

Pengembangan Buku Ajar Ekspresi Gen menggunakan Penelitian Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos Taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit

Evi Kristiana¹, Mohamad Amin², Umie Lestari²
^{1,2}Pendidikan Biologi-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 12-06-2017

Disetujui: 06-03-2018

Kata kunci:

textbooks;
genetics;
gene expression;
buku ajar;
genetika;
ekspresi gen;
4D

ABSTRAK

Abstract: The needs analysis to the students who take genetics course at the University of Jember shows that they need textbooks based on research, especially gene expression material. The material has not been research-based and has not yet demanded students to utilize science and technology according to the KKKNI qualification framework. This study aims to develop textbooks of genetic subjects, especially gene expression material for undergraduate students, using the 4D development model. Validation and feasibility test data show that “Buku Ajar Ekspresi Gen menggunakan Penelitian Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Cow (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit” are very valid and very feasible so that it can be used by students of Jember University in genetics course.

Abstrak: Analisis kebutuhan terhadap mahasiswa yang menempuh matakuliah genetika di Universitas Jember menunjukkan bahwa mahasiswa membutuhkan buku ajar berbasis riset materi ekspresi gen. Materi tersebut belum berbasis riset dan belum menuntut mahasiswa untuk memanfaatkan IPTEKS sesuai kerangka kualifikasi dalam KKKNI. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku ajar matakuliah genetika, khususnya materi ekspresi gen untuk mahasiswa S1, menggunakan model pengembangan 4D. Data hasil validasi dan uji kelayakan menunjukkan bahwa “Buku Ajar Ekspresi Gen menggunakan Penelitian Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit” sangat valid dan sangat layak sehingga dapat digunakan oleh mahasiswa Universitas Jember dalam matakuliah genetika.

Alamat Korespondensi:

Evi Kristiana
Pendidikan Biologi
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: evi_kristiana24@yahoo.com

Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) merupakan perwujudan mutu dan jati diri bangsa Indonesia dalam sistem pendidikan dan pelatihan serta sistem pengakuan kompetensi kerja secara nasional (Dirjen Dikti, 2015). Pembelajaran untuk semua jenjang kualifikasi dilaksanakan berdasarkan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan dalam KKNI. Capaian pembelajaran untuk level 6 atau strata 1 (S1) berdasarkan KKNI, antara lain (1) mampu memanfaatkan IPTEKS dalam bidang keahliannya dan mampu beradaptasi terhadap situasi yang dihadapi dalam penyelesaian masalah; (2) menguasai konsep teoritis bidang pengetahuan tertentu secara umum dan konsep teoritis bagian khusus dalam bidang pengetahuan tersebut secara mendalam, serta mampu memformulasikan penyelesaian masalah prosedural; (3) mampu mengambil keputusan strategis berdasarkan analisis informasi dan data, dan memberikan petunjuk dalam memilih berbagai alternatif solusi. Salah satu matakuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa jenjang kualifikasi level 6 atau strata 1 (S1) Program Studi Pendidikan Biologi adalah matakuliah genetika.

Genetika merupakan cabang biologi yang mengacu pada studi tentang gen. Genetika mempelajari pewarisan sifat dan ekspresi sifat-sifat menurun yang dikendalikan oleh faktor atau gen (Klug & Cummings, 2012). Kajian genetika meliputi materi genetik, baik struktur, reproduksi, ekspresi, perubahan dan rekombinasi, keberadaannya dalam populasi, serta perkeayaannya. Ilmu genetika berhubungan dengan DNA dan berperan penting dalam kehidupan manusia, baik dalam pertanian, kesehatan, obat-obatan, dan lain sebagainya (Snustad & Simmons, 2012). Mahasiswa yang menempuh matakuliah genetika tidak hanya mempelajari struktur, namun juga harus memahami genetika secara utuh yaitu melalui kajian molekuler. Beberapa kajian tentang materi genetik yang meliputi fungsi, replikasi, ekspresi, maupun perubahannya diperoleh melalui analisis secara molekuler (Snustad & Simmons, 2012). Dengan demikian, mahasiswa dituntut untuk mampu memanfaatkan IPTEKS dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilan hingga kajian molekuler serta dapat menerapkan pengetahuannya dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dalam masyarakat.

Hasil wawancara terhadap mahasiswa S1 Universitas Jember yang telah menempuh matakuliah genetika menunjukkan bahwa sebanyak 67% mahasiswa menyatakan materi dalam matakuliah genetika yang paling sulit untuk dipahami adalah ekspresi gen (Kristiana, et al., 2016). Materi tersebut sulit dipahami karena beberapa faktor, antara lain (1) bahan ajar sulit dipahami (dinyatakan oleh 40% mahasiswa), (2) kurangnya bahan ajar (dinyatakan oleh 32% mahasiswa), (3) tidak adanya praktikum secara langsung (dinyatakan oleh 24% mahasiswa), dan (4) kurangnya penjelasan secara mendalam mengenai materi ekspresi gen (dinyatakan oleh 4% mahasiswa). Bahan ajar yang paling banyak digunakan adalah buku ajar, namun sebanyak 81% dari mahasiswa merasa bahwa buku ajar tersebut masih belum memenuhi kebutuhan. Buku ajar yang digunakan memiliki kelemahan yaitu tidak sesuai dengan metode yang diinginkan mahasiswa. Buku ajar hanya berisi teori-teori saja, sedangkan konten mengenai penerapan ekspresi gen dalam pemecahan masalah atau aplikasi persentasenya masih rendah. Mahasiswa yang mengetahui aplikasi materi ekspresi gen dalam kehidupan sehari-hari mencapai 52%, namun hanya terbatas pada aplikasi secara sederhana, misalnya praktikum persilangan pada *Drosophylla melanogaster*, dan tidak mengkaji hingga tataran molekuler. Pengetahuan tersebut sebatas tataran teori yang dilakukan melalui praktikum sederhana, belum mengarahkan mahasiswa agar mampu menerapkan konsep genetika dalam menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat. Mahasiswa belum mengetahui aplikasi konsep genetika secara molekuler. Mahasiswa juga belum mampu memanfaatkan IPTEKS dalam bidang genetika. Mereka belum mengetahui kebermaknaan dari ilmu pengetahuan genetika secara lebih nyata untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam masyarakat seperti yang telah ditetapkan dalam deskripsi khusus KKNI (Kristiana, et al., 2016).

