

Modul Identifikasi Aksi Gen F₂ Tanaman Kedelai Berbasis *Discovery Learning* untuk Siswa SMK

Miftahussa'adiah¹, Siti Zubaidah¹, Heru Kuswanto¹

¹Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 17-05-2019

Disetujui: 18-05-2020

Kata kunci:

module;
soybean plants;
discovery learning;
modul;
tanaman kedelai;
discovery learning

ABSTRAK

Abstract: Module is an appropriate teaching materials and it is systematically designed according to a curriculum that can make students learn independently. The purpose of this research is to produce an identification module of F₂ gene action on soybean plants based on *discovery learning* with stages (*stimulation, problem statements, data collecting, data processing, and generalization*). The research did on April 2019 in grade X of SMK 2 Batu. The development model used to produce the product is ADDIE. Data used in this research are quantitative and qualitative. The quantitative data are the results from the assessment given by the validator. The qualitative data are the criticisms, input and suggestions provided by media experts, material experts, and field practitioners validators. The result of the validation is an identification module for F₂ gene action on soybean plants based on *discovery learning* that are attractive and good to use and disseminate.

Abstrak: Modul merupakan bahan ajar atau media pembelajaran dirancang dengan sistematis sesuai dengan kurikulum yang dapat membuat siswa belajar secara mandiri. Tujuan dilakukan penelitian pengembangan ini untuk menghasilkan modul identifikasi aksi gen F₂ tanaman kedelai berbasis *discovery learning* dengan tahap (*stimulation, problem statement, data collecting, data processing, dan generalization*). Penelitian dilakukan di kelas X SMK 2 Batu pada bulan April 2019. Model pengembangan ADDIE adalah model yang digunakan dalam menghasilkan produk. Data pada penelitian ini yaitu kuantitatif berupa hasil penilaian yang diberikan oleh validator. Adapun data kualitatif berupa kritik, masukan dan saran yang diberikan oleh validator ahli media, materi, dan praktisi lapangan. Hasil validasi tersebut yaitu modul genetika berbasis *discovery learning* yang menarik dan baik untuk digunakan dan disebarkan.

Alamat Korespondensi:

Miftahussa'adiah,
Pendidikan Biologi
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: miftahussaadiah301193@gmail.com

Pendidikan adalah salah satu upaya untuk meningkatkan pengetahuan manusia agar mengetahui sesuatu yang tidak diketahui. Peningkatan pengetahuan dapat diperoleh melalui kegiatan pembelajaran. Pembelajaran terlaksana dengan baik jika memiliki media dan bahan ajar. Media dan bahan ajar merupakan dua hal yang dapat digunakan untuk memudahkan dalam memperoleh informasi dan pemahaman materi (Rahmayanti, 2015). Kedua hal tersebut diharapkan dapat mewujudkan dalam pencapaian tujuan pembelajaran dengan baik (Holden, 2009). Berkaitan dengan hal ini, seorang guru profesional diharapkan dapat merancang dan membuat bahan ajar sehingga pembelajaran dapat berjalan dengan kondusif (Rustaman, 2005; Asyhar, 2012).

Bahan ajar adalah sekumpulan bahan yang dapat digunakan untuk membantu siswa (Dwijayanti, 2012) memahami pembelajaran yang tersusun secara sistematis (Karnes & Bean, 2009) sehingga dengan ini pengetahuan siswa terbangun secara mandiri. Hal ini sesuai dengan suatu teori belajar yaitu konstruktivisme dimana guru memfasilitasi pembelajaran yang dapat membantu siswa untuk membangun atau mengonstruksi pengetahuannya dengan mandiri. Fasilitas yang dapat diberikan guru salah satunya dalam bentuk modul. Modul merupakan salah satu bahan yang dirancang dengan sistematis berdasarkan kurikulum yang memungkinkan terjadinya pembelajaran secara mandiri (Purwanto, 2007). Tujuan dari modul yaitu membantu siswa mencapai tujuan belajar (Sukiman, 2011). Kelebihan modul dengan bahan ajar lainnya yaitu sebagai alat evaluasi, referensi, dan *student center* (Prastowo, 2012). Namun faktanya, penggunaan modul di sekolah masih kurang dikarenakan keterbatasan waktu guru untuk membuat modul.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan di SMKN 2 Batu diperoleh, 75% siswa menyatakan materi genetika merupakan materi yang sulit untuk dipelajari dan 54% siswa menjawab tidak memiliki bahan ajar atau panduan dalam pembelajaran Biologi, kemudian 76% siswa mengatakan belum pernah menggunakan modul. Adapun, penunjang yang digunakan dalam pembelajaran Biologi berupa artikel dan PDF. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa belum adanya modul yang

digunakan untuk membantu siswa dalam pembelajaran khususnya pada materi genetika. Lebih lanjut, guru Biologi di SMKN 2 Batu juga menyatakan bahwa guru membutuhkan model pembelajaran yang dapat menuntun siswa untuk menemukan informasi dan belajar secara mandiri. Model pembelajaran tersebut salah satunya adalah model *discovery learning*.

Discovery learning adalah salah satu model dimana siswa diminta untuk menemukan solusi dari masalah yang diberikan (Bruner dalam Markaban, 2008), sehingga siswa dapat membangun pengetahuannya secara mandiri (De Jong & Joolinen, 1998) melalui kerja ilmiah. Kelebihan dari model ini yaitu meningkatkan hasil belajar (Salmi, 2019) dan rasa ingin tahu siswa terhadap materi pembelajaran (Sibuea et al., 2019). Adapun kekurangannya, kurang tepat digunakan sebagai metode pembelajaran yang utama karena adanya keterbatasan dalam penerapannya (Pappas, 2014). Kekurangan dari model ini dapat diatasi dengan mengintegrasikannya ke dalam modul pembelajaran berbasis *discovery learning*. Hasil penelitian menunjukkan modul berbasis *discovery learning* efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa dari tiga aspek yaitu sosial, keterampilan, dan pengetahuan (Handoko et al., 2016), meningkatkan keterampilan literasi sains (Ariana et al., 2020), menurunkan miskonsepsi (Wulandari et al., 2017), meningkatkan pemahaman konsep siswa (Brigenta et al., 2017; Wulandari et al., 2017), dan diharapkan dapat membantu siswa memahami materi genetika.

