

Pengembangan Modul Biologi Berbasis *Problem Based Learning* Siswa SMK Pertanian pada Materi Pewarisan Sifat

Adelima Dyah Kartika¹, Siti Zubaidah¹, Heru Kuswantoro¹

¹Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 26-06-2019
Disetujui: 23-06-2020

Kata kunci:

problem based learning;
inheritance;
SMK students;
problem based learning;
pewarisan sifat;
siswa SMK

ABSTRAK

Abstract: The aim of this research and development was to examine the validity and practicality of problem based learning biology modules for High School students at Tulungagung. Based on the results of research on heterosis F1 soybean characterization resulting from crossing argomulyo varieties and CpMMV resistant lines. The learning module development model used is the ADDIE by Welty. The module feasibility assessment is assessed by namely practitioners, material experts and teaching materials experts, who are competent in their fields. Practical test through testing a small group of students using the questionnaire given. Overall, the results of module validation developed by material expert validators, module experts, and field practitioners in accordance with the aspects assessed and practicality tests obtain a good percentage, so that it can be concluded that the development of PBL-based modules on inheritance properties is stated very practical.

Abstrak: Penelitian pengembangan ini bertujuan menguji kevalidan dan kepraktisan modul Biologi *problem based learning* siswa SMKN 1 Tulungagung. Berdasarkan hasil penelitian karakterisasi heterosis F1 kedelai hasil persilangan varietas argomulyo dan galur tahan CpMMV. Pembelajaran menggunakan modul dengan model *ADDIE* yang dikembangkan oleh Welty. Modul yang dikembangkan dinilai kelayakannya oleh validator ahli materi, ahli modul, dan praktisi lapangan yang sudah kompeten di bidangnya. Uji kepraktisan melalui uji kelompok kecil siswa menggunakan angket yang diberikan. Secara keseluruhan, hasil validasi modul yang dikembangkan oleh praktisi lapangan, ahli modul, dan materi sesuai dengan aspek yang telah dinilai serta dan uji kepraktisan memperoleh persentase yang baik sehingga kesimpulan yang diperoleh pengembangan modul *Problem Based Learning* Pewarisan Sifat dinyatakan sangat valid dan sangat praktis.

Alamat Korespondensi:

Adelima Dyah Kartika
Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: dyahkartika271@gmail.com

Berbagai jenis bahan ajar untuk mendukung kegiatan pembelajaran sangat beragam salah satunya terdapat buku (Sadjati, 2004); Hernawan, Permasih, & Dewi, 2008 ; Lestari, 2013), modul (Sadjati, 2004 ; Hernawan, Permasih, & Dewi, 2008 ; Lestari, 2013), LKS (Lestari, 2013), dan *handout* (Sadjati, 2004; Hernawan, Permasih, & Dewi, 2008) . Masing-masing jenis bahan ajar tersebut memiliki karakteristik yang dapat menunjang proses pembelajaran. Pengembangan modul saat ini dalam proses pembelajaran dibutuhkan sebab memiliki karakteristik unik (Hernawan, Permasih, & Dewi, 2008 ; Pranata & Mahanal, 2016). Bahan ajar cetak berupa modul disusun utuh dan sistematis, terintegrasi dengan pengalaman belajar yang terkonsep dan didesain memudahkan siswa mencapai tujuan belajar (Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008; Depdiknas, 2008). Kehadiran modul memudahkan pembelajaran guna menciptakan pembelajaran yang berkualitas dan siswa mampu mempelajari tujuan pembelajaran secara runtut sehingga mampu menguasai semua kompetensi dengan terpadu dan utuh (Eriyadi, 2008; Agustina, Muhdhar, & Amin, 2014). Modul memuat komponen materi, metode, bahasan dan mengevaluasi disusun secara sistematis dan menarik berfungsi mewujudkan kompetensi sesuai kompleksitasnya serta memiliki kelebihan sebagai bahan ajar yang lengkap, mudah dibawa, dan dipelajari kapan saja secara mandiri oleh peserta didik (Makmun, 2005 ; Majid, 2007; Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008; Depdiknas, 2008). Hal ini tepat untuk mengatasi alokasi waktu yang terbatas (Depdiknas, 2008; Susanti, 2015). Modul yang dikembangkan akan diterapkan dalam pembelajaran *Problem Based Learning*.