Salah satu permasalahan yang ada di masyarakat adalah adanya pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak diimbangi dengan pemenuhan kebutuhan bahan pangannya (Nuryadi & Wahjuningsih, 2011), salah satunya adalah kebutuhan daging. Data statistik ekspor dan impor yang disajikan oleh Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian Tahun 2015 menunjukkan bahwa Indonesia mengalami peningkatan impor daging sapi. Pada tahun 2012, jumlah impor daging sapi sebanyak 34.878,404 ton; tahun 2013 menjadi 47.697,874 ton; dan pada tahun 2014 mencapai 76.887,337 ton. Sedangkan populasi sapi potong secara nasional mengalami penurunan yaitu pada tahun 2012 mencapai 15.981 ekor menjadi 15.494 ekor pada tahun 2015 (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI Tahun 2015).

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 54/Permentan/OT.140/10/2006 menyatakan bahwa salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan daging yaitu dengan meningkatkan populasi, produksi, dan produktivitas sapi potong. Efisiensi reproduksi menjadi hal yang penting untuk diperhatikan. Sapi (*Bos taurus*) merupakan salah satu jenis sapi yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan daging. *Conception rate gen* merupakan salah satu gen yang berpengaruh terhadap jumlah implantasi serta berpengaruh terhadap produktivitas sapi. Gen tersebut diambil dari sapi kembar, dimana satu induk betina mampu menghasilkan dua anakan bahkan lebih. Mikrosatelit merupakan penanda yang paling disukai karena mempunyai polimorfisme yang tinggi, kelimpahannya di dalam genom inti relatif besar, dapat diamplifikasi melalui PCR, kodominan tetap terekspresi meskipun heterozigot, sangat informatif, dan akurat meskipun harganya murah. Penggunaan penanda mikrosatelit telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti (Megia & Djuita, 2010), misalnya digunakan pada berbagai analisis terhadap sapi (Sari et al., 2013). Mikrosatelit juga pernah digunakan dalam penelitian terkait *conception rate gen* yang dilakukan oleh Bebbere et al., (2013), yaitu sebagai penanda untuk mengetahui keterkaitan antara ekspresi *conception gen* IGF2R dengan berat janin pada *Bos taurus*.

Penelitian tersebut dikembangkan sebagai buku ajar untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa, sesuai dengan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan pada matakuliah genetika di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Buku ajar adalah buku pegangan untuk suatu matakuliah yang ditulis dan disusun oleh pakar bidang terkait dan memenuhi kaidah buku teks serta diterbitkan secara resmi dan disebarluaskan (Dirjendikti, 2009). Kelebihan buku ajar antara lain: mempunyai struktur dan urutan yang sistematis, menjelaskan tujuan instruksional yang akan dicapai, memotivasi siswa untuk belajar, mengantisipasi kesukaran belajar siswa melalui penyediaan petunjuk untuk mempelajari buku ajar, memberikan latihan, menyediakan rangkuman, dan berorientasi kepada siswa secara individual (*learner oriented*) (Sukerni, 2014).

Analisis kebutuhan yang diperoleh dari angket terhadap mahasiswa yang pernah menempuh matakuliah genetika di S1 Universitas Jember menunjukkan bahwa belum ada buku ajar berbasis riset yang mengarah pada pemanfaatan IPTEKS dan penerapan konsep genetika untuk menyelesaikan permasalahan di masyarakat. Pembelajaran dengan bantuan buku ajar yang berbasis riset menjadikan pembelajaran lebih bermakna. Buku ajar menuntun mahasiswa untuk memahami konsep dan prinsip. Buku juga memberikan peluang bagi mahasiswa untuk melakukan praktikum melalui kegiatan pengayaan. Praktikum harus memuat tiga komponen utama, yaitu konsep, prinsip, dan prosedur. Melalui penelitian ini akan dikembangkan sebuah buku ajar matakuliah genetika yang menuntun mahasiswa untuk mempelajari genetika sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah ditentukan dalam KKNI, yaitu pemanfaatan IPTEKS dan pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat.

Buku ajar disusun menggunakan model pengembangan yang sederhana namun mewakili semua tahap yang dimiliki oleh model pengembangan lainnya serta memungkinkan untuk dilakukan revisi pada setiap tahap. Model pengembangan yang memiliki kriteria tersebut adalah model pengembangan 4D. Model pengembangan 4D dicetuskan oleh Thiagarajan, terdiri dari empat tahap, antara lain *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran) (Thiagarajan, et al., 1974).

METODE

Buku ajar matakuliah genetika menggunakan deteksi dan identifikasi *conception rate gene* dalam penelitian ini dikembangkan dengan mengikuti tahapan-tahapan yang ada dalam model pengembangan 4D. Model pengembangan 4D memiliki empat tahapan utama, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebarluasan). Model pengembangan 4D yang digunakan untuk menyusun buku ajar dalam penelitian ini terbatas pada tahap *develop* (pengembangan).