Materi genetika termasuk dalam KD 3.11 dan KD 4.11 yaitu menganalisis keterkaitan antara struktur dan fungsi gen, DNA dan kromosom dalam proses penurunan dan pewarisan sifat dalam kehidupan dan menentukan model struktur dan fungsinya. Materi ini tepat menggunakan model *discovery learning* karena Kompetensi Dasar (KD) dari materi ini siswa dapat menganalisa dan memaknai informasi yang diperoleh, hal ini sesuai dengan prinsip model tersebut yaitu siswa belajar menganalisis dan memaknakan informasi yang telah diperoleh bukan dengan hanya mengingat jawaban yang benar (Bruner, 1961).

Konten materi genetika perlu diperbaharui seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dengan cara menambah informasi terkini yang dapat diperoleh dari hasil penelitian. Salah satu hasil penelitian yang relevan dengan materi ini yaitu aksi gen F_2 tanaman kedelai. Tanaman kedelai merupakan bahan pangan penting di dunia yang memiliki nilai ekonomi tinggi yang dapat diolah menjadi tahu, susu kedelai (McFarlane & O'Connor, 2014), tempe dan lain-lain (Nuhung, 2013; Hartman et al., 2016). Indonesia membutuhkan 2 juta ton kedelai setiap tahun (Ramadhani & Sumanjaya, 2014), namun produksi kedelai lima tahun terakhir masih 43% dari kebutuhan (Balitkabi, 2018). Rendahnya produksi kedelai dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu luas lahan (Kharisma, 2018; Widotono & Arifin, 2018), produktivitas (Kharisma, 2018), jumlah pupuk (Widotono & Arifin, 2018) dan serangan penyakit (Sutrisno & Kuswanto, 2016).

Peningkatan produksi kedelai dapat dilakukan melalui perakitan varietas unggul dengan program pemuliaan tanaman. Pemulia tanaman membutuhkan pengetahuan tentang aksi gen untuk menentukan strategi pembentukan varietas kedelai yang lebih efektif dan efisien (Krisnawati & Adie, 2011). Berdasarkan penjabaran tersebut, dilakukan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan modul identifikasi aksi gen generasi F_2 varietas Agromulyo x UM 2.4 berbasis *discovery learning* yang valid dan praktis oleh guru dan siswa.

METODE

Modul berbasis *discovery learning* dikembangkan dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, dan Implementation, serta Evaluation*) (Branch, 2009).

Prosedur Penelitian

Tahap *Analyze* dilakukan dalam bentuk identifikasi masalah yang ada di SMK yaitu berupa proses pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan di SMK tersebut. Setelah diketahui permasalahannya, peneliti memberikan usulan berupa solusi untuk mengatasi masalah itu yaitu berupa penyusunan produk. Perancangan bahan ajar yang di desain dalam bentuk modul dilakukan pada tahap *Design*, dimana disini dirancang tampilan modul, sintaks *discovery learning* yang digunakan, dan komponen pembelajaran yang dibutuhkan. Adapun komponen tersebut terdiri dari judul modul, petunjuk penggunaan, kompetensi pembelajaran, pendahuluan, kegiatan belajar *discovery learning*, uraian materi, uji pemahaman, kunci jawaban dan rubrik penilaian, evaluasi akhir, rangkuman, daftar rujukan, glosarium.

Pada tahap *development*, modul yang telah disusun divalidasi oleh ahli media, materi, dan praktisi lapangan. Pemilihan validator telah disesuaikan dengan keahlian dan latar belakang dari pendidikannya. Bahan ajar yang telah divalidasi tersebut dilanjutkan pada uji keterbacaan setelah dikategorikan layak untuk digunakan oleh ahli media, materi, dan praktisi lapangan. Jumlah siswa yang digunakan untuk uji keterbacaan adalah 22 orang siswa. Tahap *Implementation* tidak dilakukan pada penelitian dikarenakan keterbatasan waktu serta biaya penelitian. Tahap *Evaluation* dilakukan setelah diketahui kekurangan pada modul dan dilakukan revisi pada bagian yang kurang tersebut.

Jenis Data

Jenis data pada penelitian ini yaitu kuantitatif dan kualitatif. Kritik, komentar, dan saran yang telah diberikan oleh validator termasuk data kualitatif. Perhitungan skor rata-rata angket yang diisi oleh validator sebagai data kuantitatif.

Analisis Data

Data yang dianalisis yaitu hasil dari angket yang telah diisi oleh ahli materi, ahli modul, dan praktisi lapangan. Adapun rumus untuk menghitungnya adalah sebagai berikut.

$$\text{Presentase} = \frac{\text{jumlah (jawaban pilihan} \times \text{ bobot tiap pilihan)}}{\text{jumlah (butir penilaian} \times \text{ bobot tiap pilihan)}} \times 100\%$$

Kriteria penilaian validitas adalah 90%—100% artinya dengan rentang nilai tersebut produk sangat baik digunakan dan disebarakan (sedikit revisi); 80%—89% berarti produk tersebut baik digunakan dan dapat disebarakan (perlu revisi); 70%—79% yaitu produk tersebut cukup baik untuk digunakan serta disebarakan (revisi banyak); 60%—69% artinya produk tidak baik untuk digunakan siswa dan disebarakan (harus banyak revisi); $\leq 59\%$ artinya produk sangat tidak baik untuk digunakan dan disebarluaskan.

