

PENGEMBANGAN BUKU AJAR BIOLOGI SEL DENGAN PENDEKATAN BIOINFORMATIKA

Ardini Pangastuti, Mohamad Amin, Sri Endah Indriwati
Pendidikan Biologi Pascasarjana-Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: ardinipangestu@gmail.com

Abstract: Textbooks are learning guide books used by students in order to help achieve the goals of national education. Development of textbooks is one of the ways in which to facilitate the achievement of learning indicators. Development of Cell Biology textbooks by using bioinformatics approaches Dick and Carey development model. Textbooks developed validated by subject matter experts, instructional media experts, individual testing 15 students, and 15 students were group trial. Validation results matter experts declared feasible by 84% in good categories. The results of the validation study media experts declared feasible by 82.4% in good categories.

Keywords: textbook, cell biology, bioinformatics

Abstrak: Buku ajar merupakan buku panduan pembelajaran yang digunakan oleh siswa guna membantu mencapai tujuan pendidikan nasional. Pengembangan buku ajar merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk memfasilitasi tercapainya indikator pembelajaran. Pengembangan buku ajar Biologi Sel dengan pendekatan Bioinformatika menggunakan model pengembangan Dick and Carey. Buku ajar yang dikembangkan divalidasi oleh ahli materi, ahli media pembelajaran, 15 mahasiswa uji coba perorangan, dan 15 mahasiswa uji coba kelompok sedang. Hasil validasi ahli materi menyatakan layak sebesar 84% dengan kategori baik. Hasil validasi ahli media pembelajaran menyatakan layak sebesar 82,4% dengan kategori baik.

Kata kunci: buku ajar, biologi sel, bioinformatika

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi memicu perkembangan keilmuan biologi molekuler yang melahirkan bioinformatika (Witarto, 2003; Adnan, 2010). Analisis data biologi dengan teknik komputasi mulai banyak dimanfaatkan untuk menganalisis informasi terkait biologi molekuler (Luscombe, *et al.*, 2001; Counsell, 2003; Kulkarni-Kale, *et al.*, 2010). Biologi Sel merupakan salah satu matakuliah di Universitas Negeri Malang yang sejauh ini masih terfokus pada pembahasan materi melalui studi literatur dengan menggunakan metode diskusi, ceramah, tanya jawab, presentasi, dan penugasan. Sementara Biologi Sel tidak bida lepas dengan kegiatan laboratorium. Bioinformatika menjadi salah satu alternatif mengatasi keterbatasan biaya dan ketersediaan alat untuk melakukan kegiatan laboratorium (Juretic, *et al.*, 2005). Pengembangan buku ajar Biologi Sel dengan pendekatan Bioinformatika diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang ada serta dapat memfasilitasi siswa dalam mencapai tujuan pendidikan nasional dengan optimal.

METODE

Pengembangan buku ajar matakuliah biologi sel berupa buku ajar pengayaan yang berjudul “Mengungkap Potensi *Anti-Aging* Alami Secara *In Silico*”. Materi yang dituliskan pada buku ajar ini merupakan implikasi proses dan hasil dari penelitian *In Silico* yang dikompilasi dengan beberapa materi pendukung, yaitu biologi sel, bioinformatika, dan beberapa jurnal penelitian yang berkaitan. Penyusunan buku ajar pada ini mengacu pada tahapan pengembangan Dick dan Carey yang meliputi 10 tahapan, yaitu (1) mengidentifikasi tujuan umum pembelajaran; (2) melakukan analisis pembelajaran; (3) mengidentifikasi tingkah laku dan karakteristik mahasiswa; (4) menyusun tujuan pembelajaran; (5) mengembangkan asesmen; (6) mengembangkan strategi pembelajaran; (7) mengembangkan dan memilih materi pembelajaran; (8) merancang dan melaksanakan evaluasi formatif; (9) merevisi pembelajaran; dan (10) merancang dan melaksanakan evaluasi sumatif (Dick, *et al.*, 2009). Peneliti melaksanakan 9 langkah dari 10 langkah yang ada pada model pengembangan Dick dan Carey dikarenakan keterbatasan waktu penelitian.

HASIL

Buku ajar yang dikembangkan merupakan buku pengayaan yang digunakan pada materi *aging* pada matakuliah Biologi Sel. Buku ajar dikembangkan dengan pendekatan Bioinformatika, yaitu mengimplikasikan hasil penelitian *in silico* untuk memfasilitasi mahasiswa dalam mengungkap potensi alami sebagai kandidat *antiaging*. Model pengembangan yang digunakan merupakan model pengembangan Dick and Carey dengan masing-masing deskripsi tahapan sebagai berikut.