HASIL

Hasil penelitian pengembangan buku ajar ini, meliputi (1) validasi ahli materi; (2) validasi ahli buku ajar; (3) uji kelayakan kelompok kecil dan kelompok besar; (4) revisi produk.

Hasil Validasi Ahli Materi

Lembar validasi ahli materi digunakan untuk mengumpulkan data hasil pengecekan dan penskoran oleh ahli materi tentang materi yang disusun dalam buku ajar. Hasil validasi ini menjadi dasar pertimbangan untuk melakukan perbaikan buku ajar “Eksresi Gen”. Validator ahli materi buku ajar ini adalah Prof. Dr. Suratno, M.Si. Data yang diperoleh dari validasi oleh ahli materi berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Kedua jenis data tersebut diakses melalui lembar validasi validator ahli materi terhadap materi “Buku Ajar Ekspresi Gen”. Data kuantitatif yang diperoleh berupa persentase validasi validator ahli materi (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase Nilai Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Persentase (%)	Validitas	Keterangan
1	Kesesuaian Materi dengan Prinsip Pengembangan Bahan Ajar	83,33	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
2	Format Buku Ajar	80,00	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
3	Cakupan Materi dan Relevansi	87,50	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
4	Akurasi (Kebenaran Materi)	87,50	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
5	Kemutakhiran	100,00	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
6	Penyajian Materi di dalam Buku Ajar	85,71	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
7	Kebahasaan	84,38	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
8	Kemenarikan Tampilan Buku Ajar	83,33	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
9	Kebermanfaatan	75,00	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
Rata-rata Persentase Nilai Seluruh Aspek		85,19	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi

Data hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 85,19 %. Persentase tersebut menunjukkan bahwa buku ajar berada pada kategori “sangat valid” dan dapat digunakan dengan revisi. Dengan demikian setelah direvisi, buku ajar tersebut dapat dilakukan tahap pengembangan buku ajar selanjutnya, yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar.

Data kualitatif yang diperoleh dari validator ahli materi berupa kritik dan saran tentang materi buku ajar, meliputi (1) kompetensi yang digunakan bukan Kompetensi Dasar, melainkan lebih mengarah pada *learning outcome*, (2) hasil penelitian tentang identifikasi DNA pada sapi belum mendominasi isi buku, hanya informasi sedikit saja, (3) istilah LKM dalam perkuliahan tidak lazim, dan (4) perlu dicantumkan tentang sasaran buku ajar, apakah siswa, mahasiswa, atau umum.

Saran dan masukan serta persentase dari sejumlah aspek yang dinilai berdasarkan validasi ahli materi menjadi dasar revisi tahap 1. Sebelum revisi, rata-rata persentase nilai seluruh aspek berdasarkan ahli materi adalah 85,19%, belum mencapai 100%. Setelah revisi dengan mempertimbangkan saran dan masukan dari validator ahli materi, bermakna bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek mencapai 100%.

Hasil Validasi Ahli Buku Ajar

Lembar validasi ahli buku ajar digunakan untuk mengumpulkan data hasil pengecekan dan penskoran oleh ahli buku ajar tentang kriteria buku ajar yang baik. Hasil validasi ini menjadi dasar pertimbangan untuk melakukan revisi buku ajar “Eksresi Gen”. Validator ahli buku ajar ini adalah Dr. Munzil, S.Pd., M.Si. Data yang diperoleh dari validasi oleh ahli buku ajar berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Kedua jenis data tersebut diakses melalui lembar validasi validator ahli buku ajar terhadap materi “Buku Ajar Ekspresi Gen”.

Data kualitatif yang diperoleh dari validator ahli buku ajar berupa kritik dan saran tentang buku ajar, meliputi (1) ukuran huruf pada judul dan nama penulis terlalu besar, serta kontras antara *background* judul dengan judul “Buku Ajar Berbasis Penelitian Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene* Sapi (*Bos taurus*) Kembar Berbasis Mikrosatelit” perlu ditingkatkan, (2) nomor halaman sebaiknya diletakkan di samping, bukan di tengah, (3) sebaiknya setiap halaman terisi penuh, tidak ada bagian yang kosong, (4) terdapat satu gambar yang hendaknya diperpendek, dan (5) tabel prosedur penelitian pada bab 5 hendaknya dilengkapi dengan kepala tabel di setiap halamannya, serta ukuran gambar hendaknya disesuaikan dengan ukuran tabel yang tersedia. Data kuantitatif yang diperoleh berupa persentase validasi validator ahli buku ajar (Tabel 2).

Tabel 2. Persentase Nilai Hasil Validasi Ahli Buku Ajar

No	Aspek	Persentase (%)	Validitas	Keterangan
1	Kesesuaian dengan Prinsip Pengembangan Bahan Ajar	91,67	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
2	Desain Sampul Buku	90,63	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
3	Desain Isi Buku	90,00	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
4	Kaidah Penulisan	98,08	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
5	Kekayaan Penyajian	100,00	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
6	Kesesuaian sajian dengan tuntutan pembelajaran yang terpusat pada mahasiswa	100,00	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi
Rata-rata Persentase Nilai Seluruh Aspek		95,06	Sangat valid	Dapat digunakan dengan revisi

Data hasil validasi ahli buku ajar menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 95,06%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa buku ajar berada pada kategori “sangat valid”, dapat digunakan dengan revisi. Setelah direvisi, buku ajar tersebut dapat dilanjutkan ke tahap pengembangan buku ajar selanjutnya, yaitu uji coba kelompok kecil dan ujicoba kelompok besar.