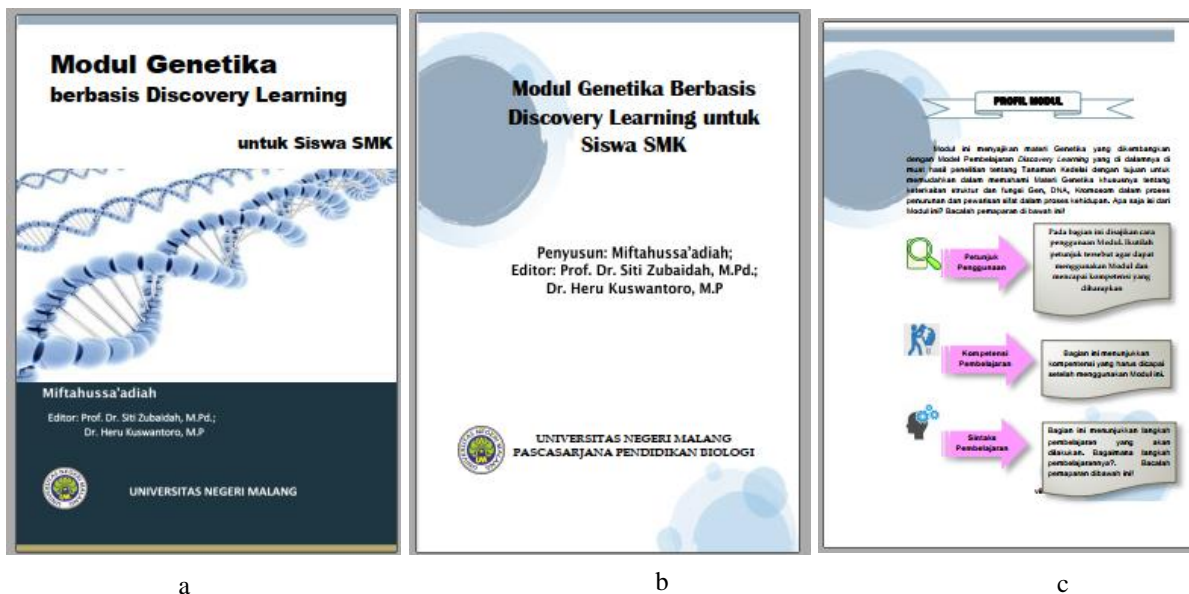
HASIL

Tahapan Analyze

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan guru dan analisis kebutuhan yang telah dilakukan dengan siswa diperoleh, yaitu (1) kurikulum sekolah tersebut saat ini kurikulum 2013; (2) Kelas X SMK belum menggunakan Modul berbasis *Discovery Learning*; (3) siswa menyukai belajar genetika, tetapi materi genetika sulit untuk dipahami. Oleh sebab itu, dirancang modul genetika berbasis *discovery learning* sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Adapun materi yang dikembangkan yaitu KD 3.11 dan KD 4.11. tentang struktur gen, DNA, serta kromosom dalam pewarisan sifat.

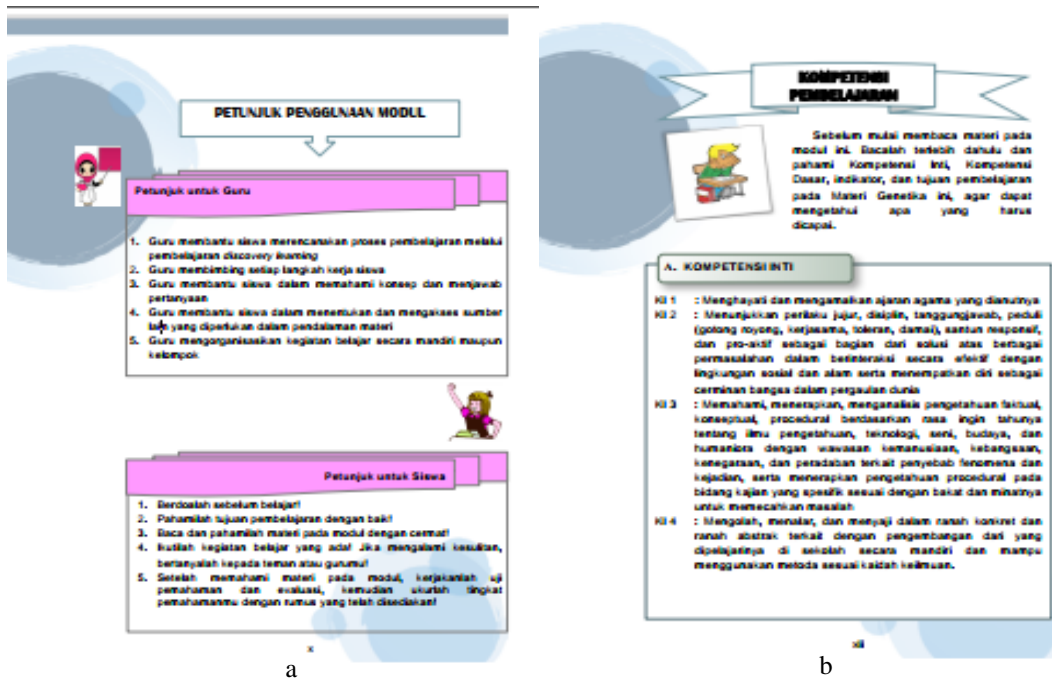
Tahapan Desain

Pada tahapan ini, peneliti melakukan penyusunan indikator dan fitur yang berhubungan dengan modul. Adapun komponen yang ada pada modul yaitu cover yang dirancang dengan warna dan *font* yang bervariasi. Kemudian, di dalam modul terdapat: profil modul; petunjuk penggunaan modul; kompetensi pembelajaran yang dapat dicapai oleh siswa; pendahuluan; 5) kegiatan belajar yang terdiri atas tiga kegiatan belajar yang memuat sintaks *discovery learning*, uraian materi, uji pemahaman, dan rubrik penilaian untuk memudahkan siswa menilai hasil kerjanya, evaluasi, rangkuman, dan glosarium. Jenis tulisan pada judul setiap Bab yaitu *Britannic Bold* dengan ukuran 14 dan *Arial* dengan ukuran 11.



Gambar 1. (a) Halaman Cover; (B) Halaman Sampul; (c) Profil Modul

Gambar 1 menunjukkan halaman cover modul yang dirancang semenarik mungkin memuat judul modul, nama penulis, nama editor, lambang universitas, dan logo universitas. Profil modul berisikan tujuan dikembangkannya modul yang dipadukan pembelajaran *discovery learning*.