Penyajian Data Uji Coba

Data hasil tahap pengembangan meliputi data validasi ahli materi, ahli media pembelajaran. Data-data tersebut secara rinci akan diperjelas sebagai berikut.

Hasil Validasi Ahli Materi

Uji coba buku ajar dilakukan oleh ahli materi Biologi Sel Universitas Negeri Malang. Buku ajar diberikan kepada ahli materi Biologi Sel untuk mendapatkan penilaian dan tanggapan tentang buku ajar Biologi Sel dengan pendekatan Bioinformatika yang telah dikembangkan. Data yang diperoleh selama tahap validasi ahli materi berupa penilaian secara kualitatif, penilaian secara kuantitatif, dan saran terhadap materi yang terdapat pada produk pengembangan. Komponen materi yang diukur, meliputi materi mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional; materi tidak bertentangan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia; materi merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat), tidak menimbulkan masalah SARA, dan tidak diskriminasi gender; materi sesuai dengan perkembangan Ilmu yang mutakhir, sah, dan akurat; materi mengembangkan kecakapan akademik, sosial, dan kejuruan (vokasional) untuk memecahkan masalah dan mengembangkan jiwa kewirausahaan; isi materi.

Komponen bahasa yang diukur, meliputi bahasa yang digunakan etis, estetis, dan komunikatif (sesuai dengan tingkat pemahaman pembaca sasaran), fungsional, kontekstual, efektif, dan efisien; bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku. Poin penting yang menjadi catatan ahli materi adalah sebagai berikut. (1) runtutan materi perlu diperbaiki, (2) bagian introduksi dijadikan satu di bagian awal. (3) konsep dikhususkan pada tingkatan sel, (4) bagian konsep yang tidak mendukung dihilangkan, dan (5) penjelasan *pathway* perlu disertakan.

Hasil Validasi Ahli Media Pembelajaran

Uji coba buku ajar dilakukan oleh ahli media pembelajaran Universitas Negeri Malang. Buku ajar diberikan kepada ahli media pembelajaran untuk mendapatkan penilaian dan tanggapan tentang buku ajar Biologi Sel dengan pendekatan Bioinformatika yang telah dikembangkan. Data yang diperoleh selama tahap validasi ahli materi berupa penilaian secara kualitatif, penilaian secara kuantitatif, dan saran terhadap materi yang terdapat pada produk pengembangan. Komponen penyajian yang diukur, meliputi penyajian materi dilakukan secara runtut, sistematis, lugas, dan mudah dipahami; penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh; penyajian materi mengembangkan aktivitas fisik, memotivasi untuk berkreasi, berinovasi, dan menerapkan berdasarkan bahan, alat, tahapan kerja, dan isi penyajian.

Komponen grafika yang diukur, meliputi kulit buku: ilustrasi mewakili isi, jenis huruf memiliki keterbacaan tinggi, menarik, komposisi seimbang dan harmonis antara kulit depan, punggung dan belakang; tata letak konsisten dan sesuai antara kulit buku dengan isi buku; jenis, ukuran huruf, dan penomoran pada seluruh isi buku konsisten; ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi. Poin penting yang menjadi catatan ahli media pembelajaran adalah sebagai berikut. *Pertama*, judul bab perlu diorganisasi secara konsisten, besar kecil font yang dipakai. *Kedua*, proporsi gambar-gambar belum seimbang. Ada yang sangat besar, ada yang sangat kecil. *Ketiga*, sebutkan sumbernya jika diambil dari sumber lain. Keempat, tampilan sudah bagus dengan beberapa perbaikan bahan ini layak.

PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan melalui analisis data yang diperoleh dari hasil penilaian validator dua ahli (ahli materi dan ahli media pembelajaran). Data-data tersebut akan dicocokkan dengan tabel kelayakan yang telah ditetapkan untuk mengetahui tingkat kelayakan buku ajar hasil pengembangan.