Problem Based Learning merupakan model pembelajaran yang menyuguhkan berbagai situasi bermasalah secara autentik dan bermakna kepada siswa, dan dapat berfungsi sebagai batu loncatan untuk investigasi serta penyelidikan (Arends, 2008), guna menemukan solusi dari permasalahan yang telah dianalisis dan dievaluasi (Krisanti & Mulia, 2016). Karakteristik *Problem Based Learning* mengacu kepada aliran pendidikan konstruktivisme, dimana belajar merupakan proses aktif dari pebelajar untuk membangun pengetahuannya (Kusumaningtias, Zubaidah, & Indriwati, 2013). Sintaks dari *problem based learning* digunakan sebagai pedoman dalam mengarahkan kegiatan belajar siswa dan mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses belajar serta mengonstruksi pengetahuannya sendiri (Yuan, Kunaviktikul, Klunklin, & Williams, 2008). Siswa di lingkungan *Problem Based Learning* lebih setuju pada asumsi konstruktivis pembelajaran kooperatif dan penggunaan masalah otentik karena dapat meningkatkan motivasi belajar (Loyens & Paas, 2011). Alasan penggunaan model pembelajaran *problem based learning* karena kondisi pembelajarannya menempatkan situasi dunia nyata dengan jelas dan kontekstual ke dalam kelas melalui pemberian masalah nyata, permasalahan tersebut memberikan informasi, arahan, dan penjelasan pada siswa sewaktu mereka membangun pengetahuan baru selain mengembangkan kecakapan menyelesaikan masalah (Mayo, P., Donnelly, M.B., Nash, P. P. & Schwartz, R.W, 1993). Pembelajaran menggunakan PBL dimulai dengan memberikan suatu permasalahan nyata yang wajib diselesaikan siswa (Boud, 1985; Boud & Feletti, 1991). Masalah nyata dan kompleks yang diberikan akan memicu serta memotivasi siswa untuk mengidentifikasi, mempelajari konsep/prinsip yang diperlukan agar dapat menyelesaikan masalah (Duch, B.J., Allen, D.E. & White, H.B, 1998 ; Belt, S., Evans, E., McCreedy, T., Overton, T. & Summerfield, S., 2002.) Pembelajaran menggunakan modul biologi berbasis PBL berpotensi mewujudkan kegiatan belajar mandiri (Primarinda, I., Prayitono, A, B., & Maridi, 2015). Pengalaman belajar menggunakan modul biologi dengan *Problem Based Learning* meningkatkan keterampilan berpikir dan membangun pikiran efektif dalam penyelesaian masalah (Whitcombe, 2015). Selain itu, pembelajaran menggunakan modul berbasis *Problem Based Learning* membantu memberikan informasi pada siswa yang jelas dan sistematis, sehingga dapat dijadikan sumber belajar mandiri yang mampu menampilkan kompetensi terhadap sikap ilmiah, kreativitas, pikiran logis, dan produktivitas (Alfiantara, Kusumo, & Susilaningsih, 2016).

Hasil wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran Biologi di SMKN 1 Tulungagung hari Rabu 22 November 2018 bahwa kebutuhan kegiatan pembelajaran sudah cukup mendukung, karena untuk kegiatan praktikum siswa disediakan lahan khusus untuk berlatih membudidayakan tanaman. Guru dalam kegiatan pembelajaran menggunakan bahan ajar seperti buku paket, media slide PPT, dan modul. Siswa masih merasa kesulitan memahami materi dan motivasi rendah karena bahasan yang terdapat dalam buku paket lebih banyak berisikan kajian teori serta gambar yang ditampilkan jarang berwarna. Bahasan materi di buku paket belum dibahas secara mendetail. Modul yang disajikan guru dalam pembelajaran masih terbatas dengan soal evaluasi dan sedikit materi serta belum menarik perhatian siswa untuk belajar. Penyusunan bahan ajar seperti modul masih terdapat kekurangan dan ketidaksesuaian dengan standar ketentuan dari pemerintah, sehingga menanggapi fakta tersebut perlu dilakukan perbaikan modul yang sesuai dengan kriteria modul yang baik.

Analisis kebutuhan 32 orang siswa kelas ATPH 3 SMKN 1 Tulungagung pada 22 November 2018 menggunakan angket kebutuhan siswa. Hasil perhitungan analisis kebutuhan sebesar 29,08% menunjukkan guru memberi fasilitas untuk belajar berupa file pdf yang berisikan uraian materi dan belum bersifat kontekstual. Pembelajaran menggunakan modul menunjukkan sebesar 19,47% jarang dilakukan karena guru sering dalam pembelajaran menggunakan buku paket yang menyajikan materi cukup kompleks dan jarang ada penjelasan gambar. Pembelajaran Biologi dengan memanfaatkan browsing dan laptop untuk tersambung dengan internet menunjukkan sebesar 15,38%, sehingga mereka dapat mengakses materi pelajaran.

Biologi adalah satu matapelajaran pokok di jurusan agribisnis pertanian. Kenyataannya penerapan pelajaran Biologi siswa kelas X di SMKN 1 Tulungagung membosankan, dianggap sulit dan banyak materi yang harus dihafal sehingga menyulitkan siswa, khususnya materi pewarisan sifat. Hasil wawancara dengan guru menunjukkan materi tersebut membutuhkan konsep jelas dan sulit mengaplikasikan dalam kehidupan nyata. Siswa merasa kesulitan untuk mempelajari adanya hitungan matematis dan konsep abstrak. Materi pewarisan sifat menuntut siswa untuk mengidentifikasi dan menyimpulkan keterkaitan antara gen, DNA, dan kromosom pada pewarisan sifat, sehingga membutuhkan proses belajar yang kontekstual dan siswa terlibat dalam menemukan dan memperoleh pengalaman belajar yang bermakna. Harapan guru melalui pengembangan modul Biologi dapat memenuhi tuntutan kompetensi siswa.