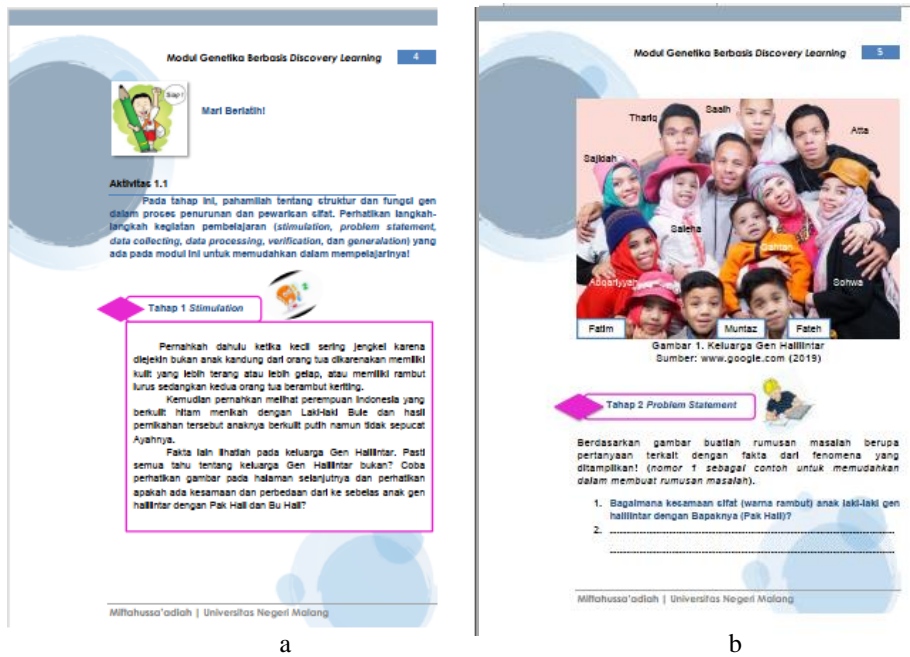
Gambar 2. (a) Petunjuk Penggunaan Modul; (B) Kompetensi Pembelajaran

Petunjuk penggunaan modul dan kompetensi pembelajaran dijabarkan secara terperinci untuk memudahkan siswa menggunakan modul tersebut seperti yang tercantum pada gambar 2.

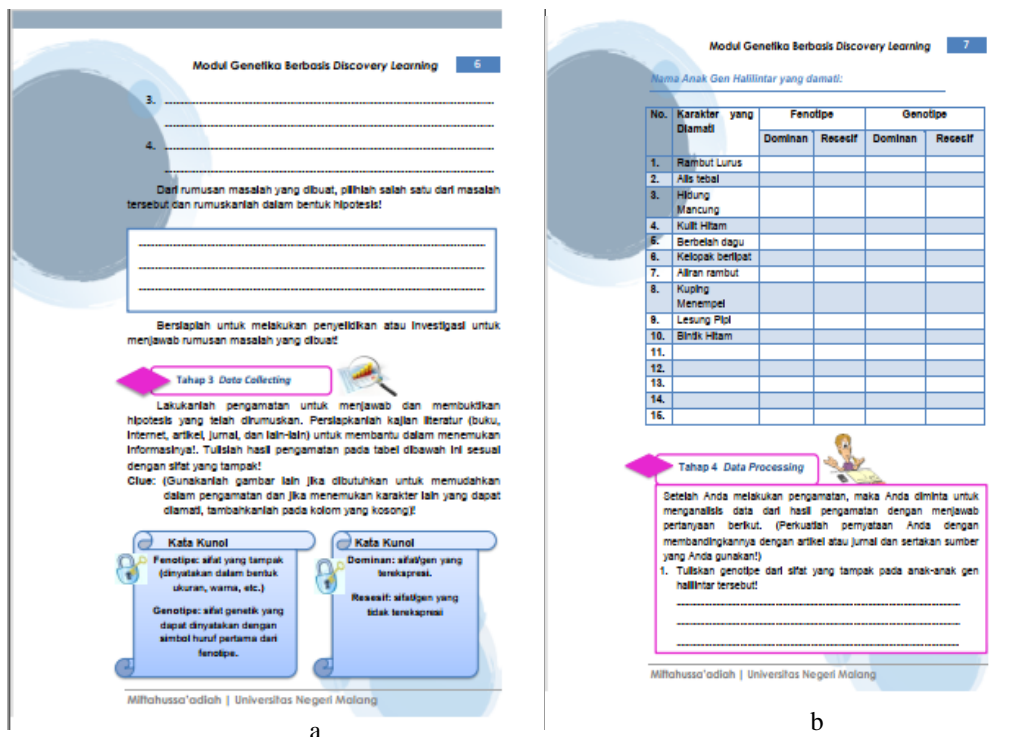


Gambar 3. (a) Pendahuluan; (b) Kegiatan Belajar

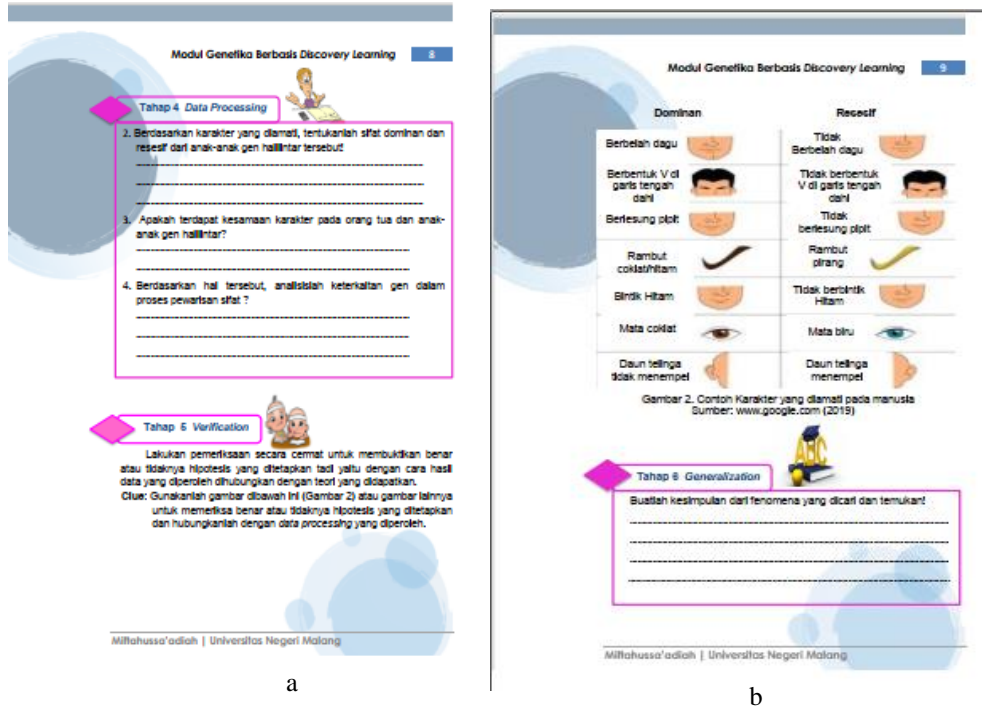
Pendahuluan berisikan gambaran dari modul, rincian setiap kegiatan pembelajaran serta tujuannya seperti yang tercantum pada Gambar 3. Kegiatan belajar berisikan tujuan pembelajaran, overview, lembar kegiatan *discovery learning* (Gambar 4, 5, 6), uraian materi (Gambar 7.a), uji pemahaman (Gambar 7.b) beserta kunci jawaban dan rubrik penilaian (Gambar 8.a), serta evaluasi pembelajaran.