Uji Kelayakan Buku Ajar (Ujicoba Kelompok Kecil dan Ujicoba Kelompok Besar)

Uji kelayakan buku ajar dilakukan sebanyak dua kali, yaitu ujicoba kelompok kecil dan ujicoba kelompok besar. Tahapan ini merupakan tahap *developmental testing* dalam tahap pengembangan 4D. Data yang diperoleh dari ujicoba kelompok kecil dan ujicoba kelompok besar terdiri dari data kuantitatif dan data kualitatif. Kedua jenis data tersebut diakses melalui lembar validasi pengguna buku ajar (mahasiswa) terhadap materi “Buku Ajar Ekspresi Gen”. Data kuantitatif yang diperoleh berupa persentase nilai ujicoba kelompok kecil (Tabel 3) dan persentase nilai ujicoba kelompok besar (Tabel 4).

Ujicoba Kelompok Kecil

Ujicoba kelompok kecil bertujuan untuk mengetahui keterbacaan buku ajar yang telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli buku ajar. Subjek dalam ujicoba kelompok kecil adalah tiga orang mahasiswa yang telah menempuh matakuliah genetika dengan IPK yang berbeda. Mahasiswa diminta untuk membaca dan mempelajari buku ajar, kemudian mengisi angket. Ujicoba ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki penulisan dan kejelasan buku ajar.

Data kualitatif yang diperoleh dari ujicoba perorangan berupa kritik dan saran tentang materi buku ajar, meliputi (1) ilustrasi gambar hendaknya menggunakan bahasa Indonesia, (2) ukuran gambar sebaiknya diperbesar, dan (3) buku ajar sudah baik, namun alangkah lebih baik jika warna biru pada *cover* tidak dipadukan dengan warna abu-abu. Data kuantitatif yang diperoleh dari ujicoba perorangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Nilai Hasil Ujicoba Kelompok Kecil

No	Aspek	Persentase (%)	Kategori	Keterangan
1	Kelayakan Isi	91,65	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
2	Kebahasaan	97,23	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
3	Penyajian	95,82	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
4	Kegrafisan	97,92	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
5	Kebermanfaatan	95	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
6	Kesesuaian buku ajar dengan gaya belajar mahasiswa	95,83	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
Rata-rata Persentase Nilai Seluruh Aspek		95,57	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi

Data hasil ujicoba kelompok kecil (Tabel 4.4) menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 95,57 %. Persentase tersebut menunjukkan bahwa buku ajar berada pada kategori “sangat layak”, sangat baik untuk digunakan dengan revisi.

Ujicoba Kelompok Besar

Uji kelompok besar dilakukan setelah buku melalui revisi tahap 1. Uji kelompok besar ini digunakan untuk mengukur kelayakan buku ajar pada saat digunakan oleh kelompok besar pembaca. Subjek dalam ujicoba ini adalah duapuluh orang mahasiswa yang telah menempuh matakuliah genetika dengan IPK yang berbeda. Ujicoba ini bertujuan untuk melihat respon mahasiswa terhadap buku ajar yang dikembangkan.

Data kualitatif yang diperoleh dari ujicoba kelompok berupa kritik dan saran tentang materi buku ajar, meliputi (1) buku ajar memiliki desain yang baik, (2) materi sudah baik dan lengkap, (3) di bagian *cover* sebaiknya dilengkapi dengan sasaran pengguna buku ajar, dan (4) nama penulis buku sebaiknya diletakkan di bagian atas, serta kertas yang digunakan hendaknya lebih tebal. Data kuantitatif yang diperoleh dari ujicoba kelompok besar disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Nilai Hasil Ujicoba Kelompok Besar

No	Aspek	Persentase (%)	Kategori	Keterangan
1	Kelayakan Isi	90,62	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
2	Kebahasaan	90,82	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
3	Penyajian	98,75	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
4	Kegrafisan	99,06	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
5	Kebermanfaatan	96,12	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
6	Kesesuaian buku ajar dengan gaya belajar mahasiswa	90,00	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi
Rata-rata Persentase Nilai Seluruh Aspek		94,23	Sangat layak	Sangat baik untuk digunakan dengan revisi

Data hasil ujicoba kelompok besar (Tabel 4) menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 94,23%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa buku ajar berada pada kategori “sangat layak”, sangat baik untuk digunakan dengan revisi.

PEMBAHASAN

Penelitian tahap II dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan buku ajar matakuliah genetika, topik “Ekspresi Gen” dengan judul “Buku Ajar Ekspresi Gen menggunakan Penelitian Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit”. Buku ajar tersebut dikembangkan dengan berdasarkan hasil penelitian tahap I, yaitu penelitian “Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit”. Buku ajar tersebut dikembangkan menggunakan model pengembangan 4D yang terdiri atas empat tahapan utama, meliputi *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebarluasan).

Dosen pengampu matakuliah genetika menyatakan bahwa praktikum mengenai topik ekspresi gen masih sederhana, terbatas pada praktikum tentang persilangan *Drosophylla melanogaster*, belum sampai pada kajian secara molekuler dan belum sesuai dengan KKNi. Praktikum tersebut belum menuntut mahasiswa untuk dapat memanfaatkan IPTEKS dan konsep ekspresi gen dalam menyelesaikan masalah yang ada dalam masyarakat. Buku ajar “Ekspresi Gen” disusun untuk menuntun mahasiswa agar mempelajari genetika sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah ditentukan dalam KKNi, yaitu pemanfaatan IPTEKS dan pengetahuan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat serta untuk menuntun mahasiswa agar memahami konsep, prinsip, dan prosedur dalam mempelajari ekspresi gen. Metode riset melatih mahasiswa untuk berpikir lebih mendalam dan melakukan kerja ilmiah (Siswaya, 2010).

