.

Kata Kunci: bioteknologi, *inquiry real world application*, hasil belajar siswa

Pendahuluan

Pendekatan saintifik sebagaimana diamanatkan dalam Kurikulum 2013 didasarkan pada pandangan bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke siswa. Pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar siswa secara aktif mengkonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan mengamati, merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik

kesimpulan dan mengkomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang ditemukan (Permendikbud No. 65 Tahun 2013). Pembelajaran berpendekatan saintifik memberi kesempatan bagi siswa untuk menguasai konsep-konsep biologi secara utuh meliputi: proses, produk, dan sikap sesuai dengan hakikat sains. Indikasi penguasaan sains secara utuh dapat dilihat pada hasil belajar siswa yang baik pada aspek pengetahuan, sikap dan keterampilan (Thoharudin *et al.*, 2011).

Penguasaan sains siswa SMA masih rendah dilihat dari hasil belajar. Hasil analisis daya serap Ujian Nasional (UN) Tahun

Pelajaran 2009/2010, 2010/2011, dan 2012/2013 SMA Negeri 1 Magelang menunjukkan bahwa tingkat ketuntasan siswa pada materi bioteknologi masih di bawah rata-rata. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat kekurangan dalam proses pembelajaran materi bioteknologi sehingga siswa belum memahami materi dengan baik.

Hasil analisis Ulangan Harian (UH) materi bioteknologi Tahun Pelajaran 2013/2014 menunjukkan bahwa jumlah siswa tuntas hanya sedikit. Nilai rata-rata yang dicapai siswa rendah.

Analisis hasil belajar siswa pada aspek keterampilan dan sikap menunjukkan bahwa aspek keterampilan kurang dilatihkan. Proses pembelajaran lebih banyak dilaksanakan di kelas. Penggunaan laboratorium untuk praktikum siswa masih jarang. Siswa kurang dilatih untuk berkegiatan dalam kelompok.

Rendahnya hasil belajar siswa berkaitan dengan kualitas proses pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis pelaksanaan delapan Standar Nasional Pendidikan (SNP) menunjukkan bahwa pengelolaan pembelajaran di SMA Negeri 1 Magelang masih kurang optimal. Terdapat kesenjangan antara nilai ideal dengan nilai implementasi. Kesenjangan cukup besar terdapat pada implementasi Standar Proses. Rendahnya implementasi Standar Proses menunjukkan kekurangan dalam proses pembelajaran di kelas.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas proses pembelajaran adalah model pembelajaran. Hasil observasi di SMA Negeri 1 Magelang menunjukkan bahwa model pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru kurang bervariasi dan cenderung berpusat pada guru. Siswa kurang difasilitasi untuk aktif dalam proses pembelajaran. Proses penilaian masih mengedepankan aspek pengetahuan saja, akibatnya aspek keterampilan dan sosial siswa kurang terlatih.

Faktor lain yang mempengaruhi kualitas pembelajaran adalah buku ajar. Hasil analisis terhadap buku yang digunakan siswa menunjukkan buku yang digunakan belum sesuai dengan Kurikulum

2013. Ketidaksesuaian ada pada aspek perencanaan pembelajaran, uraian materi, dan penilaian hasil belajar. Ketidaksesuaian perencanaan pembelajaran ada pada urutan sub topik dengan Kompetensi Dasar yang akan dicapai. Ketidaksesuaian pada aspek uraian materi ada pada kegiatan siswa. Kegiatan siswa pada buku ajar berupa kegiatan percobaan yang sudah dilengkapi dengan rancangan percobaannya secara terperinci. Kegiatan saintifik siswa berupa merumuskan masalah, menyusun hipotesis, memilih dan merangkai alat, serta menyusun langkah kerja belum terfasilitasi. Ketidaksesuaian pada aspek penilaian hasil belajar ada pada penilaian aspek keterampilan dan sikap.

Hasil analisis buku guru yang tersedia belum menunjukkan adanya perencanaan pembelajaran ideal untuk dilaksanakan guru di dalam kelas. Pendekatan, model, strategi, metode dan deskripsi langkah-langkah pembelajaran yang menjadi panduan guru dalam melaksanakan proses pembelajaran sesuai dengan Kurikulum 2013 belum tersedia. Aspek penilaian hasil belajar sangat kurang sekali dikembangkan. Penilaian pada buku guru yang tersedia mencantumkan penilaian aspek pengetahuan saja. Penilaian aspek keterampilan dan sikap belum tersedia.

Hasil analisis menunjukkan bahwa model dan buku ajar yang tersedia kurang optimal dalam mendukung pelaksanaan proses pembelajaran yang berkualitas pada materi bioteknologi. Kurang optimalnya model dan buku ajar diprediksi mempengaruhi pencapaian hasil belajar. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pengembangan buku ajar yang memuat model pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Proses pembelajaran mata pelajaran biologi idealnya dilaksanakan melalui model inkuiri (Sund dan Trowbridge, 1973). Wenning (2012), mengklasifikasikan *levels of inquiry* berdasarkan kecerdasan intelektual dan pihak pengontrol. Urutan *levels of inquiry* dimulai dari yang dasar menurut Wenning (2012) adalah *discovery learning*, *interactive*

demonstrasi, inquiry lesson, inquiry laboratory, real work application, dan yang paling tinggi adalah *hypothetical inquiry*. Semakin tinggi kecerdasan intelektual siswa dan semakin besar peran siswa dalam proses pembelajaran, maka semakin tinggi tingkatan *levels of inquiry*-nya. Sadeh dan Zion (2012) menyatakan bahwa siswa SMA kelas XII lebih sesuai dengan model inkuiri terbuka yang disertai dengan panduan terbatas dari guru atau modul. Berdasarkan hal tersebut, *levels of inquiry* yang sesuai bagi siswa SMA kelas XII adalah *inquiry real world application*. Model pembelajaran *inquiry real world application* memungkinkan siswa untuk berinkuiri secara terbuka namun terarah dengan adanya panduan.