Analisis Data Validator Ahli

Data hasil validasi ahli dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis data penilaian buku ajar hasil pengembangan pada tahap validasi ahli materi dan ahli media pembelajaran secara ringkas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Hasil Validasi Ahli Materi dan Media Pembelajaran

Ahli Materi				
No	Aspek	P (%)	Kategori	Keterangan
1	Materi mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional	80	Baik	Revisi
2	Materi merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat), tidak menimbulkan masalah SARA, dan tidak diskriminasi gender	87,5	Sangat baik	Tanpa revisi
3	Materi sesuai dengan perkembangan Ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat	83	Baik	Revisi
4	Materi mengembangkan kecakapan akademik, sosial, dan kejuruan (vokasional) untuk memecahkan masalah dan mengembangkan jiwa kewirausahaan	91,7	Sangat baik	Tanpa revisi
5	Isi materi	75	Baik	Revisi
6	Bahasa yang digunakan etis, estetis, dan komunikatif (sesuai dengan tingkat pemahaman pembaca sasaran), fungsional, kontekstual, efektif, dan efisien	83	Baik	Revisi
7	Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku	87,5	Sangat baik	Tanpa revisi
Rata-rata		84	Baik	Revisi
Ahli Media Pembelajaran				
No	Aspek	P (%)	Kategori	Keterangan
1	Penyajian materi dilakukan secara runtut, sistematis, lugas, dan mudah dipahami	75	Baik	Revisi
2	Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh	87,5	Sangat baik	Tanpa revisi
3	Penyajian materi mengembangkan aktivitas fisik, memotivasi untuk berkreasi, berinovasi, dan menerapkan berdasarkan bahan, alat, tahapan kerja	91,7	Sangat baik	Tanpa revisi
4	Isi penyajian	89	Sangat baik	Tanpa revisi
5	Kulit buku: ilustrasi mewakili isi, jenis huruf memiliki keterbacaan tinggi, menarik, komposisi seimbang dan harmonis antara kulit depan, punggung dan belakang	85	Sangat baik	Tanpa revisi
6	Tata letak konsisten dan sesuai antara kulit buku dengan isi buku	75	Baik	Revisi
7	Jenis, ukuran huruf, dan penomoran pada seluruh isi buku konsisten	81,2	Baik	Revisi
8	Ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi	75	Baik	Revisi
Rata-rata		82,4	Baik	Revisi

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa buku ajar layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan persentase penilaian sebesar 84% dengan kategori baik. Kriteria kelayakan buku yang digunakan mengacu pada Pusurbuk tahun 2014. Beberapa aspek yang digunakan sebagai indikator penilaian kelayakan materi pada buku ajar sebagai berikut. *Pertama*, materi mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional. Pencapaian tujuan pendidikan nasional tampak pada sajian materi

pada buku ajar yang telah memuat pokok bahasan didasarkan atas 2 kompetensi dasar dan dijabarkan menjadi 11 indikator. Sajian konsep, definisi, prinsip, contoh, dan pelatihan yang terdapat dalam buku ajar telah sesuai dengan kebutuhan materi pokok. Materi dalam buku ajar masih belum terfokus pada tingkat sel sehingga masih perlu adanya revisi yaitu dengan memfokuskan materi bahasan pada tingkatan sel. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 1 pada Tabel 1, yaitu sebesar 80% dengan kategori baik, namun masih perlu adanya revisi. Sejalan dengan hal tersebut Kurniasih & Sani (2014) menyatakan bahwa ketentuan dalam pembuatan buku ajar adalah relevan dengan tujuan pendidikan nasional dan sesuai dengan kemampuan yang akan dicapai. kemampuan yang akan dicapai dalam hal ini adalah pemahaman tentang proses *aging* pada materi Biologi Sel.

Kedua, materi merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat), tidak menumbulkan masalah SARA, dan tidak diskriminasi gender. Aspek orisinalitas buku ajar ditunjukkan dengan adanya beberapa sumber yang disertakan pada setiap pernyataan dan gambar dengan menggunakan kaidah pengutipan yang sesuai dengan ketentuan keilmuan. Materi pada buku ajar memuat penelitian *in silico* yang dilakukan oleh penulis tanpa memuat unsur SARA maupun diskriminasi gender sehingga tidak perlu adanya revisi. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 2 pada Tabel 1, yaitu sebesar 87,5% dengan kategori sangat baik tanpa diperlukan adanya revisi. *Ketiga*, materi sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sah, dan akurat. Materi yang disampaikan pada buku ajar telah sesuai dengan konsep keilmuan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Namun, materi yang disampaikan masih belum terfokus pada tingkat sel sehingga dikhawatirkan terjadi multi tafsir dari pihak pembaca sehingga masih diperlukan adanya revisi pada bagian ini. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 3 pada Tabel 1, yaitu sebesar 83% dengan kategori baik namun masih perlu adanya revisi. Sejalan dengan hal tersebut Akbar (2013) menyatakan bahwa buku ajar yang baik adalah buku ajar yang memiliki kesesuaian antara kompetensi yang harus dikuasai dengan cakupan isi, kedalaman pembahasan, dan kompetensi pembaca. Selain itu, materi yang disampaikan juga disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Kurniasih & Sani, 2014).