Buku ajar tersebut terdiri atas lima Bab, yakni (1) Bab 1: Pendahuluan; (2) Bab 2: Materi Genetik; (3) Bab 3: Transkripsi; (4) Bab 4: Translasi; (5) Bab 5: Penerapan Ekspresi Gen dalam Menyelesaikan Permasalahan yang ada di Masyarakat. Setiap awal bab dilengkapi dengan CP (Capaian Kompetensi), indikator, dan cakupan materi. Setiap ya. Bab 2, 3, dan 4 berisi konsep-konsep tentang ekspresi gen yang harus dikuasai sebagai akhir bab dilengkapi dengan rangkuman dan pertanyaan. Bab 1 berisi “Pendahuluan”, bertujuan untuk menuntun pembaca/peserta didik agar memahami cakupan materi dan prinsip ekspresi gen serta kebermanfaatannya dalam menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat. Dengan mengetahui manfaat mempelajari “ekspresi gen”, peserta didik lebih tertarik untuk mempelajari pengantar untuk mempelajari penerapan ekspresi gen dalam menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat. Konsep-konsep tersebut, meliputi (1) materi genetik, disajikan dalam bab 2; (2) transkripsi, disajikan dalam bab 3; (3) translasi disajikan pada bab 4.

Bab 5 berisi tentang penerapan ekspresi gen dalam menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat. Selain itu, bertujuan untuk memenuhi tujuan pembelajaran dalam ekspresi gen, yang meliputi tujuan kognitif, psikomotor, dan afektif. *Pertama*, tujuan kognitif. Dengan mempelajari materi yang ada pada buku ajar, mahasiswa dapat mendefinisikan ekspresi gen secara mandiri. Dengan mempelajari materi dan panduan LKM yang ada pada buku ajar, mahasiswa dapat menjelaskan beberapa permasalahan yang ada dalam masyarakat yang memerlukan konsep ekspresi gen dalam penjelasannya. Dengan mempelajari materi dan panduan LKM yang ada pada buku ajar, mahasiswa dapat menjelaskan aplikasi konsep ekspresi gen untuk mengatasi permasalahan yang ada dalam masyarakat. Dengan panduan LKM yang ada pada buku ajar, mahasiswa dapat merencanakan riset dengan mengaplikasikan konsep ekspresi gen untuk mengatasi permasalahan yang ada di masyarakat.

Kedua, tujuan psikomotor. Dengan panduan LKM yang ada pada buku ajar, mahasiswa dapat melakukan riset tentang penerapan konsep ekspresi gen untuk mengatasi permasalahan yang ada dalam masyarakat dengan teliti sesuai dengan rincian tugas kinerja. *Ketiga*, tujuan afektif. Tujuan afektif memiliki dua komponen, yaitu karakter dan keterampilan sosial. Karakter: melalui kegiatan riset yang dipandu LKM dalam buku ajar, mahasiswa memiliki karakter teliti dan tanggung jawab dalam bekerja secara berkelompok ataupun individu. Keterampilan sosial: melalui kegiatan riset yang dipandu LKM dalam buku ajar, mahasiswa terlibat dalam proses belajar mengajar yang berpusat pada mahasiswa, mahasiswa memiliki keterampilan sosial menyumbang ide atau berpendapat, menghargai pendapat teman, dan menjadi pendengar yang baik.

Penyusunan bab 5 juga didasarkan pada hasil analisis kebutuhan, yang menunjukkan bahwa mahasiswa lebih menyukai kegiatan praktikum dengan mengaplikasikan konsep ekspresi gen dalam kehidupan sehari-hari. Materi tentang “Beberapa metode dasar yang dapat digunakan dalam penelitian tentang ekspresi gen” memberikan pengetahuan bagi pembaca/peserta didik dalam melakukan riset secara berkelompok. Pada bab 5 tersebut juga dilengkapi dengan materi tentang “Contoh penelitian tentang ekspresi gen”, bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada pembaca/peserta didik tentang contoh prosedur yang dapat digunakan dalam melakukan riset dan menerapkan penelitian tentang ekspresi gen. Prosedur penelitian pada kajian materi tersebut dilengkapi dengan gambar otentik, disesuaikan dengan gaya belajar peserta didik yang menempuh matakuliah genetika, yaitu gaya belajar visual sebanyak 33,91%.

LKM berbasis inkuiri dan *problem based learning* tentang “Aplikasi Ekspresi Gen Dalam Kehidupan” yang terdapat pada bab 5 disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa yang memiliki gaya belajar kinestetik lebih banyak, mencapai 34,76%, dengan kecenderungan belajar secara berkelompok mencapai 55%. Sebagian besar mahasiswa yang menempuh matakuliah genetika di Universitas Jember menyukai pembelajaran ekspresi gen dengan melakukan aktivitas secara langsung dengan gaya belajar kinestetik (Kristiana, et al., 2016). Mahasiswa yang memiliki gaya belajar kinestetik lebih menyukai penerapan konsep melalui praktikum atau proyek (Sari, 2014). Mahasiswa kinestetik menyukai tugas dalam bentuk proyek terapan (Sari, 2014). Karakteristik matakuliah juga memengaruhi gaya belajar mahasiswa. Matakuliah dalam bidang keilmuan biologi lebih sesuai dengan gaya belajar kinestetik (Tanta, 2010). Disamping itu, dosen pengampu matakuliah genetika di Universitas Jember juga menyatakan bahwa metode pembelajaran yang sesuai untuk diterapkan dalam mengkaji ekspresi gen adalah *problem based learning*. LKS dengan pembelajaran inkuiri dan *problem based learning* ini memfasilitasi keselarasan antara tujuan pembelajaran yang tercantum dalam KKNI, gaya belajar mahasiswa, serta konsep tentang ekspresi gen.