Panduan dalam berinkuiri dapat dituangkan dalam modul (Trowndrow, 2010). Modul dengan basis pembelajaran tertentu dapat membantu mengatasi permasalahan hasil belajar siswa (Suardana *et al.*, 2010).

Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu modul yang terintegrasi dengan model pembelajaran *inquiry real world application* di SMA Negeri 1 Magelang. Proses pembelajaran dalam modul berbasis *inquiry real world application* dikelola agar dapat memfasilitasi siswa berproses sains untuk memecahkan masalah melalui kegiatan mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan. Proses sains yang dilakukan siswa melatih keterampilan-keterampilan sains untuk mengkonstruksi pengetahuan. Konsep yang dibangun secara mandiri oleh siswa memiliki retensi yang lebih kuat sehingga mengoptimalkan hasil belajar (Trowbridge dan Bybee, 1996). Proses pembelajaran juga dikelola untuk melatih aspek sosial siswa melalui kegiatan kelompok.

METODE PENELITIAN

Prosedur pengembangan menurut Borg dan Gall (1983) terdiri dari sepuluh langkah yaitu: 1) penelitian pendahuluan; 2)

perencanaan; 3) pengembangan *prototype* produk; 4) validasi *prototype* produk; 5) revisi *prototype* produk; 6) uji keterbacaan; 7) revisi produk; 8) uji coba produk; 9) revisi produk akhir; 10) implementasi produk. Prosedur pengembangan dilakukan dengan memodifikasi tahapan menjadi sembilan langkah dengan tidak melakukan langkah kesepuluh karena pertimbangan waktu dan biaya. Model pengembangan modul yang digunakan diadaptasi dari model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*) (Branch, 2009).

Subyek uji coba produk adalah 2 kelas dari 6 kelas XII IA SMA Negeri 1 Magelang. Siswa kelas XII IA 1 berjumlah 26 menjadi kelas modul sedangkan siswa kelas XII IA 4 berjumlah 24 menjadi *existing class*.

Data analisis kebutuhan diperoleh dari hasil angket dan observasi terhadap siswa dan guru di kelas, data hasil UN dari Kemendiknas, dan data ketercapaian 8 SNP di SMAN 1 Magelang diperoleh dari hasil observasi. Data hasil validasi ahli diperoleh melalui angket kelayakan modul. Data hasil uji keterbacaan berupa data kualitatif yang diperoleh melalui angket kelayakan modul oleh praktisi pendidikan dan siswa. Instrumen pengumpulan data berupa lembar observasi untuk mengetahui hasil belajar aspek spiritual, aspek sosial dan aspek keterampilan, tes berupa soal pilihan ganda untuk mengetahui hasil belajar aspek pengetahuan, angket penilaian diri sendiri, angket penilaian antar teman, dan jurnal guru.

Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisis data validasi dari validator ahli, praktisi pendidikan dan siswa yang berupa masukan, tanggapan, saran, dan kritik. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis data yang berbentuk persentase. Teknik persentase digunakan untuk menyajikan data frekuensi atas tanggapan subyek uji coba terhadap produk pengembangan berbasis *inquiry real world application*.

Data hasil belajar aspek pengetahuan dianalisis menggunakan uji *Independent Sample t-Test* menggunakan bantuan SPSS 18. Uji digunakan untuk menentukan perbedaan

yang signifikan rata-rata dari dua kelompok yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

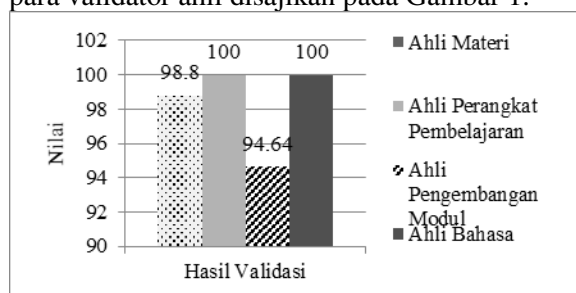
1. Penelitian Pendahuluan

Hasil penelitian dan pengembangan modul biologi berbasis *inquiry real world application* pada materi bioteknologi kelas XII SMA Negeri 1 Magelang diawali dengan mengidentifikasi potensi dan masalah yang akan dijadikan obyek penelitian yaitu analisis kebutuhan dan analisis produk yang akan dikembangkan.

Kegiatan awal yang dilakukan adalah analisis pemenuhan 8 SNP, analisis hasil UN Tahun Pelajaran 2009/2010, 2010/2011 dan 2012/2013, analisis hasil belajar aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan, analisis buku ajar yang digunakan guru dan siswa serta hasil angket tanggapan guru dan siswa mengenai bahan ajar.