Pengembangan modul Biologi *Problem Based Learning* di dalam proses pembelajaran mencakup hasil penelitian tentang karakterisasi heterosis F1 bibit unggul kedelai tahan virus CpMMV siswa kelas X di SMKN 1 Tulungagung. Berdasarkan kajian peneliti terdahulu menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan modul berbasis *Problem Based Learning* terbukti dapat mengoptimalkan hasil belajar siswa. Hal ini disebabkan pembelajaran dengan modul berbasis *Problem Based Learning*, membantu siswa memperoleh pengetahuannya sendiri, menemukan, dan menganalisis masalah, sehingga siswa mampu akan konsep yang dipelajari. Berdasarkan uraian diatas, maka pengembangan modul *Problem Based Learning* berdasarkan karakterisasi heterosis dengan objek yang diteliti menggunakan tanaman kedelai untuk kegiatan pembelajaran di SMKN1 Tulungagung.

METODE

ADDIE merupakan model yang digunakan dalam mengembangkan modul dan terdiri atas tahapan *Analysis* (analisis), *Design* (desain), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi) (Welty, 2007 ; Branch, 2009). Model pengembangan ADDIE memiliki kelebihan yaitu tahapannya sistematis, ringkas, dan efisien dalam mengembangkan produk.

Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Tahap analisis (*analyze*) dilakukan guna mengetahui kebutuhan siswa mengenai bahan ajar pada kegiatan pembelajaran. Akhir dari tahapan ini adalah penentuan judul modul pembelajaran yang akan dikembangkan. Tahap perancangan (*design*) digunakan untuk menemukan permasalahan yang diperlukan oleh siswa kelas X ATPH 3 di SMKN 1 Tulungagung dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan efektif mencapai tujuan pembelajaran. Modul yang dikembangkan akan memuat komponen bagian pendahuluan, isi, dan penutup. Bagian pendahuluan memuat cover, judul modul, kata pengantar, daftar isi, tabel, gambar, petunjuk penggunaan modul, dan peta konsep. Bagian isi memuat kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, pendahuluan materi setiap topik, penugasan berupa aktivitas siswa, rangkuman, kunci jawaban, soal evaluasi dan penilaian. Bagian penutup memuat daftar pustaka dan biodata penulis. Produk pengembangan modul berbasis *Problem Based Learning* pada mata pelajaran Biologi diharapkan dapat bermanfaat untuk seluruh siswa SMK pada topik Pewarisan Sifat.

Tahap pengembangan (*develop*) bertujuan mengembangkan rancangan yang dibuat menjadi sebuah produk dan dilakukan proses validasi. Tahap ini bertujuan untuk memilih dan membuat materi pendukung produk yang dikembangkan, seperti foto dan gambar hasil penelitian, bahan praktikum, dan materi lain yang mendukung. Media yang dipilih disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan memfasilitasi siswa untuk belajar. Konten yang akan dikembangkan yaitu modul berbasis *Problem Based Learning* dengan kelima tahapan dari sintaks *Problem Based Learning*, yaitu orientasi permasalahan, mengorganisasikan proses pembelajaran, membantu investigasi siswa, mengembangkan dan mempresentasikan serta memamerkan, menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah yang disesuaikan dengan rancangan yang disusun pada tahap sebelumnya. Modul yang disusun menggunakan struktur bahasa yang mudah dipahami, memotivasi belajar, dan memuat kegiatan ilmiah. Revisi formatif dilakukan setelah modul pembelajaran yang disusun diuji validasi dengan dosen ahli modul pembelajaran atau bahan ajar, ahli materi dan ahli praktisi/pengguna bahan ajar modul. Pengembangan produk akan dilakukan revisi sesuai penilaian dan mengetahui kelayakan modul. Produk divalidasi menggunakan lembar validasi sesuai kisi-kisi oleh ahli materi, modul, dan praktisi lapangan.

Tahap penerapan (*implementation*) ini bertujuan untuk menerapkan produk yang telah dikembangkan. Pengembangan ditujukan untuk mendapatkan data kesesuaian produk. Tahap evaluasi (*evaluation*) dilaksanakan untuk mengetahui kekurangan dari modul. Revisi dilakukan dengan tujuan mengurangi kelemahan kualitas produk yang dikembangkan oleh masing-masing validator. Evaluasi dilakukan untuk memperoleh hasil dari penerapan modul. Hasil yang diperoleh dijadikan dasar untuk menentukan kevalidan dan kepraktisan modul.

Jenis Data

Data hasil penelitian dan pengembangan berasal dari hasil uji kepraktisan dan validasi ahli. Uji coba pada siswa meliputi uji kepraktisan pada 32 orang siswa. Jenis data yang dihasilkan adalah kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif meliputi semua tanggapan validator dan siswa dengan menggunakan angket. Data kuantitatif meliputi hasil perhitungan nilai rata-rata angket dengan menggunakan Skala Likert yang diberikan pada para ahli dan siswa.