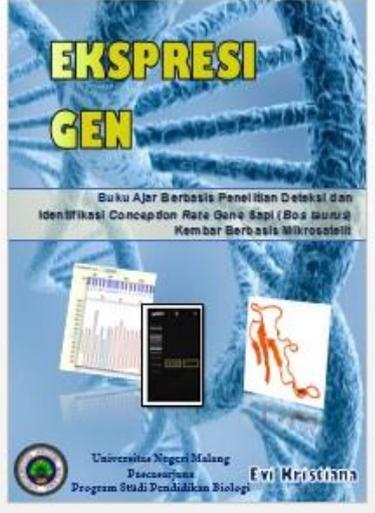
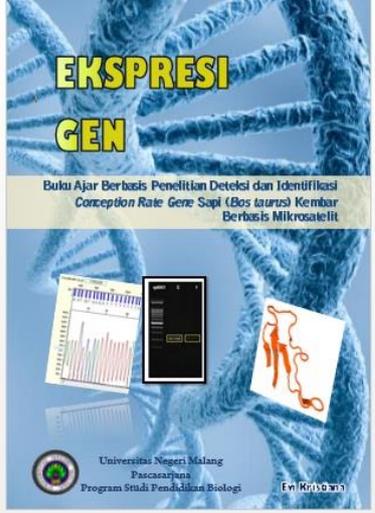
Buku ajar matakuliah genetika dengan judul “Buku Ajar Ekspresi Gen Berbasis Penelitian Deteksi dan Identifikasi *DNA Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit” tersebut selanjutnya divalidasi oleh ahli materi dan ahli pengembangan buku ajar. Tahapan ini merupakan tahapan *expert appraisal* pada tahap *Develop* dalam tahapan pengembangan 4D. Validasi ahli materi mencakup sejumlah aspek, meliputi (1) kesesuaian materi pada buku ajar dengan prinsip pengembangan bahan ajar; (2) format buku ajar; (3) cakupan materi dan relevansi; (4) akurasi (kebenaran materi); (5) kemutakhiran; (6) penyajian materi di dalam buku ajar; (7) kebahasaan; (8) kemenarikan tampilan buku ajar; (9) kebermanfaatannya. Data hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 85,19 %, berada pada kategori “sangat valid”. Dengan demikian, buku ajar dapat digunakan dengan revisi. Sebelum revisi, rata-rata persentase nilai seluruh aspek berdasarkan ahli materi adalah 85,19%. Buku ajar harus direvisi berdasarkan kritik dan saran dari ahli materi untuk memperoleh rata-rata persentase seluruh aspek 100%. Setelah revisi bermakna bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek mencapai 100%.

Validasi ahli pengembangan buku ajar mencakup sejumlah aspek, meliputi (1) kesesuaian dengan prinsip pengembangan bahan ajar; (2) desain sampul buku; (3) desain isi buku; (4) kaidah penulisan; (5) kekayaan penyajian; (6) kesesuaian sajian dengan tuntutan pembelajaran yang terpusat pada mahasiswa. Data hasil validasi ahli buku ajar menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 95,06 %, berada pada kategori “sangat valid”. Dengan demikian, buku ajar dapat digunakan dengan revisi. Revisi dilakukan sebanyak dua tahap. Revisi tahap 1 dilakukan setelah proses validasi dari ahli materi dan ahli buku ajar. Revisi tahap II dilakukan setelah tahap *developmental testing*.

Revisi Tahap I

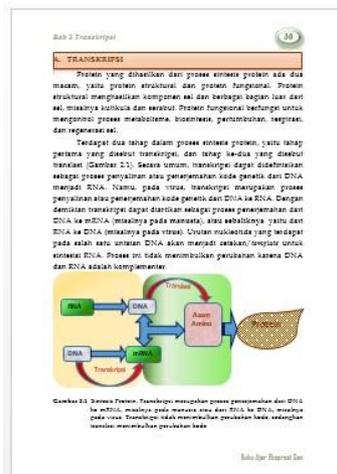
Hasil validasi dari validator ahli materi dan ahli buku ajar menjadi dasar untuk revisi tahap I. Sejumlah aspek yang telah direvisi pada revisi tahap I berdasarkan data hasil validasi ahli materi, antara lain (1) dalam kompetensi, KD (Kompetensi Dasar) diganti dengan (Capaian Pembelajaran), (2) sebelum revisi, hasil penelitian tentang “Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit” belum mendominasi isi buku. Setelah direvisi, hasil penelitian tersebut dipaparkan secara lebih lengkap pada bab 1, 4, dan bab 5, (3) sasaran/pengguna buku ajar telah disajikan pada bagian pendahuluan di bab 1 dan sampul belakang buku. Sasaran/pengguna buku ajar ini adalah mahasiswa Satrata 1 yang menempuh matakuliah genetika. Beberapa hal yang telah direvisi pada revisi tahap 1 berdasarkan data hasil validasi ahli buku ajar, meliputi sampul buku, letak nomor halaman, *layout* isi buku, dan penyajian gambar (Tabel 5).