2. Validasi *Prototype* Produk

Validasi *prototype* produk digunakan untuk memperoleh evaluasi kualitatif awal dari *prototype* produk yang telah dibuat. Validasi dilakukan oleh validator ahli materi, ahli perangkat pembelajaran, ahli pengembangan modul, serta ahli bahasa. Hasil validasi oleh para validator ahli disajikan pada Gambar 1.



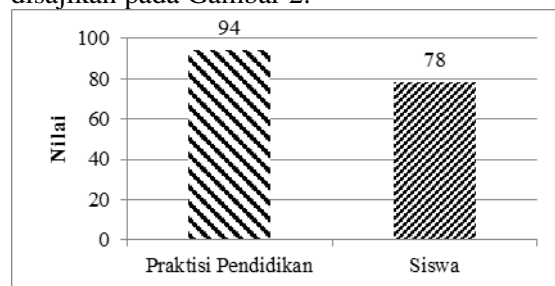
Gambar 1. Histogram Hasil Validasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil validasi dari para validator ahli berkategori sangat baik. Rata-rata persentase nilai dari ahli materi 98,8% kategori sangat baik, ahli perangkat pembelajaran 100% kategori sangat baik, ahli pengembangan modul 94,64%

kategori sangat baik, dan ahli bahasa sebesar 100% kategori sangat baik.

3. Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan bertujuan untuk memperoleh evaluasi dari pengguna lapangan atas *prototype* produk modul yang telah direvisi. Uji keterbacaan dilakukan oleh praktisi pendidikan sejumlah 3 orang dan uji keterbacaan siswa sejumlah 12 dengan instrumen berupa angket. Hasil uji keterbacaan disajikan pada Gambar 2.



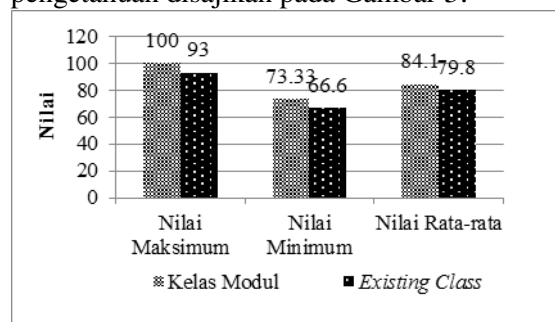
Gambar 2. Histogram Hasil Uji Keterbacaan

Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil uji keterbacaan oleh praktisi pendidikan memperoleh nilai rata-rata 94% dengan kategori sangat baik, sedangkan hasil uji keterbacaan modul oleh siswa memperoleh nilai rata-rata 78% dengan kategori baik.

Hasil Uji Coba Produk

1. Data Hasil Belajar Aspek Pengetahuan

Hasil belajar aspek pengetahuan diperoleh dari nilai tes yang diberikan pada akhir pembelajaran. Data hasil belajar aspek pengetahuan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Hasil Belajar Aspek Pengetahuan

Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai tes kelas modul sebesar 84,10 dengan nilai maksimum 100 dan nilai minimum 73,33. Rata-rata nilai tes *existing class* sebesar 79,80 dengan nilai maksimum 93,00 dan nilai

minimum 66,60. Berdasarkan nilai KKM SMA Negeri 1 Magelang sebesar 79, maka terdapat 2 siswa yang tidak tuntas pada kelas modul dan 11 siswa yang tidak tuntas pada *existing class*. Rata-rata nilai tes kelas *existing class* lebih rendah dibanding dengan rata-rata tes kelas modul dengan selisih nilai 4,30. Data hasil tes dianalisis menggunakan *Independent Sample t-Test* untuk mengetahui keefektifan modul. Hasil analisis data tahap pemakaian produk dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Belajar Aspek Pengetahuan

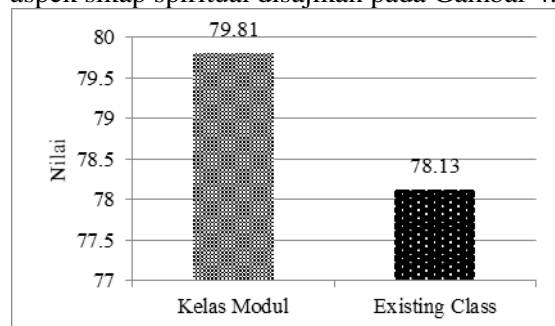
N	Pengujian	Hasil	Keputusan	Simpulan
1	Normalitas	Sig. Posttest = 0,349 (kelas modul) Sig. Posttest = 0,737 (<i>existing class</i>)	Ho diterima	Data normal
2	Homogenitas	Sig. posttest = 0,958	Ho diterima	Data homogen
3	Hasil posttest	Thitung 0,042	Ho ditolak	Hasil tidak sama (ada perbedaan)

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil analisis normalitas dengan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov test*, diperoleh signifikan tes hasil belajar aspek pengetahuan kelas modul dan *existing class* yaitu $0,349 > 0,05$, dan $0,737 > 0,05$, maka disimpulkan menerima H_0 . Hal tersebut berarti sampel berdistribusi normal. Homogenitas data posttest yang diuji dengan *Lavene's test* menghasilkan nilai taraf signifikan sebesar 0,958. Taraf signifikan tersebut menunjukkan bahwa H_0 diterima karena besar taraf signifikannya lebih besar dari $\alpha = 0,05$ ($\text{sig} > 0,05$) sehingga dapat disimpulkan data tes berasal dari populasi yang homogen atau variasi tiap sampel sama.