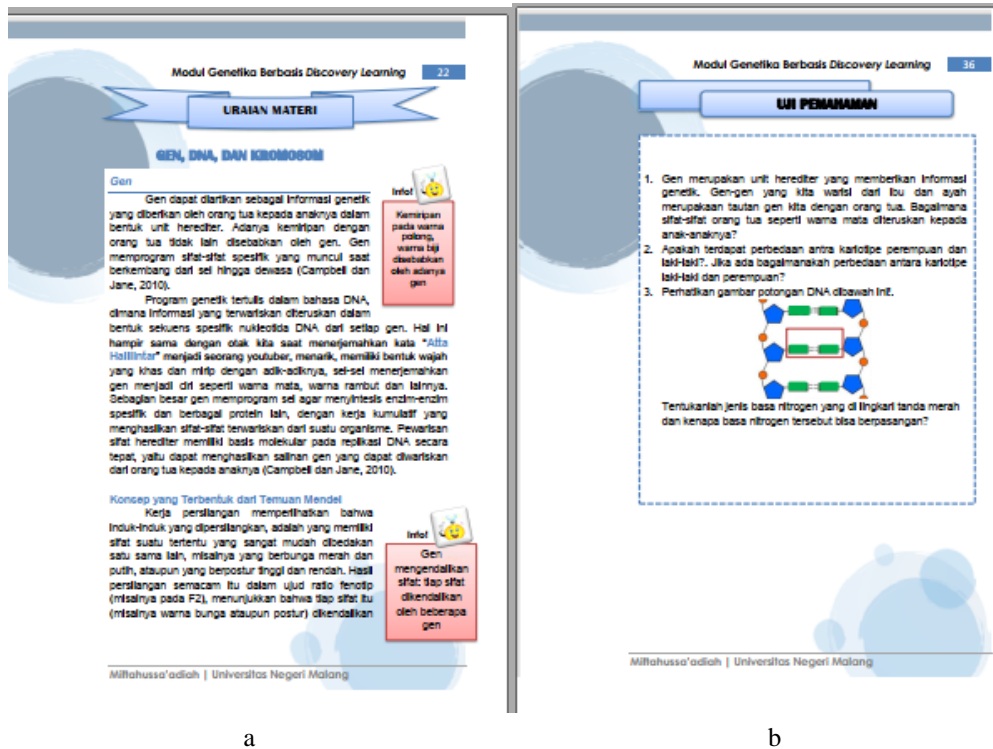
Gambar 4. (a) Tahapan *Stimulation*; (b) Tahapan *Problem statement*



Gambar 5. (a) Tahapan *Data Collecting*; (B) Tahapan *Data Processing*



Gambar 6. (a) Tahapan Verification; (b) Tahapan Generalization



Gambar 7. (a) Uraian Materi; (b) Uji Pemahaman

Modul Genetika Berbasis Discovery Learning 38

Rubrik penilaian

No Soal	Kunci Jawaban	Skor	Deskriptor
1	Orang tua mewariskan gen kepada anak-anaknya, dimana gen-gen tersebut memprogram sel untuk membuat enzim spesifik dan protein lain, yang kerjanya menghasilkan sifat warisan seseorang seperti warna mata	4	Siswa dapat menjelaskan bagaimana sifat-sifat orang tua seperti warna mata diturunkan kepada anak-anaknya secara jelas, rinci, dan singkat
		3	Siswa dapat menjelaskan bagaimana sifat-sifat orang tua seperti warna mata diturunkan kepada anak-anaknya namun kurang jelas, rinci, dan singkat
		2	Siswa kurang mampu menjelaskan bagaimana sifat-sifat orang tua seperti warna mata diturunkan kepada anak-anaknya secara jelas, rinci, dan singkat
		1	Siswa tidak dapat menjelaskan bagaimana sifat-sifat orang tua seperti warna mata diturunkan kepada anak-anaknya secara jelas, rinci, dan singkat
2.	Terdapat perbedaan antara kariotipe perempuan dan laki-laki, kariotipe perempuan X dan kariotipe laki-laki X dan Y	4	Siswa dapat menjelaskan perbedaan antara kariotipe perempuan dan laki-laki, kariotipe perempuan X dan kariotipe laki-laki X secara jelas dan benar
		3	Siswa menyebutkan kariotipe perempuan X atau kariotipe laki-laki X dan Y saja dengan benar
		2	Siswa menyebutkan

Miftahussa'adiah | Universitas Negeri Malang

Modul Genetika Berbasis Discovery Learning 86

TES EVALUASI AKHIR

A. Objektif
Pilihlah salah satu jawaban yang tepat dengan memberi tanda silang (X) pada opsi (A, B, C, D, atau E)!

- Pada DNA Yang menentukan faktor hereditas adalah
 - Macam fosfatnya
 - Macam karbohidratnya
 - Rantai nukleotidnya
 - Asam nitrogennya
 - Urutan kombinasi basa nitrogen
- Substansi genetik DNA dan RNA mempunyai kesamaan, yaitu
 - Keduanya dapat bereplikasi
 - Mengandung fosfat
 - Memiliki basa nitrogen yang sama
 - Menentukan jenis protein yang disintesa
 - Berbentuk double helix
- Bentuk kromosom yang dilengkapi dengan dua lengan simetris disebut
 - Metasentrik
 - Submetasentrik
 - Akrosentrik
 - Telosentrik
 - Monosentrik
- Diketahui bahwa seseorang yang dilahirkan dalam keadaan cacat dan pertumbuhannya abnormal tinggi besar, secara genetik kemungkinan disebabkan oleh
 - RNA di salah menefma Informasi kode genetik
 - RNA transfer keliru dalam menterjemahkan kode genetik
 - Ribosoma salah dalam menterjemahkan kode genetik
 - RNA duta keliru mengambil cetakan RNA
 - RNA ribosoma keliru mensintesis asam amino
- Hasil penyilangan tanaman kedelai yang kedua induknya berwarna kuning dan biji(bul) bulat didapatkan hasil 556 biji yang sangat bervariasi, antara lain : 108 bulat, hijau; 101 kerut, kuning; 315 bulat, kuning; dan 32 kerut hijau. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa...