Tabel 5. Revisi Buku Ajar Berdasarkan Ahli Buku Ajar

Revisi Buku Ajar berdasarkan Ahli Buku Ajar	
Sebelum Revisi	Setelah Revisi
<p>Ukuran huruf pada judul dan nama penulis terlalu besar, nama penulis diperkecil, serta kontras antara <i>background</i> judul dengan judul “Buku Ajar Berbasis Penelitian Deteksi dan Identifikasi <i>Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)</i> Kembar Berbasis Mikrosatelit” perlu ditingkatkan.</p>	<p>Ukuran huruf pada judul dan nama penulis diperkecil, serta kontras antara <i>background</i> judul dengan judul “Buku Ajar Berbasis Penelitian Deteksi dan Identifikasi <i>Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)</i> Kembar Berbasis Mikrosatelit” ditingkatkan.</p>
	

Nomor halaman sebaiknya diletakkan di samping, bukan di tengah.

Nomor halaman diletakkan di samping.



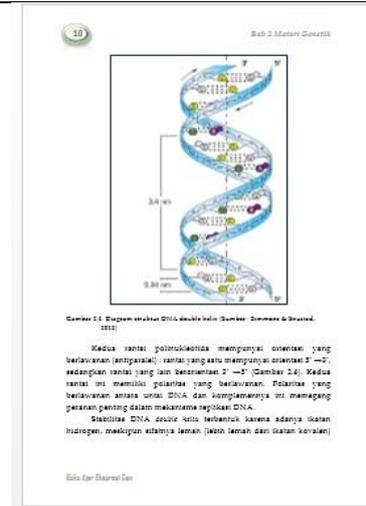
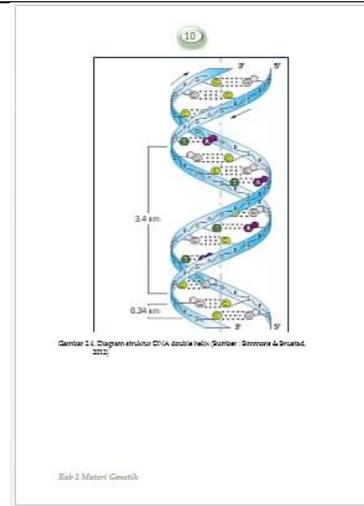
Sebaiknya setiap halaman terisi penuh, tidak ada bagian yang kosong.

Halaman terisi penuh.

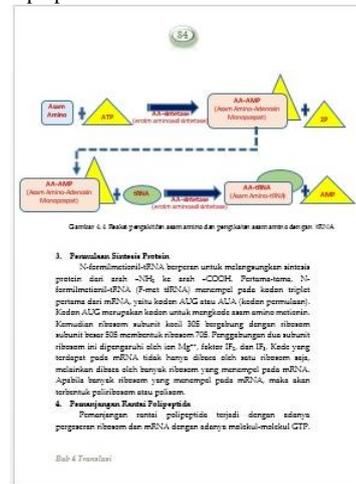
Revisi Buku Ajar berdasarkan Ahli Buku Ajar

Sebelum Revisi

Setelah Revisi

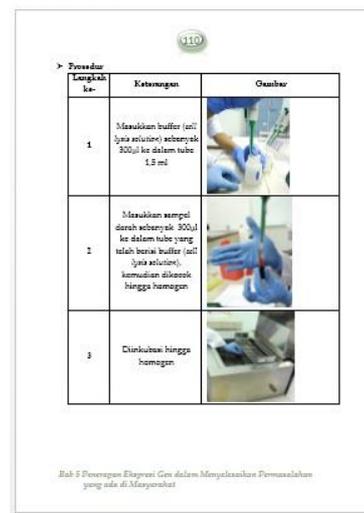


Terdapat satu gambar yang hendaknya Gambar diperpendek diperpendek.



Ukuran gambar pada Tabel prosedur penelitian yang terletak di bab 5 hendaknya disesuaikan dengan ukuran tabel.

Ukuran gambar pada tabel prosedur penelitian yang terletak di bab 5 hendaknya disesuaikan dengan ukuran tabel.



Revisi Tahap II

Buku ajar yang telah direvisi berdasarkan ahli materi dan ahli buku ajar selanjutnya diujicobakan pada subyek yang sesungguhnya, yaitu mahasiswa. Tahapan ini merupakan tahapan *developmental testing*, bagian dari tahapan *develop* dari model pengembangan 4D. *Developmental testing* terdiri atas ujicoba kelompok kecil dan ujicoba kelompok besar. Uji coba kelompok kecil terdiri atas tiga orang mahasiswa yang telah menempuh matakuliah genetika, sedangkan ujicoba kelompok besar terdiri dari 20 orang mahasiswa yang telah menempuh matakuliah genetika. Sejumlah aspek yang dianilai dalam kedua jenis ujicoba tersebut, antara lain (1) kelayakan isi; (2) kebahasaan; (3) penyajian; (4) kegrafisan; (5) kebermanfaatan; (6) kesesuaian buku ajar dengan gaya belajar mahasiswa.

Data hasil ujicoba kelompok kecil menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 95,57 %, berada pada kategori “sangat layak”. Dengan demikian, buku ajar sangat baik untuk digunakan dengan revisi. Data hasil ujicoba kelompok besar menunjukkan bahwa rata-rata persentase nilai seluruh aspek adalah 94,23 %, berada pada kategori “sangat layak”. Dengan demikian, buku ajar sangat baik untuk digunakan dengan revisi.

Sejumlah aspek yang direvisi berdasarkan ujicoba kelompok kecil dan ujicoba kelompok besar, meliputi nama penulis diletakkan di bagian atas *cover* dan pengaturan warna *cover* diperbaiki dengan menambah kontrasnya. Data hasil validasi ahli materi, ahli buku ajar, dan uji kelayakan menunjukkan bahwa buku ajar dengan judul “Buku Ajar Ekspresi Gen menggunakan Penelitian Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit” memiliki kategori sangat valid dan sangat layak.