Data nilai hasil belajar aspek pengetahuan selanjutnya dianalisis menggunakan *Independent Sample t-Test* untuk mengetahui keefektifan modul. Berdasarkan data hasil analisis tersebut diperoleh signifikan 0,042, perolehan taraf signifikan tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak ($0,042 < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan hasil belajar antara kelas modul dengan *existing class*.

2. Data Hasil Belajar Aspek Sikap Spiritual

Penilaian hasil belajar aspek sikap spiritual siswa dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar observasi yang dilakukan oleh dua orang pengamat. Data hasil belajar aspek sikap spiritual disajikan pada Gambar 4.

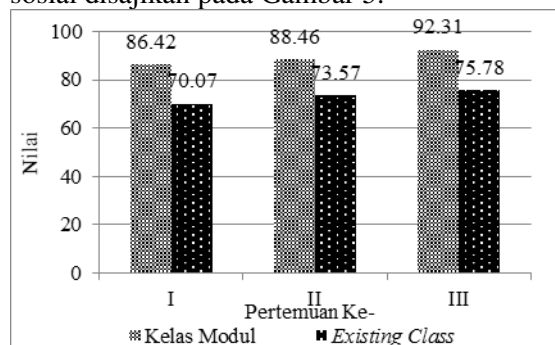


Gambar 4. Histogram Hasil Belajar Aspek Sikap Spiritual

Gambar 4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai spiritual sebesar 79,81% untuk kelas modul dan 78,13% untuk *existing class*.

3. Data Hasil Belajar Aspek Sikap Sosial

Penilaian hasil belajar aspek sikap sosial siswa dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar observasi yang diisi oleh dua orang pengamat. Data hasil belajar aspek sikap sosial disajikan pada Gambar 5.



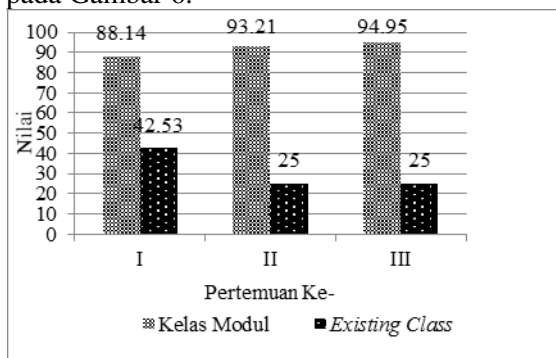
Gambar 5. Histogram Hasil Belajar Aspek Sikap Sosial

Gambar 5 menunjukkan bahwa persentase penilaian aspek sikap sosial kelas modul pada pertemuan I sebesar 86,42%, pertemuan II sebesar 88,46% dan pertemuan III sebesar 92,31%. Secara keseluruhan hasil aspek sikap sosial siswa selama tiga kali pertemuan sebesar 89,06%. Persentase penilaian aspek sikap sosial *existing class* pada pertemuan I sebesar 70,07%, pertemuan II sebesar 73,57% dan pertemuan III sebesar 75,78%.

75,78%. Secara keseluruhan hasil aspek sikap siswa selama tiga kali pertemuan sebesar 73,13%.

4. Data Hasil Belajar Aspek Keterampilan

Penilaian hasil belajar aspek keterampilan siswa dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar observasi yang diisi oleh dua orang pengamat. Data hasil belajar aspek sikap keterampilan disajikan pada Gambar 6.

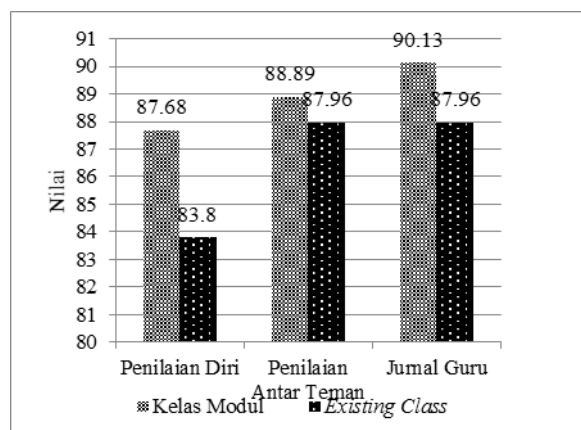


Gambar 6. Histogram Hasil Belajar Aspek Keterampilan

Gambar 6 menunjukkan bahwa persentase penilaian aspek keterampilan kelas modul pada pertemuan I sebesar 88,14%, pertemuan II sebesar 92,31% dan pertemuan II sebesar 94,95%. Secara keseluruhan hasil aspek keterampilan siswa selama tiga kali pertemuan sebesar 92,1%. Persentase penilaian aspek sikap sosial pada *existing class* pertemuan I sebesar 42,53%, pertemuan II sebesar 25% dan pertemuan III sebesar 25%. Secara keseluruhan hasil aspek sikap siswa selama tiga kali pertemuan sebesar 30,84%.