Analisis Data dan Hasil Kevalidan Produk

Hasil data penilaian modul diperoleh dari para ahli materi, modul dan praktisi diolah menggunakan teknik analisis deskriptif dalam bentuk persentase. Rumus dijabarkan sebagai berikut.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\sum X}{EXi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase

$\sum X$ = Total jumlah skor jawaban responden

$\sum Xi$ = Total jumlah skor ideal

Untuk menarik kesimpulan kevalidan modul, maka hasil hitungan persentase sesuai kriteria validitas oleh Akbar (2013), yaitu rentang persentase antara 85.01—100% artinya produk dinilai baik dan dapat disebarkan (sedikit revisi), 70.0—85.00% artinya produk baik dan dapat disebarkan (perlu revisi), 50,01—70.00% artinya cukup baik digunakan (revisi banyak), dan 01.00—

50.00% artinya tidak boleh digunakan (harus banyak revisi). Hasil analisis data pengembangan modul oleh validator materi memperoleh rerata persentase sebesar 89,13% dengan kriteria sangat valid digunakan, setelah produk yang dikembangkan melalui revisi sesuai masukan dari validator. Ringkasan data dari hasil validator ahli materi disajikan pada tabel 1. Berdasarkan angket yang telah diberikan kepada ahli materi pada saat validasi, diperoleh komentar dan saran yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Ringkasan Data Hasil Validasi Modul oleh Ahli Materi

Indikator Penilaian	Persentase Penilaian (%)	Keterangan
Kesesuaian materi dengan KD	100%	Sangat valid digunakan
Keakuratan materi	80.76%	Cukup valid digunakan
Kedalaman materi	75.00%	Cukup valid digunakan
Kekontekstualan materi	100%	Sangat valid digunakan
Kemutakhiran materi	91.60%	Sangat valid digunakan
Mendorong keingintahuan	91.60%	Sangat valid digunakan
Penyajian Materi	85.00%	Sangat valid digunakan
Rata-rata	89.13%	Sangat valid digunakan

Tabel 2. Revisi Produk dari Ahli Materi

No	Saran Perbaikan	Revisi yang dilakukan
1	Referensi yang digunakan dalam penyusunan modul harus valid	Memperbaiki referensi yang disajikan pada modul menggunakan sumber yang valid
2	Menampilkan link alamat video untuk proses transkripsi dan translasi	Menambahkan link alamat video untuk materi proses transkripsi dan translasi
3	Penulisan kalimat Hukum Mendel I kurang tepat	Memperbaiki kalimat Hukum Mendel I menjadi Hukum I Mendel
4	Konsistensi istilah yang digunakan dalam materi modul lebih diperhatikan	Memperbaiki dan menyelaraskan konsistensi istilah pada materi di dalam modul
5	Soal evaluasi di Modul terintegrasi ciri soal HOTS	Memperbaiki soal evaluasi yang terintegrasi dengan ciri soal HOTS

Produk berupa modul oleh ahli bahan ajar memperoleh rerata persentase 96,78% dengan kriteria sangat valid. Ringkasan data dari hasil validator ahli bahan ajar disajikan pada tabel 3. Berdasarkan angket yang telah diberikan kepada ahli bahan ajar pada saat validasi, diperoleh komentar dan saran yang disajikan pada tabel 4. Penilaian yang diberikan oleh praktisi lapangan dari hasil penggunaan modul yaitu rerata persentase 91,75% dengan kriteria sangat valid dan melakukan revisi sesuai masukan dari praktisi lapangan. Ringkasan data dari hasil validator praktisi disajikan pada tabel 5. Berdasarkan angket yang telah diberikan kepada praktisi lapangan pada saat validasi, diperoleh komentar dan saran yang disajikan pada tabel 6.

Tabel 3. Ringkasan Data Hasil Validasi Modul oleh Ahli Bahan Ajar

Indikator Penilaian	Persentase Penilaian (%)	Keterangan
<i>Self instruction</i>	96,42%	Sangat valid digunakan
<i>Self contained</i>	87,5%	Sangat valid digunakan
<i>Stand alone</i>	100%	Sangat valid digunakan
<i>Adaptif</i>	100%	Sangat valid digunakan
<i>User Friendly</i>	100%	Sangat valid digunakan
Rata-rata	96.78	Sangat valid digunakan

Tabel 4. Revisi Produk dari Ahli Bahan Ajar

No	Saran Perbaikan	Revisi yang dilakukan
1	Halaman pada penyusunan modul lebih baik dibuat menjadi halaman bolak-balik agar menjadi praktis dan tidak terlihat tebal	Memperbaiki pencetakan modul menjadi halaman yang bolak balik
2	Pada proses pencetakan modul lebih baik menggunakan kertas <i>art paper</i> supaya tulisan dan gambar didalam modul menjadi jelas	Memperbaiki pencetakan modul dengan menggunakan kertas <i>art paper</i>
3	Jika terdapat punggung buku, maka disana terdapat identitas	Memperbaiki dan menambahkan identitas pada punggung buku
4	Halaman belakang modul tidak boleh dibiarkan kosong	Menambahkan biodata penulis pada halaman belakang modul