Miftahussa'adiah | Universitas Negeri Malang

a

b

Gambar 8. (A) Rubrik Penilaian; (B) Tes Evaluasi Akhir

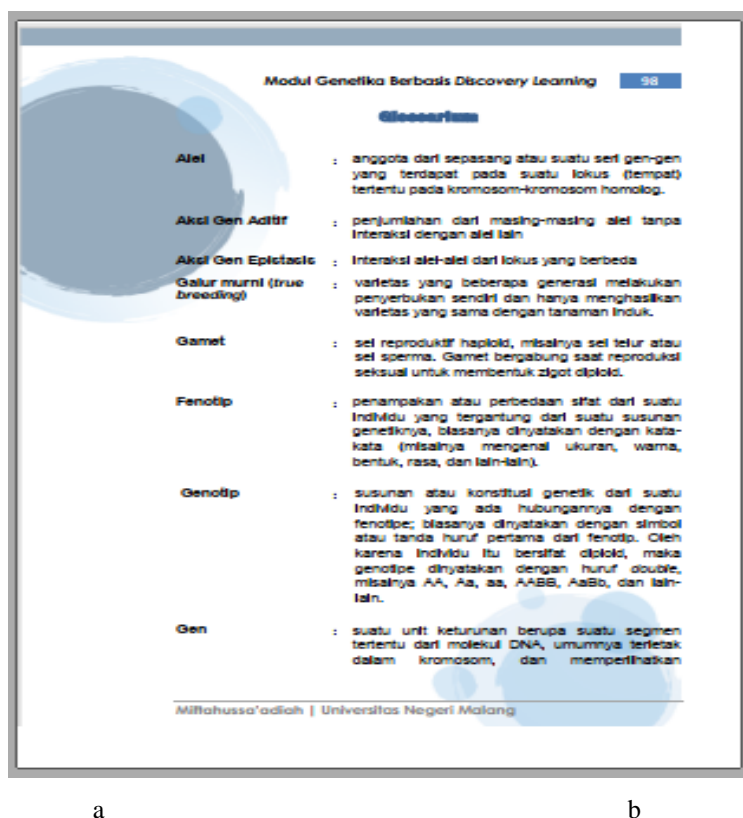
Evaluasi akhir (Gambar 8) terdiri dari sepuluh soal objektif dan lima soal uraian yang disertai kunci jawaban, rubrik penilaian, dan skor penilaian.

Modul Genetika Berbasis Discovery Learning 96

Ringkasan

- Gen merupakan bagian dari rantai DNA yang terletak pada lokus tertentu di dalam kromosom
- DNA merupakan tempat penyimpanan Informasi genetik. DNA tersusun dari rantai nukleotida berupa gula deoksiribosa, gugus fosfat, dan basa nitrogen. Basa nitrogen DNA terdiri dari purin yaitu adenin dan guanin, serta golongan pirimidin yaitu timin dan sitosin
- Kromosom merupakan struktur padat yang terdiri dari komponen DNA dan protein.
- Gregor Mendel menemukan teori pewarisan sifat berdasarkan percobaan-percobaan dengan tanaman ercis
- Hukum Segregasi menjelaskan rasio fenotip F₂ 3:1 yang teramati saat monohibrid menyerbuk sendiri
- Hukum Pemilahan Bebas menyatakan setiap pasangan alel bersegregasi secara Independen ke dalam gamet terhadap pasangan alel gen-gen lain mana pun. Rasio fenotipnya yaitu 9:3:3:1 (dihibrid).

Miftahussa'adiah | Universitas Negeri Malang



Gambar 9. (a) Rangkuman; (b) Glosarium

Rangkuman dan glosarium merupakan bagian penutup dari modul. Rangkuman (Gambar 9.a) berupa intisari yang mencakup keseluruhan isi modul yang disajikan lebih padat dan ringkas. Glosarium (Gambar 9.b) berisi daftar istilah yang berkaitan dengan materi genetika dan penelitian aksi gen yang tidak umum ditemukan sehingga memudahkan siswa untuk memahami istilah yang ada pada modul.

Tahapan *Development*

Pada tahap ini dilakukan pengisian angket oleh validator dari ahli media, materi, praktisi, serta uji keterbacaan yang dilakukan siswa.

Validasi Media

Modul divalidasi oleh dosen teknologi pendidikan di Universitas Negeri Malang. Adapun hasilnya yaitu modul sangat menarik digunakan dan disebarakan dengan persentase penilaian 96,88%.

Tabel 1. Ringkasan Nilai Validasi dari Ahli Media

No.	Indikator	Persentase
1.	<i>Self instruction</i>	96,88 %
2.	<i>Self contained</i>	87,5 %
3.	<i>Stand alone</i>	100%
4.	<i>Adaptif</i>	100%
5.	<i>User friendly</i>	100%
Rerata		96,88%

Berdasarkan nilai persentase rerata keseluruhan tersebut, media valid dan dapat dilanjutkan ke tahap penelitian selanjutnya. Saran yang diberikan oleh validator yaitu agar tulisan pada cover diperbaiki, dan *background* yang menutupi tulisan diperjelas.

Validasi Materi

Validator ahli materi modul yaitu dosen biologi di Universitas Negeri Malang. Persentase penilaian dari validator ahli materi sebelum revisi secara keseluruhan 92,59%. Adapun saran yang diberikan oleh validator yaitu memperbaiki tipografi dan kalimat yang kurang jelas, merincikan hasil penelitian di modul agar siswa paham dengan maksud penelitian tersebut, penyesuaian tabel persilangan. Hasil penilaian validasi oleh ahli materi (Tabel 2.) setelah revisi secara keseluruhan produk yang dihasilkan sangat layak untuk dipergunakan dan dapat disebarluaskan dengan rerata setiap indikator adalah 100%.