5. Data Penilaian Diri, Penilaian Antar Teman dan Jurnal Guru

Selain penilaian menggunakan lembar observasi yang telah dilakukan diatas, peneliti juga menggunakan lembar penilaian diri siswa, penilaian antar teman dan jurnal guru. Data penilaian diri, penilaian antar teman dan jurnal guru disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram Hasil Penilaian Diri, Penilaian antar Teman dan Jurnal Guru

Gambar 7 menunjukkan bahwa untuk penilaian diri siswa kelas modul diperoleh rata-rata 87,68, sedangkan *existing class* diperoleh rata-rata 83,8. Hasil penilaian antar teman untuk kelas modul diperoleh rata-rata 88,89, sedangkan *existing class* diperoleh rata-rata 87,96. Hasil penilaian antar teman untuk kelas modul diperoleh rata-rata 90,13, sedangkan *existing class* diperoleh rata-rata 87,96.

PEMBAHASAN

1. Karakteristik Modul Biologi Berbasis *Inquiry Real World Application*

Modul dikembangkan dengan basis *inquiry real world application* yang merupakan bagian dari model inkuiri. Komponen utama modul disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran *inquiry real world application* disertai dengan komponen penunjang yang lain. Komponen utama modul yaitu observasi, manipulasi, generalisasi, verifikasi, dan aplikasi. Komponen penunjang modul sampul, kata pengantar, informasi KI, KD, dan indikator yang akan dicapai, petunjuk penggunaan modul, peta isi modul, konfirmasi modul, soal latihan, uji kompetensi, kunci jawaban dari soal latihan serta uji kompetensi, glosarium, dan daftar pustaka.

Modul berbasis *inquiry real world application* melatih kemampuan siswa dalam memecahkan masalah sehari-hari melalui kerja individu maupun kelompok melalui pendekatan berbasis masalah atau proyek (Wenning, 2011). Komponen utama

modul diawali dengan bagian observasi yang berisi permasalahan nyata sehari-hari. Proses pembelajaran yang diawali dengan permasalahan nyata sehari-hari meningkatkan motivasi belajar siswa (Siska *et al.*, 2013). Permasalahan dihadirkan dalam bentuk wacana dan gambar yang menarik. Wacana yang dihadirkan bersifat terbuka sehingga siswa dapat mengidentifikasi beberapa rumusan masalah. Tahap observasi berupa kegiatan mengamati dan menanya. Kegiatan siswa dalam mengamati wacana dan gambar menjadi dasar dalam kegiatan menanya. Kegiatan menanya dilakukan siswa dengan merumuskan permasalahan. Permasalahan yang dirumuskan sendiri oleh siswa berpengaruh positif terhadap pencapaian akademik, perkembangan konsep dan sikap ilmiah siswa (Etherington, 2011). Tahap manipulasi berupa kegiatan merancang percobaan. Rancangan percobaan berupa daftar alat dan bahan yang diperlukan serta urutan cara kerja. Penelitian Wulandari *et al.* (2013) menyatakan bahwa keterampilan merancang percobaan merupakan keterampilan yang kurang dikuasai oleh siswa. Oleh karena itu perlu adanya panduan dalam merancang percobaan. Panduan merancang percobaan dalam modul berupa sketsa gambar alat serta alur cara kerja. Tahap generalisasi merupakan kegiatan siswa mengaplikasikan rancangan percobaan yang telah disusun. Siswa melakukan percobaan, mengendalikan variabel, mengumpulkan data, menganalisis, dan mengasosiasikan data yang diperoleh dalam tahap generalisasi. Kegiatan mengumpulkan data termasuk kegiatan yang biasa dilakukan saat praktikum, namun keterampilan siswa masih kurang dilatih. Pengumpulan data dalam modul difasilitasi dengan tabel data. Adanya tabel data membantu siswa mengumpulkan dan menyajikan data dalam bentuk yang mudah dibaca dan bermakna (Wulandari *et al.*, 2013). Analisis data berperan penting dalam mengkonstruksi pengetahuan siswa. Elvinawati (2011) mengungkapkan bahwa analisis data berperan mengkonstruksi pengetahuan serta membuat kaitan antara konsep-konsep yang dipelajari serta meningkatkan penguasaan materi. Tahap verifikasi merupakan kegiatan

siswa mengkomunikasikan hasil percobaan dan analisis data. Komunikasi dapat dilakukan secara lisan maupun tertulis. Komunikasi secara tertulis difasilitasi langsung dalam modul. Trowndow *et al.* (2010) mengungkapkan bahwa proses inkuiri siswa dapat diberdayakan melalui jurnal tertulis. Tahap aplikasi merupakan kegiatan siswa mengevaluasi dan mengaplikasikan pengetahuan yang sudah diperoleh dalam konteks kehidupan nyata. Morrison dan Estes (2010) menyatakan bahwa aplikasi skenario dunia nyata merupakan strategi yang efektif untuk mengajarkan sains sebagai proses.

2. Kelayakan *Prototype* Modul Biologi Berbasis *Inquiry Real World Application* pada Materi Bioteknologi

Kelayakan *prototype* modul berbasis *inquiry real world application* pada materi bioteknologi dinilai dari hasil validasi oleh validator ahli dan uji keterbacaan. Validasi ahli meliputi validator ahli materi, ahli perangkat pembelajaran, ahli pengembangan modul, dan ahli bahasa. Uji keterbacaan meliputi validasi oleh praktisi pendidikan dan siswa.