Keempat, materi mengembangkan kecakapan akademik, sosial, dan kejujuran (vokasional) untuk memecahkan masalah dan mengembangkan jiwa kewirausahaan. Materi dalam buku ajar mengembangkan kecakapan akademik dalam menggali dan memanfaatkan informasi. Hal ini ditunjukkan oleh adanya latihan-latihan soal yang menuntut siswa untuk mencari informasi terbaru dari jurnal ilmiah *ter-update*. Materi memotivasi pembaca untuk menumbuhkan kesadaran dalam menyelesaikan masalah yang ditunjukkan melalui latihan soal yang menuntun siswa menemukan senyawa alami yang berpotensi sebagai *anti aging* melalui teknik *reverse docking*. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 4 pada Tabel 1, yaitu sebesar 91,7% dengan kategori sangat baik tanpa diperlukan adanya revisi. *Kelima*, isi materi. Isi materi masih diperlukan adanya revisi. Hal ini dikarenakan penyampaian materi belum sistematis dan belum terfokus pada tingkatan sel. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 5 pada Tabel 1, yaitu sebesar 75% dengan kategori baik namun masih perlu adanya revisi. Sejalan dengan hal tersebut Akbar (2013) menyatakan bahwa buku ajar yang baik adalah yang memiliki kesesuaian antara materi dengan kompetensi dasar yang akan dicapai. Kurniasih & Sani (2014) juga menyatakan hal yang sama bahwa buku ajar harus relevan dengan tujuan pendidikan nasional dan sesuai dengan kompetensi yang akan dicapai.

Keenam, bahasa yang digunakan etis, estetis, dan komunikatif (sesuai dengan tingkat pemahaman pembaca sasaran), fungsional, kontekstual, efektif, dan efisien. Bahasa yang digunakan dalam buku ajar memiliki nilai kesopanan dan keindahan, namun masih ada beberapa kata atau kalimat yang sulit dimengerti dan belum ada pada glosarium. Sehingga pada bagian ini masih dibutuhkan adanya revisi, yaitu dengan mengakomodasi kata-kata sulit untuk dimasukkan pada bagian glosarium. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 6 pada Tabel 1, yaitu sebesar 83% dengan kategori baik, namun masih perlu revisi. *Ketujuh*, bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku. Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan/atau adalah istilah teknis yang telah baku digunakan dalam bioinformatika. Padanan istilah teknis yang masih cukup asing telah diberikan penjelasannya pada glosarium. Sehingga pada tahapan ini tidak memerlukan revisi. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 4 pada Tabel 1, yaitu sebesar 87,5% dengan kategori sangat baik tanpa diperlukan adanya revisi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sitepu (2014) bahwa kaidah bahasa yang meliputi kelengkapan kalimat, susunan kata, dan penulisan ejaan merupakan hal-hal yang harus diperhatikan oleh penulis supaya terhindar dari kesalahan, mengingat buku ajar nantinya akan digunakan siswa sebagai sumber utama dan rujukan dalam pembelajaran.

Hasil validasi ahli media pembelajaran juga menunjukkan bahwa buku ajar layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan persentase penilaian sebesar 82,4% dengan kategori baik. Beberapa aspek yang digunakan sebagai indikator penilaian kelayakan media pembelajaran sebagai berikut. *Pertama*, penyajian materi dilakukan secara runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami. Urutan materi yang disampaikan pada buku ajar belum terorganisasi secara sistematis. Hal ini ditunjukkan dengan adanya pembagian sub bab pada Bab 1 *Aging*, yaitu (1) *aging* (penuaan), berisi pemaparan tentang pengertian dan ciri penuaan secara umum. (2) komponen yang terlibat dalam proses penuaan. (3) macam penuaan (penuaan intrinsik dan penuaan ekstrinsik). (4) teori dan mekanisme penuaan. (5) faktor-faktor yang mempercepat penuaan. (6) mencegah penuaan. (7) latihan soal 1. Runtutan tersebut dirasa kurang sistematis karena di bagian 2, yakni komponen yang terlibat dalam proses penuaan berisi penjelasan tentang komponen-komponen yang terlibat pada penuaan intrinsik maupun ekstrinsik yang baru akan dibahas setelahnya sehingga masih perlu adanya revisi pada bagian tersebut. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 1 pada Tabel