Tabel 5. Ringkasan Data Hasil Validasi Modul oleh Praktisi Lapangan

Indikator penilaian	Persentase penilaian (%)	Keterangan
Kelengkapan isi	77,08%	Cukup valid digunakan
Keakuratan materi	100%	Sangat valid digunakan
Bahasa	100%	Sangat valid digunakan
Penyajian	75%	Cukup valid digunakan
Rata-rata	88,02%	Sangat valid digunakan

Tabel 6. Revisi Produk dari Praktisi Lapangan

Saran Perbaikan	Revisi yang dilakukan
1 Indikator capaian pembelajaran disesuaikan dengan KD	Memperbaiki indikator capaian pembelajaran sesuai dengan KD
2 Modul lebih tepat digunakan untuk pembelajaran bagi siswa SMA	Modul yang disusun memang ditujukan bagi siswa SMK

Analisis Data dan Hasil Kepraktisan Produk

Hasil data oleh angket respon siswa melalui uji kepraktisan dioleh dengan menggunakan teknik analisis deskriptif dalam bentuk persentase. Rumus dijabarkan sebagai berikut.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\sum X}{EXi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase

$\sum X$ = Total jumlah skor jawaban responden

$\sum Xi$ = Total jumlah skor ideal

Untuk menarik kesimpulan kepraktisan modul, maka hasil hitungan persentase dirujuk sesuai kriteria validitas oleh Akbar (2013), yaitu rentang persentase antara 81.00—100% artinya sangat praktis dapat disebarkan, 61.00—80.00% artinya praktis dan dapat disebarkan (sedikit revisi), 41.00—60.00% artinya kurang praktis (banyak revisi), dan 21.00—40.00% artinya tidak praktis (harus revisi banyak).

Modul yang telah divalidasi oleh ahli bahan ajar dan praktisi lapangan selanjutnya dilakukan uji keterbacaan pada siswa kelas X ATPH 3 di SMKN 1 Tulungagung. Data terkait uji keterbacaan siswa terhadap bahan ajar berupa modul digunakan untuk menilai kepraktisan modul yang digunakan dalam pembelajaran. Hasil uji keterbacaan dari angket respon siswa sejumlah 30 responden menunjukkan persentase rata-rata sebesar 86.87% dengan kriteria sangat praktis dan selengkapnyanya dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Ringkasan Data Hasil Uji Keterbacaan Modul oleh Siswa

No.	Aspek yang dinilai	Rata-rata (%)	Keterangan
1.	Kemenarikan modul	84.84	Sangat Praktis
2.	Kemudahan modul untuk digunakan	86.81	Sangat Praktis
3.	Kemudahan modul untuk dipahami	88.96	Sangat Praktis
	Rata-rata nilai	86.87	Sangat Praktis

PEMBAHASAN

Pemuliaan tanaman dapat dilakukan melalui kegiatan persilangan buatan antar individu yang memiliki sifat berbeda (Arsyad, Adie, & Kuswantoro, 2007); (Lubis, Rosmayanti, & Hanafiah, 2015). Kegiatan pemuliaan tanaman mampu menghasilkan varietas, klon, dan galur baru yang mempunyai sifat atau karakter lebih unggul dibanding tetuanya (Nasir, 2001), melalui manipulasi genetik dua tetua guna memperoleh perbaikan permanen pada turunannya (Acquaah, 2012). Seleksi dalam memilih genotipe kedelai unggul menggunakan karakterisasi agronomi, morfologi, dan anatomi serta kemampuan adaptasi terhadap lingkungan sebagai kriteria (Ningsih, F., Zubaidah, S., & Kuswantoro, H., 2017). Selain itu seleksi parameter genetik yang efektif diantaranya besaran nilai keragaman genetik, pola segregasi, heritabilitas, aksi gen, jumlah gen, dan heterosis (Barmawi, 2007; Sayurandi & Aidi-daslin, 2011; Syukur, M., S. Sujiprihati., R. Yunianti., & D. A. Kusumah, 2011).

Fenomena Heterosis merupakan fenomena peningkatan sifat dibandingkan dengan sifat terbaik induknya (Welsh, 1991). Nilai heterosis positif mengindikasikan persilangan kedua tetua memperoleh keturunan yang sifatnya lebih unggul dari tetua tertinggi (Aryana, 2010), sedangkan nilai heterosis negatif mengindikasikan perlu kombinasi persilangan yang banyak untuk mengidentifikasi kombinasi persilangan heterosis terbaik (Perez, P.T., S.R. Cianzio, and R.G. Palmer, 2009). Hasil penelitian

mengenai karakterisasi heterosis morfologi, anatomi, dan agronomi kedelai dapat digunakan sebagai sumber penyusunan bahan ajar Biologi untuk SMK Pertanian pada KD 3.11 dan 4.9 topik Pewarisan Sifat.