Hasil validasi oleh para ahli menyatakan bahwa *prototype* modul yang dikembangkan berkategori sangat baik. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Muruganantham (2015) dan Hogan & Garling (2010) yang menyatakan bahwa modul yang dikembangkan melalui prosedur ADDIE layak digunakan dalam usaha meningkatkan kualitas berbagai sarana pendidikan dan pelatihan. Modul berdasarkan model ADDIE juga lebih diterima oleh siswa dalam proses pembelajaran sains (Naval, 2014). Prosedur ADDIE menghasilkan modul yang valid dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran (Singh, 2010).

Hasil uji keterbacaan berupa validasi dari praktisi pendidikan menyatakan bahwa modul yang dikembangkan berkategori sangat baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Alias *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa guru berpendapat positif terhadap penggunaan modul di kelas. Pendapat guru antara lain: modul menyediakan kesempatan bagi siswa untuk menguasai konsep-konsep biologi, penggunaan modul dalam proses pembelajaran

meningkatkan ketertarikan siswa dalam belajar biologi sesuai dengan gaya belajar, modul memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar sesuai gaya belajar masing-masing, modul membantu guru dalam mengajar terutama dalam mengakomodasi perbedaan individual siswa, penggunaan modul dalam proses pembelajaran membantu siswa dalam menguasai konsep-konsep biologi yang abstrak.

Hasil uji keterbacaan siswa yang melibatkan 12 siswa kelas XII SMA menyatakan bahwa modul yang dikembangkan berkategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa modul sesuai digunakan untuk siswa kelas XII SMA. Kedalaman dan keluasan materi bioteknologi yang termuat dalam modul mempertimbangkan muatan kurikulum, perkembangan kognitif siswa, dan sarana laboratorium sekolah.

Siswa kelas XII SMA merupakan remaja dengan usia 16-18 tahun yang sudah memasuki tahap perkembangan kognitif operasional formal (Dahar, 2011). Siswa pada tahap operasional formal mampu berpikir logis tanpa kehadiran benda-benda konkret, dengan kata lain sudah mampu melakukan abstraksi. Hal tersebut berguna ketika mempelajari materi bioteknologi terutama pada sub konsep bioteknologi modern dan dampak bioteknologi. Lu *et al.* (2010) menunjukkan bahwa proses pembelajaran biologi yang memperhatikan perkembangan kognitif pada siswa kelas XII SMA meningkatkan daya penalaran dan kemampuan sosial siswa.

Kegiatan laboratorium dalam modul disusun sesuai dengan permasalahan sehari-hari dan dapat dilakukan oleh siswa SMA serta mampu difasilitasi oleh peralatan laboratorium sekolah. Kegiatan laboratorium yang relevan dan menarik memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan bagi siswa (Yeung *et al.*, 2011). Kegiatan laboratorium memaksimalkan pemahaman konsep siswa (Domin, 2010). Berdasarkan uji kelayakan di atas maka modul biologi berbasis *inquiry real world application* layak untuk digunakan dalam uji coba produk.

3. Keefektifan Modul Biologi Berbasis *Inquiry Lesson* pada Materi Bioteknologi dalam Meningkatkan Hasil Belajar

Keefektifan modul biologi berbasis *inquiry real world application* didasarkan pada ada tidaknya perbedaan positif pada hasil belajar kelas modul dibandingkan dengan *existing class*. Hasil belajar siswa meliputi 3 aspek, yaitu: aspek pengetahuan, aspek sikap (spiritual dan sosial) dan aspek keterampilan. Aspek pengetahuan *kelas modul* memperoleh nilai rata-rata sebesar 84,1, sedangkan *existing class* diperoleh rata-rata sebesar 79,80. Hasil uji statistik menggunakan uji *Independent Sample t-Test* diperoleh signifikan 0,042, perolehan taraf signifikan tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak ($0,013 < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan hasil belajar antara kelas modul dengan *existing class*.

Inkuiri merupakan model pembelajaran berpendekatan saintifik. Pendekatan saintifik mensyaratkan kegiatan siswa berupa mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi, mengkomunikasikan dan mengevaluasi. Modul biologi berbasis *inquiry real world application* mengintegrasikan sintaks pembelajaran inkuiri dengan kegiatan siswa pada pendekatan saintifik. Pengintegrasian tersebut memfasilitasi siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri sekaligus melatih keterampilan pemecahan masalah. Konstruksi pengetahuan yang dibangun secara mandiri oleh siswa memiliki retensi yang kuat sehingga memaksimalkan hasil belajar aspek pengetahuan (Trowbridge dan Bybee, 1996). Pembelajaran dengan model inkuiri meningkatkan penguasaan siswa terhadap materi pembelajaran (Veloo *et al.*, 2013; Sugiyanto *et al.*, 2013; Kolloffel dan Jong, 2013). Panduan penerapan model *inquiry real world application* dalam bentuk modul juga berperan dalam meningkatkan hasil belajar siswa (Towndrow *et al.*, 2010).