1, yaitu sebesar 75% dengan kategori baik, namun masih perlu adanya revisi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Akbar (2013) bahwa buku yang baik adalah buku yang menyajikan uraian materi yang sistematis, mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks, dari lokal ke global. Selain itu, penulis juga harus memahami susunan dalam buku teks pelajaran mulai dari halaman depan (*cover*) hingga halaman terakhir penutup.

Kedua, penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh. Penyajian materi mendorong pembaca untuk mencari informasi lebih jauh dalam pengembangan kemampuan pikir dan tindakan yang efektif, kreatif, inovatif dari berbagai sumber lain, seperti internet, buku, artikel, dan sebagainya. Hal ini ditunjukkan dengan adanya latihan-latihan soal yang bersifat analisis dan mengharuskan adanya rujukan dari sumber ilmiah. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 2 pada Tabel 1, yaitu sebesar 87,5% dengan kategori sangat baik tanpa diperlukan revisi. *Ketiga*, penyajian materi mengembangkan aktivitas fisik, memotivasi untuk berkreasi, berinovasi, dan menerapkan berdasarkan bahan, alat, tahapan kerja. Penyajian materi mengembangkan aktivitas fisik berupa kegiatan mengamati, menanyakan, mencoba, mengolah, menyajikan, dan menyimpulkan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya beberapa ilustrasi yang menarik serta pertanyaan-pertanyaan yang disajikan pada setiap sub bab. Penyajian materi menerapkan tahapan kerja yang ditunjukkan pada Bab 3 *Reverse Docking* sehingga pada bagian ini tidak memerlukan revisi. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 3 pada Tabel 1 yaitu sebesar 91,7% dengan kategori sangat baik tanpa diperlukan adanya revisi. Sejalan dengan hal tersebut Akbar (2013) menyatakan bahwa buku ajar yang baik adalah yang dapat meningkatkan rasa ingin tahu siswa dan membangun interaksi antara siswa dengan sumber belajar.

Keempat, isi penyajian. Bagian pendahuluan, bagian isi, dan bagian penutup pada buku ajar telah memuat komponen-komponen buku secara lengkap sehingga tidak diperlukan adanya revisi. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 4 pada Tabel 1, yaitu sebesar 89% dengan kategori sangat baik tanpa diperlukan adanya revisi. *Kelima*, kulit buku: ilustrasi mewakili isi, jenis huruf memiliki keterbacaan tinggi, menarik, komposisi seimbang dan harmonis antara kulit depan, punggung dan belakang. Ilustrasi pada bagian *cover* telah mewakili isi buku, jenis huruf memiliki keterbacaan yang tinggi dengan proporsi yang sesuai, warna dan ilustrasi kulit depan, punggung dan belakang harmonis sehingga menimbulkan daya tarik bagi pembaca. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 5 pada Tabel 1, yaitu sebesar 85% dengan kategori sangat baik tanpa diperlukan adanya revisi. *Keenam*, tata letak konsisten dan sesuai antara kulit buku dengan isi buku. Tata letak (*layout*) pada setiap bab masih belum konsisten. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan ukuran font pada masing-masing judul bab sehingga masih diperlukan adanya revisi. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 6 pada Tabel 1 yaitu sebesar 75% dengan kategori baik namun masih perlu adanya revisi. Sejalan dengan hal tersebut Sitepu (2014) menyatakan bahwa kulit buku terdiri atas kulit depan, kulit punggung, dan kulit belakang yang harmonis, serta memiliki unsur-unsur pokok yang sama dengan isi buku.