Hasil penelitian berupa pengembangan produk dinilai oleh ahli modul, praktisi, dan materi. Hasil analisis data pengembangan modul oleh validator materi memperoleh rerata persentase 89,13% dengan kriteria sangat valid digunakan, setelah produk yang dikembangkan melalui revisi sesuai masukan dari validator. Produk berupa modul oleh ahli bahan ajar memperoleh rerata persentase 96,78% dengan kriteria sangat valid digunakan dalam pembelajaran dan melakukan revisi sesuai masukan dari validator. Penilaian yang diberikan oleh praktisi lapangan yaitu guru pengampu mata pelajaran Biologi di SMKN 1 Tulungagung diperoleh hasil penggunaan modul dengan rerata persentase 91,75% dengan kriteria sangat valid dan melakukan revisi sesuai masukan dari praktisi lapangan. Hasil penilaian validator ahli modul, materi dan praktisi lapangan membuktikan bahwa keseluruhan aspek kriteria penilaian tersebut telah terpenuhi sangat baik dan produk yang dikembangkan sangat baik digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Modul kriteria digunakan pada kegiatan pembelajaran yaitu *self contained*, *user friendly*, *self instruction*, *adaptif*, dan *stand alone* (Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008; Depdiknas, 2008). Peran modul mengajak siswa untuk aktif pada pembelajaran sehingga menciptakan suasana belajar yang berpusat pada siswa (Susilo, Siswandi, & Bandi, 2006).

Hasil dari uji kepraktisan siswa oleh 32 siswa kelas X ATPH 3 di SMKN 1 Tulungagung dilaksanakan pada bulan April. Angket respons siswa memiliki tiga aspek, yaitu aspek kemenarikan modul, kemudahan modul untuk digunakan, dan kemudahan modul untuk dipahami. Secara keseluruhan, hasil angket respons siswa dengan modul yang disusun berdasarkan ketiga aspek diperoleh rerata persentase 86.87%. Disimpulkan bahwa pengembangan modul berbasis PBL pada topik Pewarisan Sifat dinyatakan sangat praktis. Motivasi belajar siswa menjadi meningkat ketika menggunakan modul berbasis PBL, karena menambah informasi menarik dan materi didalamnya mudah dipahami (Sukiman, 2012; Gustinasari, Lufri, & Ardi, 2017). Modul yang dikembangkan meskipun digolongkan dalam kriteria valid dan praktis, namun terdapat beberapa catatan dan masukan yang difungsikan untuk revisi modul. Perlu dilakukan implementasi modul dalam pembelajaran siswa di kelas, agar dapat membuktikan bahwa modul benar-benar efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan dengan tanpa modul.

Revisi Produk

Adapun perbaikan produk berdasarkan masukan dan saran validator, meliputi (1) referensi yang digunakan dalam penyusunan modul harus valid, (2) penggunaan konsistensi kata dalam materi modul lebih diperhatikan, (3) menampilkan link alamat video untuk proses transkripsi dan translasi (4) halaman pada penyusunan modul lebih baik dibuat menjadi halaman bolak-balik agar menjadi praktis dan tidak terlihat tebal, (5) jika terdapat punggung buku, maka disana terdapat identitas, (6) pada proses pencetakan modul lebih baik menggunakan kertas *art paper* supaya tulisan dan gambar didalam modul menjadi jelas, dan (7) indikator capaian pembelajaran disesuaikan dengan KD. Secara keseluruhan, hasil revisi produk dijabarkan pada gambar 1—5.

Komponen yang direvisi	Gambar
Cover modul	 <p style="text-align: center;">Gambar 1. Tampilan halaman judul (cover)</p>
Sintaks PBL	<div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; margin-bottom: 20px;"> <p style="text-align: center;">OVERVIEW MATERI</p> <p>Materi genetika berupa gen, DNA, RNA, dan kromosom. Materi genetika tersebut terdapat di berbagai sel di seluruh tubuh, misalnya pada sel-sel darah, sel tulang, sel gamet dan lain-lain, tepatnya materi genetika tersebut berada di dalam nukleus, mitokondria, dan plastida. Peranan materi genetika tersebut adalah untuk mengatur pewarisan sifat kepada keturunannya, misalnya mengatur bentuk rambut, warna kulit, susunan darah, dan lain-lain</p> </div> <div style="text-align: right; margin-bottom: 20px;">  </div> <hr style="border: 0.5px solid gray; margin-bottom: 10px;"/> <p style="font-size: 1.2em; margin-bottom: 0;">1. Orientasi masalah</p> <hr style="border: 0.5px solid gray; margin-top: 10px;"/> <p style="text-align: center;">Gambar 2. Tampilan kegiatan belajar modul berbasis sintaks PBL yaitu orientasi masalah berupa fenomena</p>

Sintaks PBL



3. Membantu investigasi secara mandiri dan kelompok

1. Setelah kalian memperhatikan fenomena berupa fakta di tahap orientasi masalah, kini saatnya merancang kegiatan yang akan kalian lakukan untuk menjawab rumusan masalah yang telah dibuat! Temukan informasi yang tepat untuk mencari penjelasan dan solusi dari rumusan masalah yang telah kalian buat!
2. Catatlah hasil kegiatan diskusi kelompok kalian pada kolom jawaban yang sudah disediakan!
3. Carilah referensi atau sumber belajar yang relevan untuk memudahkan kalian menjawab pertanyaan tersebut!