Tabel 2. Ringkasan Nilai Validasi dari Ahli Materi setelah Revisi

No.	Indikator	Persentase
1.	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar	100%
2.	Keakuratan materi	100%
3.	Kedalaman materi	100%
4.	Kekontekstualan materi	100%
5.	Kemutakhiran materi	100%
6.	Mendorong keingintahuan	100%
7.	Penyajian materi	100%
Rerata		100%

Validasi Praktisi Lapangan

Kepraktisan modul divalidasi oleh guru Biologi kelas X SMK Negeri 2 Batu dengan nilai rerata secara keseluruhan aspek yaitu 93,9%. Hasil validasi kepraktisan modul dijabarkan pada tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Nilai Validasi dari Praktisi Lapangan

No.	Indikator	Persentase
1.	Kelayakan bahasa	96,43%
2.	Kelayakan isi	90%
3.	Kelayakan penyajian	97,5%
4.	Aspek penilaian <i>discovery learning</i>	91,67%
Rerata		93,9%

Berdasarkan nilai rerata dari praktisi lapangan, modul sangat praktis untuk digunakan dari aspek kelayakan bahasa, isi, penyajian, dan penilaian *discovery learning*. Saran yang diberikan agar kualitas modul lebih baik yaitu daftar isi sebaiknya sinkron dengan halaman, dan jika modul untuk siswa sebaiknya panduan penggunaan modul untuk guru tidak perlu disertakan.

Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan modul dilakukan oleh 22 orang siswa kelas X SMK Negeri 2 Batu. Adapun hasil rerata dari analisis keterbacaan diperoleh nilai 85,33% dengan kriteria baik. Persentase penilaian tersebut menunjukkan modul sangat menarik digunakan oleh siswa sehingga dapat memotivasi dan menimbulkan ketertarikan siswa untuk belajar, modul juga mudah digunakan karena memuat petunjuk yang jelas, dan modul menggunakan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa.

PEMBAHASAN

Modul pembelajaran ini terdiri atas tiga kegiatan pembelajaran. Kegiatan belajar I, tentang struktur gen, DNA, dan kromosom dalam proses penurunan dan pewarisan sifat. Kegiatan belajar II, berisi tentang pewarisan sifat (Hukum I Mendel). Adapun pada kegiatan belajar III, berisi tentang pewarisan sifat (Hukum II Mendel). Setiap kegiatan di lengkapi dengan tujuan pembelajaran, *overview* materi, uraian materi, uji pemahaman dan rubrik penilaian. Selain itu, di dalam modul ini juga terdapat soal tes evaluasi akhir yang terdiri dari sepuluh soal objektif dan lima soal esai. Adanya tes evaluasi setelah pembelajaran perlu dilakukan (Sungkono, 2010) karena merupakan salah satu komponen vital dalam kegiatan belajar (Ridlo, 2018) yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam pemahaman konsep yang diberikan (Faot et al., 2016).

Komponen lain yang ada pada modul yaitu rangkuman dan glosarium yang memudahkan siswa untuk menemukan istilah yang berkaitan dengan genetika. Modul juga dilengkapi dengan warna yang menarik dan bagian sintaks pembelajaran di setiap kegiatan diberi warna yang lebih cerah agar siswa mudah untuk menemukan setiap kegiatannya. Supriyono et al. (2019), warna merupakan komponen penting dalam desain karena dapat dijadikan sebagai pembeda sifat secara jelas yang berpengaruh terhadap minat membaca. Modul genetika ini dibuat dalam bentuk cetak, dengan tujuan agar mudah untuk dipelajari dan dibaca. Media atau bahan ajar dalam bentuk cetak lebih sederhana untuk dipelajari dan dibaca serta tidak perlu menggunakan alat khusus untuk menggunakannya (Belawati, 2007; Prastowo, 2018). Agar lebih efisien lagi, modul dicetak dalam ukuran B5. Modul yang telah dicetak divalidasi oleh validator. Persentase penilaian dari validator ahli media secara keseluruhan yaitu 96,88%. Modul tersebut sangat layak untuk digunakan karena memuat tujuan pembelajaran yang jelas, memuat materi yang

diperlukan, tidak bergantung pada bahan ajar atau media lain, sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Modul dapat dikatakan layak dan valid digunakan jika mampu membuat siswa belajar mandiri, materi yang disajikan lengkap, tidak bergantung dengan media atau sumber lain, dan mudah untuk digunakan (Depdiknas, 2008).

Hasil nilai rerata dari validator ahli materi yaitu 100%. Artinya materi yang disajikan sesuai dengan kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa, tidak menimbulkan banyak penafsiran, substansi materi genetik diuraikan dengan benar. Kedalaman materi yang disajikan sesuai dengan tingkat perkembangan siswa dan memenuhi tuntutan kurikulum, materi juga menyajikan contoh kasus dan gambar yang sesuai dengan kehidupan nyata, serta disajikan sesuai dengan perkembangan ilmu yaitu berdasarkan hasil penelitian identifikasi aksi gen karakteristik agronomi tanaman kedelai. Jumlah dan aksi gen yang mengendalikan suatu karakter akan menentukan mudah tidaknya karakter tersebut diwariskan. Karakter tanaman dibagi dua yaitu karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif merupakan karakter yang tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan dikendalikan oleh sedikit gen, sedangkan karakter kuantitatif merupakan karakter yang dikendalikan oleh banyak gen (Hakim, 2010). Pengetahuan terkini tentang aksi gen akan menambah wawasan siswa di bidang genetika khususnya pada tanaman kedelai dan siswa juga dapat mengetahui perbandingan yang dihasilkan dari penelitian tersebut sesuai atau tidak dengan nisbah Mendel.

Berdasarkan nilai praktisi lapangan, hasil validasi modul yaitu 93,9% artinya penyajian modul setiap tahapannya jelas dan tepat. Prastowo (2018) menjelaskan, gaya penulisan penting untuk diperhatikan agar bahan ajar yang dihasilkan mudah dipahami oleh siswa. Penyajian yang jelas dan tepat dapat dilihat dari bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan berpikir siswa, penggunaan kata baku, ketepatan ejaan dan tata bahasa, serta konsistensi dalam penggunaan istilah. Selain itu, tujuan pembelajaran yang disajikan juga jelas, materi yang dijabarkan sesuai dengan tujuan pembelajaran, konsep yang disajikan runtut, serta dapat mendorong siswa untuk mengamati dan mencermati fakta di kehidupan, mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data, mengolah data dan informasi berdasarkan penyelidikan, membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan, dan menarik simpulan.