Beberapa aspek tentang keselarasan isi buku ajar dengan KKNi yang diakses melalui lembar validasi juga menunjukkan bahwa buku ajar sesuai dengan KKNi, yaitu mampu menuntun peserta didik/mahasiswa agar mampu memanfaatkan IPTEKS dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilannya hingga kajian molekuler serta dapat menerapkan pengetahuannya dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dalam masyarakat melalui matakuliah genetika, khususnya materi tentang “Ekspresi Gen”. Dengan demikian, buku ajar tersebut dapat digunakan oleh mahasiswa Universitas Jember dalam matakuliah genetika.

SIMPULAN

Data hasil validasi ahli materi, ahli buku ajar, uji kelayakan yang terdiri atas uji kelompok kecil dan uji kelompok besar menunjukkan bahwa buku ajar dengan judul “Buku Ajar Ekspresi Gen menggunakan Penelitian Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit” memiliki kategori sangat valid dan sangat layak. Selain itu, sesuai dengan tujuan yang tercantum dalam KKNi sehingga dapat digunakan oleh mahasiswa Universitas Jember dalam matakuliah genetika.

Sebaiknya buku ajar yang dihasilkan dapat disajikan dalam bentuk *e-book* agar dapat diakses secara lebih mudah oleh peserta didik, dan pemanfaatannya tidak hanya terbatas pada mahasiswa yang menempuh matakuliah genetika yang ada di Universitas Jember saja. Sebaiknya hasil penelitian tentang “Deteksi dan Identifikasi *Conception Rate Gene Sapi (Bos taurus)* Kembar Berbasis Mikrosatelit” ini tidak hanya dikembangkan sebagai buku ajar matakuliah genetika, melainkan juga sebagai buku ajar matakuliah lain yang juga relevan, misalnya struktur perkembangan hewan.

DAFTAR RUJUKAN

- Bebbere, D., Bauersachs, S., Furst, R. W. (2013). Tissue-Specific and Minor Inter-Individual Variation in Imprinting of IGF2R Is a Common Feature of *Bos taurus* Concepti and Not Correlated with Fetal Weight. *PLOS ONE*, 8(4), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059564>.
- Direktur Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2015). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2015. Livestock and Animal Health Statistics 2015*. Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI.
- Dirjendikti. (2009). *Pedoman Operasional Penilaian Angka Kredit Kenaikan Jabatan Fungsional Dosen ke Lektor Kepala dan Guru Besar*. Jakarta: Dirjendikti Depdiknas.
- Dirjendikti. (2015). *Landasan Hukum Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (Dokumen 002)*. Jakarta: Dirjen Kemenristekdikti.
- Klug, W. S., Cummings, M. R., Spencer, C. A. & Palladino, M. A. (2012). *Concept of Genetics* (Tenth Edition). US: Pearson Education, Inc.
- Kristiana, E., Amin, M., & Lestari, U. (2016). *Analisis Kebutuhan Buku Ajar Berbasis Riset Matakuliah Genetika di Universitas Jember*. Makalah disajikan dalam Seminar dan Workshop Nasional Biologi/IPA dan Pembelajarannya, Jurusan Biologi FMIPA UM, Malang, Oktober 2016.
- Megia, R., & Djuita, N. R. (2010). Deteksi Integritas Genomik Pisang Hasil Iradiasi in Vitro Berdasarkan Penanda Mikrosatelit. *Makara Journal of Sains*, 14(2), 151—157. DOI 10.7454/mss.v14i2.728.
- Nuryadi., & Wahjuningsih, S. (2011). Penampilan Reproduksi Sapi Peranakan Ongole dan Peranakan Limousin di Kabupaten Malang. *Jurnal Ternak Tropika*, 12(1), 76—81. Retrieved from <http://ternaktropika.ub.ac.id/index.php/tropika/article/view/131/141>.

- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 54/Permentan/OT.140/10/2006 Tentang Pedoman Pembibitan Sapi Potong yang Baik (Good Breeding Practice)*. Retrieved from http://ews.kemendag.go.id/kebijakan/PolicyDetail.aspx?v_kebijakan=61.
- Sari, A. K. (2014). Analisis Karakteristik Gaya Belajar VAK (Visual, Auditorial, Kinestetik) Mahasiswa Pendidikan Informatika Angkatan 2014. *Jurnal Ilmiah Edutic*, 1(1), 1—12. Retrieved from <http://journal.trunojoyo.ac.id/edutic/article/view/395/369>.
- Sari, E. M., Yunus, M., Jianlin, H., & Muchti. (2013). Karakterisasi Keragaman Genetik DNA Mikrosatelit dan Hubungannya dengan Bobot Badan pada Sapi Aceh. *Indonesian Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 18(3), 220—226. DOI: 10.14334/jitv.v18i3.324.
- Snustad, D. P. & Simmons, M. J. (2012). *Principles of Genetics* (Sixth Edition). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Sukerni, P. 2014. Pengembangan Buku Ajar Pendidikan IPA Kelas IV Semester I SD No. 4 Kaliuntu dengan Model Dick and Carey. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. 3(1), 386—396. Retrieved from <http://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPI/article/view/2920>.
- Tanta. (2010). Pengaruh Gaya Belajar terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Matakuliah Biologi Umum Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Cenderawasih. *Jurnal Kreatif: Jurnal Kependidikan Dasar*, 1(1), 7—21. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kreatif/article/view/1666/1873>.