Kegiatan Penyelidikan I. Mengamati sifat fenotipe dari beberapa varietas tanaman kedelai untuk masing-masing sifat guna mengetahui peran gen dalam suatu makhluk hidup.

Peneliti menggunakan kedelai dalam penelitiannya sebab memiliki sifat penting. Apakah Saudarafi telah benar melihat beberapa sifat tersebut pada tanaman kedelai? Agar lebih yakin tentang beberapa sifat tersebut, carilah kedelai yang memiliki sifat –sifat tersebut. Kemudian ambil gambar/foto untuk masing-masing sifat dan buatlah laporan pada kolom jawaban yang sudah disediakan. Diskusikanlah fenomena yang mencerminkan peran gen dalam mempengaruhi sifat yang tampak pada tanaman kedelai tersebut!

Gambar 3. Tampilan kegiatan belajar siswa berbasis sintaks PBL yaitu membantu investigasi secara mandiri dan kelompok

Sintaks PBL



4. Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya serta memamerkan

1. Siapkan hasil karya yang telah kalian buat bersama kelompok berupa hasil kegiatan praktikum, pengamatan, dan diskusi melalui pengerjaan modul!
2. Sebelum maju ke depan kelas, telitilah kembali hasil diskusi kalian dari kegiatan investigasi mandiri dan kelompok! Apakah hasil diskusi kalian sudah tepat untuk mencari penjelasan dan solusi dari fakta yang disajikan pada fenomena berdasarkan rumusan masalah yang telah kalian buat?
3. Siapkan perwakilan kelompok maju ke depan untuk mempresentasikan hasil diskusi dari pembelajaran yang sudah dilaksanakan!

Gambar 4. Tampilan kegiatan belajar siswa berbasis sintaks PBL yaitu mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya serta memamerkan

Sintaks PBL	<div data-bbox="1289 232 1406 398" style="text-align: right;"> </div> <div data-bbox="564 421 1254 461" style="text-align: center;"> <h3>5. Menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah</h3> </div> <div data-bbox="443 510 1401 846" style="border: 1px dashed orange; padding: 10px;"> <p>Setelah kalian maju ke depan mempresentasikan hasil karya kalian, kini lakukan bersama kelompok kalian untuk menganalisis dan mengevaluasi proses berpikir yang telah kalian lakukan dari kegiatan selama berbagai fase yang sudah dilakukan selama proses pembelajaran!</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tuliskan butir-butir penting yang kalian peroleh setelah melakukan diskusi klasikal! 2. Apakah rancangan kegiatan yang kalian lakukan selama proses pembelajaran melalui hasil praktikum, pengamatan, dan diskusi sudah bisa menjawab rumusan masalah? Jika belum bisa, tindakan apa yang kalian lakukan supaya bisa menjawab rumusan masalah? 3. Tuliskan kesimpulanmu setelah melakukan kegiatan pembelajaran hari ini! </div> <div data-bbox="405 887 1426 949" style="text-align: center;"> <p>Gambar 5. Tampilan kegiatan belajar siswa berbasis sintaks PBL yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah</p> </div>
-------------	---

SIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil validasi modul dinilai oleh praktisi lapangan, ahli modul, dan ahli materi sesuai dengan aspek yang telah dinilai memperoleh persentase yang baik. Praktisi lapangan memperoleh rerata persentase sebesar 91,75%, validasi ahli modul memperoleh rerata persentase sebesar 96,78% dan validasi ahli materi memperoleh rerata persentase sebesar 89,13%. Hasil ini disimpulkan bahwa pengembangan modul *Problem Based Learning* pada topik Pewarisan Sifat memperoleh kriteria sangat valid. Secara keseluruhan, hasil angket respons siswa terhadap modul *Problem Based Learning* berdasarkan ketiga aspek diperoleh rerata persentase sebesar 86,87%. Disimpulkan bahwa pengembangan modul berbasis *Problem Based Learning* pada topik Pewarisan Sifat dinyatakan sangat praktis. Penelitian pengembangan ini perlu uji coba keefektifan guna mengetahui modul yang dikembangkan efektif atau tidak pada topik Pewarisan Sifat.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, P., Muhdhar, M. H. I. Al, & Amin, M. (2014). Pengembangan Modul Inkuiri Berorientasi Life Skills pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Siswa Kelas X Sekolah Menengah Atas (SMA). *Prosiding Seminar Biologi*, 11(1), 871–879.
- Aidi-Daslin., & Sayurandi. (2011). Heterosis dan Heritabilitas pada Progeni F1 Hasil Persilangan Kekerabatan Jauh Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 29(1), 1–15.
- Alfiantara, A., Kusumo, E., & Susilaningih, E. (2016). Pengembangan Modul Berorientasi Problem Based Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 10(2), 1769–1777.
- Arends. (2008). *Learning to Teach*. Pustaka Pelajar.
- Arsyad, D. M., Adie, M. M. M., & Kuswantoro, H. (2007). Perakitan Varietas Unggul Kedelai Spesifik Agroekologi. *Kedelai – Teknik Produksi dan Pengembangan*, 205–228.
- Aryana. (2010). Uji Keseragaman, Heritabilitas, dan Kemajuan Genetik Galur Padi Beras Merah Hasil Seleksi Silang Balik di Lingkungan Gogo. *Crop Agro: Jurnal Ilmiah Budidaya Pertanian*, 3(1), 10-17.
- Barmawi, M. (2007). Pola Segregasi dan Heritabilitas Sifat Ketahanan Kedelai terhadap Cowpea Mild Mottle Virus Populasi Wilis X MLG2521 252 *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 7(1), 48-52.
- Belt, S., Evans, E., McCreedy, T., Overton, T., & Summerfield, S. (2002). A Problem Based Learning Approach to Analytical and Applied Chemistry. *University Chemistry Education*, 6, 65-72.
- Boud. (1985). Problem-Based Learning in Perspective. In : Boud, D. (ed). *Problem-Based Learning in Education for the Professions*. Sydney: HERDSA.