Uji keterbacaan yang dilakukan oleh siswa secara umum modul yang dihasilkan tersebut telah sesuai dan baik dengan persentase 85,33%. Modul yang baik adalah modul yang menarik dan desain tampilannya dapat memotivasi siswa untuk belajar, gambar yang disajikan jelas dengan pemilihan warna yang menarik dan dapat memperjelas konsep yang disampaikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Ermaniatu & Taufik, 2017), ilustrasi gambar penting untuk memperjelas penyampaian materi dan mengindikasikan materi terdapat di kehidupan nyata. Selain itu, modul dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas, terdapat kompetensi dasar, indikator, tujuan pembelajaran, dan isinya mampu menghubungkan dengan hal-hal yang telah dilihat, dilakukan dan dipikirkan oleh siswa dalam kehidupan sehari-hari, serta dalam penggunaannya tidak membuat siswa cepat jenuh dalam belajar. Modul yang berbasis *discovery learning* yang dihasilkan juga menggunakan bahasa yang mudah dipahami, kegiatan belajar yang ada pada modul dapat membantu siswa menemukan konsep sendiri, dan langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang disajikan mudah untuk diikuti oleh siswa. Dengan demikian, modul ini dapat mendorong siswa belajar secara mandiri (Rifa'i & Anni, 2011), dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa (Jamillah et al., 2017).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil validasi dari validator (ahli materi, ahli media, praktisi lapangan) dan uji keterbacaan, modul *discovery learning* yang dihasilkan valid dan praktis oleh guru dan siswa dan sangat layak untuk digunakan. Revisi yang telah dilakukan setelah uji coba diharapkan dapat meningkatkan kualitas modul yang dikembangkan. Perlu dilakukan uji coba keefektifan untuk mengetahui modul yang dikembangkan tersebut efektif atau tidak digunakan untuk materi genetika. Produk yang telah teruji keefektifannya disebarluaskan agar bermanfaat.

DAFTAR RUJUKAN

- Ariana, D., Situmorang, R. P., & Krave, A. S. (2020). Pengembangan Modul berbasis *Discovery Learning* pada Materi Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas XI IPA SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 11(1), 34–46. <https://doi.org/dx.doi.org/10.26418/jpmipa.v11i1.31381>
- Belawati. (2007). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer Science+Business Media, LLC.
- Brigenta, D., Handhika, J., & Huriawati, F. (2017). Pengembangan Modul berbasis *Discovery Learning* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep. *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)*, 167–173.
- De Jong, T., & Joolingen, W. R. van. (1998). *Scientific Discovery Learning with Computer Simulation of Conceptual Domains*. 68(2), 179–201.
- Dwijayanti, Y. (2012). *Pengembangan Bahan Ajar untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Kinematika di Kelas X SMA*.
- Ermaniatu, N., & Taufik, M. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Cetak berbasis Penilaian Kinerja sebagai Sumber Belajar bagi Siswa SD Kelas VI. *School Education Jurnal PGSD FIP UNIMED*, 7(3), 285–295.
- Faot, M. M., Zubaidah, S., & Kuswantoro, H. (2016). *Pengembangan Modul Teknik Budidaya Tanaman Kedelai sebagai Bahan Ajar Sekolah Menengah Kejuruan*. 1(7), 1421–1426.
- Hakim, L. (2010). Keragaman Genetik, Heritabilitas dan Korelasi Beberapa Karakter Agronomi pada Galur F₂ Hasil Persilangan Kacang Hijau (*Vigna radiate* (L.) Wilezek). *Berita Biologi*, 10(1), 3–32.

- Handoko, A., Sajidan., & Maridi. (2016). Pengembangan Modul Biologi Berbasis *Discovery Learning (Part of Inquiry Spectrum Learning-Wenning)* pada Materi Bioteknologi Kelas XII IPA di SMA Negeri 1 Magelang Tahun Ajaran 2014/2015. *Jurnal Inkuiri*, 5(3), 144–154.
- Hartman, G. L., Pawlowski, M. L., Herman, T. K., & Eastburn, D. (2016). Review Organically Grown Soybean Production in the USA: Constraints and Management of Pathogens and Insect Pests. *Agronomy*, 6(16).
- Holden, J. T. (2009). *An Instructional Media Selection Guide for Distance Learning*. United States Distance Learning Association.
- Jamillah, I Nyoman, J., & Desak. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis *Discovery* Mata Pelajaran IPA Siswa SD Nomor 1 Baktiseraga Kelas IV. *E-Jurnal Edutect Universitas Pendidikan Ganesa*, 8(2).
- Karnes, F. A., & Bean, S. M. (2009). *Methods and Materials for Teaching the Gifted. Third Edition*. Prufrock Press Inc.
- Kharisma, B. (2018). Determinan Produksi Kedelai di Indonesia dan Implikasi Kebijakannya. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 7(3), 679–710.
- Krisnawati, A., & Adie, M. (2011). Heterosis, Heterobeltiosis dan Tindak Gen Karakter Agronomik Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Berita Biologi*, 10(6), 827–836.
- Markaban. (2008). *Model Penemuan Terbimbing pada Pembelajaran Matematika SMA*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika.
- Ridlo, U. (2018). Evaluasi dalam Pembelajaran Bahasa Arab. *Jurnal Pendidikan Bahasa Arab*, 10(1), 171–193.
- Salmi. (2019). Penerapan Model Pembelajaran *Discovery Learning* dalam Meningkatkan Hasil Belajar Ekonomi Peserta Didik Kelas XII IPS-2 SMA Negeri 13 Palembang. *Jurnal Profit*, 6(1), 1–16.
- Sibuea, S. K., Syauckani, & Nasution, W. N. (2019). Penerapan Model *Discovery Learning* dalam Pembelajaran Sejarah Kebudayaan Islam di MTs Darul Hikmah TPI Medan. *Edu-Riligia*, 3(3), 386–393.
- Sukiman. (2011). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Pustaka Insan Madani.
- Sungkono. (2010). *Pengembangan Bahan Ajar*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Supriyono, A., Idrus, S. I., Buana, I. C., Sihombing, I. N., & Noviar, M. H. (2019). *Modul Presentasi dengan Infografis*.
- Sutrisno, & Kuswantoro, H. (2016). Cowpea Mild Mottle Virus (CpMMV) Infection and Its Effect to Performance of South Korean Soybean Varieties. *Biodiversitas*, 17(1), 129–133.
- Widotono, H., & Arifin, M. Z. (2018). Upaya Peningkatan Produksi Kedelai (*Glycine max* Merr.) sebagai Upaya Meningkatkan Keuntungan Petani di Jawa Timur. *J-SEP*, 2(1), 38–47.
- Wulandari, P., Khairil, & Safrida. (2017). Penerapan Modul Berbasis *Discovery Learning* untuk Mengatasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Sel di MAN Darussalam. *Jurnal Biotik*, 5(1), 11–21.