Pembelajaran dengan modul biologi berbasis *inquiry real world application* mampu meningkatkan hasil belajar siswa aspek sikap. Model pembelajaran inkuiri membimbing siswa bersikap seperti ilmuwan dalam

melakukan penyelidikan. Penyelidikan ilmiah dilakukan dengan keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains yang dilatihkan dalam modul biologi berbasis *inquiry real world application* antara lain: 1) keterampilan melakukan pengamatan saat tahap observasi; 2) keterampilan mencatat data, melakukan pengukuran, mengimple-mentasikan prosedur, mengikuti instruksi dan menginferensi data saat tahap generalisasi; dan 3) keterampilan melaporkan hasil investigasi saat tahap verifikasi. Keterampilan proses sains yang dilatihkan secara kontinyu akan menjadikan siswa memiliki sikap ilmiah yang baik (Veloo *et al.*, 2013, Gautreau & Binns, 2012).

Sikap sosial siswa juga diberdayakan melalui modul biologi berbasis *inquiry real world application*. Sikap sosial siswa yang diberdayakan antara lain saling bekerjasama dan menghargai dengan teman sejawat. Kerjasama dan saling menghargai dilatihkan melalui kegiatan-kegiatan siswa secara berkelompok pada tahap generalisasi dan verifikasi. Kegiatan siswa secara berkelompok memberikan peluang terjadinya interaksi antar siswa sehingga menumbuhkan sikap saling bekerjasama dan saling menghargai. Proses pembelajaran dalam kelompok-kelompok kecil berpengaruh positif terhadap hasil belajar siswa aspek sikap sosial (Primarinda *et al.*, 2012).

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan menunjukkan bahwa: 1) karakteristik modul biologi yang dikembangkan adalah modul diintegrasikan dengan sintaks *inquiry real world application* yaitu *observation, manipulation, generalization, verification* dan *application*. Komponen utama modul meliputi observasi, manipulasi, generalisasi, verifikasi, dan aplikasi. Komponen penunjang modul sampul, kata pengantar, informasi KI, KD, dan indikator yang akan dicapai, petunjuk penggunaan modul, peta isi modul, konfirmasi modul, soal latihan, uji kompetensi, kunci jawaban dari soal latihan serta uji kompetensi,

glosarium, dan daftar pustaka; 2) kelayakan *prototype* modul biologi berbasis *inquiry real world application* ditunjukkan melalui hasil validasi dan uji keterbacaan. Hasil validasi pada aspek materi berkategori 'sangat baik', aspek perangkat pembelajaran berkategori 'sangat baik', aspek pengembangan modul berkategori 'sangat baik', serta aspek bahasa berkategori 'sangat baik'. Uji keterbacaan modul guru oleh praktisi pendidikan berkategori 'sangat baik'. Hasil uji keterbacaan modul siswa berkategori 'baik'; 3) modul biologi berbasis *inquiry real world application* efektif meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil belajar siswa kelas modul pada aspek pengetahuan, sikap spiritual, sikap sosial, dan keterampilan yang lebih baik daripada hasil belajar siswa *existing class*. Hasil belajar siswa kelas modul pada aspek pengetahuan rata-rata sebesar 84,1, aspek sikap spiritual mendapatkan hasil rata-rata sebesar 79,81%, aspek sikap sosial sebesar 89,06% serta aspek keterampilan sebesar 92,1%.

Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan, perlu dilakukan perbaikan dan saran dalam pemanfaatan produk lebih lanjut antara lain: 1) modul dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan dalam pengembangan buku ajar oleh guru; 2) penggunaan modul berbasis *inquiry real world application* memerlukan sarana dan prasarana yang menunjang kegiatan praktikum; 3) penerapan modul berbasis *inquiry real world application* hanya terbatas pada satu sekolah yaitu SMA Negeri 1 Magelang. Oleh karenanya, perlu adanya penelitian lebih luas mengenai hal tersebut; 4) modul biologi berbasis *inquiry real world application* pada materi bioteknologi memerlukan pengujian lebih luas (desiminasi dan implementasi) untuk menyempurnaan tahap penelitian pengembangan yang dilakukan; 5) modul biologi berbasis *inquiry real world application* mungkin dapat dikembangkan untuk materi lain yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alias, Norlidah, Dorothy De Witt, Mohd Nazri Abdul Rahman, Rashidah Begum Gelamdin, Rose Amnah, Abd Rauf, & Saedah Siraj. 2014. Effectiveness of the Biology PTechLS Module in a Felda Science Centre. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*. Volume 2, Issue 4. 31-36 and Social Science, vol. 1, No. 19, hlm. 269-276.
- Borg, Walter R & Gall, Meredith D. 1983. *Education research. An introduction*. Longman. New York & London.
- Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer
- Dahar, Ratna Wilis. 2011. *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga
- Domin, Daniel S. 2010. Students' perceptions of when conceptual development occurs during laboratory instruction. *Chemistry Education Research and Practice*. 2007, 8(2), 140-152
- Elvinawati. 2011. Optimalisasi Pembelajaran Kimia Pemisahan Melalui Penerapan Pendekatan Konstruktivis dan Model Peta Konsep. *Jurnal Exacta*. Vol. IX. No. 1 Juni 2011. ISSN: 1412-3617
- Etherington, Matthew. 2011. Investigative Primary Science: A Problem based Learning Approach. *Australian Journal of Teacher Education*. Vol 36. No. 9. 53-74
- Gautreau, Brian T. & Ian C. Binns. 2012. Investigating Student Attitudes and Achievements in an Environmental Place-Based Inquiry In Secondary Class Rooms. *International Journal of Environmental & Science Education*. Vol. 7, No.2, April 2012 167-195
- Hogan, Lance & Natalie Garling. 2010. Bortz's Learning Module: An Alternative Approach to Training Program Curriculum Development. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*. Vol. 4, Num. 2, December 2010
- Kolloffel, Bas & Tan de Jong. 2013. Conceptual Understanding of Electrical Circuits in Secondary Vocational Engineering Education: Combining Traditional Instruction with Inquiry Learning in a Virtual Lab. *Journal of Engineering Education*. [Volume 102, Issue 3](#), pages 375–393, July 2013
- Lu, Tan Ni, Bronwoe Cowie, & Allister Jones. 2010. Senior High School Student Biology Learning in Interactive Teaching. *Research in Science Education*. March 2010, Volume 40, [Issue 2](#), pp 267-289
- Morrison, J. A. & Estes, J. (2010). Using scientists and real-world scenarios in professional development for middle school science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 165-184
- Muruganantham, G. 2015. Developing of E-content package by using ADDIE Model. *International Journal of Applied Research 2015*; 1(3): 52-54. ISSN Print: 2394-7500 ISSN Online: 2394-5869
- Naval, D. J. 2014. Development and Validation of Tenth Grade Physics Modules Based on Selected Least Mastered Competencies. *International Journal of Education and Research*. Vol. 2 No. 12. December 2014: 145. ISSN: 2201-6333 (Print) ISSN: 2201-6740 (Online)
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah
- Primarinda, Ikha, Maridi & Marjono. 2012. Pengaruh Model Pembelajaran Cooperative Learning Tipe Group Investigation Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X SMA Negeri 4 Surakarta Tahun Pelajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol 4. No. 2. Hal 60-71.
- Sadeh, Irit, & Michal Zion. 2012. Which Type of Inquiry Project Do High School Biology Students Prefer: Open or Guided?. *Research Science Education* (2012) 42: 831-848
- Singh, Oma B. 2010. *Development and Validation of A Web-Based Module To Teach Metacognitive Learning Strategies To Students In Higher Education*. Graduate Thesis and Dissertation. University of South Florida
- Siska, Meli, Kurnia & Yayan Sunarya. 2013. Peningkatan Keterampilan Sains Siswa SMA Melalui Pembelajaran Parktikum Berbasis Inkuiri Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Riset dan Pendidikan Kimia*. Vol. 1. No. 1. ISSN: 2301-721X

- Suardana, I Nyoman. 2010. *Penerapan Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah Dengan Pendekatan Kooperatif Berbantuan Modul Untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Mahasiswa Pada Perkuliahan Kimia Fisika 1*. J. Pendidikan dan Pengajaran IKIP Negeri Singaraja No. 4 Th. XXXIX Oktober 2010. ISSN 0215-8250:751-768
- Sugiyanto, Widha Sunarno & Baskoro Adi Prayitno. 2013. Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Disertai Multimedia pada Materi Keanekaragaman Makhluk Hidup di SMPN 1 Kendal Kaupaten Ngawi. *Bioedukasi*. Vol 6. No. 1. Hal 22-23
- Sund, Robert B. & Leslie W. Trowbridge. 1973. *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Ohio: Charles E. Merrill
- Thoharudin, U., Hendrawati, S., & Rustaman, A. 2011. *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung: Humaniora
- Trowbridge, Leslie & Rodger Bybee. 1996. *Becoming a Secondary School Science Teacher*. New Jersey: Prentice Hall
- Trowbridge, Leslie dan Rodger Bybee. 1996. *Becoming a Secondary School Science Teacher*. New Jersey: Prentice Hall
- Trowndow, P. A., Ling, T. A. & Venthan, A. M. 2010. Promoting Inquiry Through Science Reflective Journal Writing. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. Vol 4 (3). Hal 279-183
- Veloo, A., Perumal, S., & Vikneswary, R., 2013. Inquiry-based Instruction, Students' Attitudes and Teachers' support Towards Science Achievement in Rural Primary Schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol 93. Hal 65-69
- Wenning, C. J. 2011. Levels of Inquiry Model of Science Teaching: Learning Sequences to Lesson Plans. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 6(2), 17-20
- _____. 2012. Levels of Inquiry: Using Inquiry Spectrum Learning Sequences to Teach Science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(3), 11-20
- Wulandari, Ade Dewi, Kurnia & Yayan Sunarya. 2013. Pembelajaran Praktikum Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Riset dan Pendidikan Kimia*. Vol. 1. No. 1. ISSN: 2301-721X
- Yeung, Alexandra, Simon M. Pyke, Manjula D. Sharma, Simon C. Barrie, Mark A. Buntine, Karen Burke Da Silva, Scott H. Kable, Kieran F. Lim, 2011. The Advancing Science by Enhancing Learning in the Laboratory (ASELL) Project: The first Australian multidisciplinary workshop. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 19 (2), 51-72, 2011. 51