- Branch. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. London: Springer New York Dordecht Heidelberg.
- Depdiknas. (2008). *Perangkat Pembelajaran SMA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas
- Gustinasari, M., Lufri., & Ardi. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Konsep Disertai Contoh pada Materi Sel untuk Siswa SMA. *Bioeducation Journal*, 1(1), 60–73.
- Krisanti, E. & Mulia, K. (2016.). *Penerapan Metode Problem- Based Learning (PBL)*. Leutika Nouvalitera.
- Kusumaningtyas, B., Zubaidah, S., & Indriwati, S.E. (2013). Pengaruh Problem Based Learning Dipadu Strategi Numbered Heads Together Terhadap Kemampuan Metakognitif, Berpikir Kritis, dan Kognitif Biologi. *Jurnal Penelitian Pendidikan Tahun*, 23(1), 33–47.
- Lestari, I. (2013). *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi Sesuai dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Akademia Permata.
- Loyens, S. M. M., & Paas, F. (2011). *Problem-based learning*. In K. R. Harris, S. Graham & T. Urdan (Eds.), *APA Educational Psychology Handbook: Vol 2* (p. a). Washington: American Psychological Association.
- Lubis, N. A., Rosmayanti, & Hanafiah, D. S. (2015). Persilangan Genotipe-Genotipe Kedelai (*Glycine max L. Merrill*.) Hasil Seleksi pada Tanah Salin dengan Tetua Betina Varietas Grobogan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2337–6597), 291–298.
- Majid. (2007). *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Makmun. (2005). *Psikologi Kependidikan Perangkat Sistem Pengajaran Modul*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Mayo, P., Donnelly, M.B., Nash, P.P. & Schwartz, R.W. (1993). Student Perceptions of Tutor Effectiveness in a Problem-Based Surgery Clerkship. *Teaching and Learning in Medicine: An International Journal*, 5, 227–233.
- Nasir. (2001). *Pengantar Pemuliaan Tanaman*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Ningsih, F., Zubaidah, S., & Kuswantoro, H. (2017). *Karakteristik Agronomi Plasma Nutfah Kedelai (Glycine max L. Merill)*. *Pros. Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2, 437-444.
- Pranata, B. D., Mahanal, S., Lestari, U. (2016). *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Discovery Inquiry pada Materi Sistem Reproduksi untuk Siswa Kelas XI SMA*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Primarinda, I., Prayitono, A, B., & Maridi. (2015). *Pengembangan Modul Berorientasi Problem Based Learning pada Materi Pencemaran untuk Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Peduli Lingkungan Siswa SMA Negeri 1 Karanganyar*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sadjati. (2004). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Sukiman. (2012). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Pedagogia.
- Susanti. (2015). *Pengembangan Modul Pendidikan Lingkungan Hidup dengan Pendekatan Sains Lingkungan Teknologi dan Masyarakat sebagai Upaya dalam Mengembangkan Sikap Peduli Lingkungan*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Susilo.A., Siswandari., & Bandi. (2014). Pengembangan Modul Berbasis Pembelajaran Saintifik untuk Meningkatkan Kemampuan Mencipta Siswa Dalam Proses Pembelajaran Akuntansi Siswa Kelas XII SMA. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial.*, 26(1).
- Syukur, M., S. Sujiprihati., R. Yunianti., & D. A. Kusumah. (2011). Pendugaan Ragam Genetik dan Heritabilitas Karakter Komponen Hasil Beberapa Genotipe Cabai. *Journal Agrivigor Indonesia*, 10(2), 148-156.
- Welsh. (1991). *Dasar-Dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman*. Terjemahan Johannes P. Moge. Erlangga, Jakarta.
- Welty. (2007). The ‘Design’ Phase of The ADDIE Model. *Journal of GXP Compliance*, 12(4), 40-48.
- Whitcombe. (2013). Problem-Based Learning Student’s Perceptions of Knowledge and Profesional Identity: Occupational Therapists as ‘Kowers’. *British Journal of Occupational Therapy*, 76(1), 37-42.
- Yuan, H., Kunaviktikul, W., Klunklin, A. & Williams, B.A. (2008). *Promoting Critical Thinking Skills Through Problem Based Learning*, 2(2), 85–100.