Ketujuh, jenis, ukuran huruf, dan penomoran pada seluruh isi buku konsisten. Pada bagian ini masih ditemukan adanya ketidak konsistenan pada penomoran yang sebagian masih menggunakan poin-poin (*bullets*) sehingga masih diperlukan adanya revisi. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 7 pada Tabel 1, yaitu sebesar 81,2% dengan kategori baik, namun masih perlu adanya revisi. *Kedelapan*, ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi. Ilustrasi pada buku ajar sudah sesuai dengan isi buku dan pembaca sasaran. Namun, proporsi ilustrasi masih belum proporsional dan konsisten. Hal ini ditunjukkan dengan adanya gambar yang terlalu besar dan ada yang terlalu kecil sehingga masih diperlukan adanya revisi. Hal ini sesuai dengan persentase aspek nomor 8 pada Tabel 1, yaitu sebesar 75% dengan kategori baik namun perlu adanya revisi. Sejalan dengan hal tersebut Sitepu (2014) menyatakan bahwa ilustrasi merupakan komponen penting dalam menarik minat dan perhatian siswa. Tidak hanya itu, ilustrasi dapat membantu siswa memahami konsep dan mengingatkannya lebih lama.

Secara keseluruhan hasil validasi menyatakan bahwa buku ajar yang dikembangkan telah layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hal tersebut didukung dengan adanya kesesuaian ukuran buku mengikuti standar ISO, yaitu B5 (176 mm x 250 mm). Desain kulit buku, meliputi penataan unsur tata letak pada *cover* muka, belakang, dan punggung telah memiliki kesatuan (BSNP, 2015). Buku ajar yang dikembangkan telah memenuhi kriteria standar UNESCO dan kriteria kemenristek yaitu lebih dari atau sama dengan 49 halaman pada teks utama (batang tubuh) (Kemenristek, 2015). Latihan soal dan pertanyaan yang disertakan hampir pada setiap sub bab menumbuhkan minat dan rasa ingin tahu siswa. Melalui buku ajar tersebut minat belajar siswa akan tumbuh dengan berusaha mencari keterangan-keterangan dari berbagai sumber. Buku ajar disusun dengan mempertimbangkan kebutuhan siswa dan pendidik disesuaikan dengan kompetensi dasar yang akan dicapai sehingga buku ajar yang dikembangkan diharapkan dapat membantu tercapainya tujuan pendidikan nasional (Kurniasih & Sani, 2014).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil dan analisa data yang telah dilakukan terhadap pengembangan buku ajar yang berjudul Mengungkap Potensi *Antiaging* Alami Secara *In Silico* diketahui bahwa berdasarkan hasil validasi buku ajar layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Kelayakan ini dilihat dari segi kebenaran materi oleh ahli materi, kelayakan baham ajar sebagai media pembelajaran oleh ahli media pembelajaran.

Saran

Buku ajar yang dihasilkan ini telah direvisi sesuai masukan dan saran dari ahli materi, ahli media, mahasiswa uji coba perorangan, dan mahasiswa uji coba kelompok sedang. Beberapa saran yang perlu diperhatikan jika ingin dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas buku ajar, antara lain (1) pada pengembangan lebih lanjut, tahap uji coba klasikal maupun tahap uji lapangan perlu dilakukan untuk mengetahui efektifitas buku ajar, (2) buku ajar Biologi Sel dengan pendekatan Bioinformatika sebaiknya dikembangkan lebih lanjut dengan beberapa standar kompetensi atau kompetensi dasar, dan (3) buku ajar Biologi Sel dengan pendekatan Bioinformatika sebaiknya dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkan beberapa teknik analisis molekuler yang lain secara *in silico*.

DAFTAR RUJUKAN

- Adnan, A. 2010. Importance and Applications of Bioinformatics in Molecular Medicine. *Biotech Articles*.
- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- BSNP. 2015. *Deskripsi Butir Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran SMA/MA Komponen Kelayakan Keagrafikan*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Counsell, D. 2003. A Review of Bioinformatics Education in the UK. *BRIEFINGS IN BIOINFORMATICS*, 4(1), 7-21.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. 2009. *The Systematic Design of Instruction*. USA: Pearson.
- Juretic, D., Lucic, B., & Trinajstic, N. 2005. Why Focusing on Bioinformatics? *PERIODICIUM BIOLOGORUM*, 107(4), 379-383.
- Kemenristek. 2015. *Panduan Pengusulan Program Insentif Penulisan Buku Ajar Perguruan Tinggi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Kulkarni-Kale, U., Sawant, S., & Chavan, V. (2010, Agustus 12). Bioinformatics education in India. *BRIEFINGS IN BIOINFORMATICS*, II(6), 616-625. doi:10.1093/bib/bbq027
- Kurniasih, I., & Sani, B. 2014. *Panduan Membuat Bahan Ajar: Buku teks Pelajaran Sesuai Dengan Kurikulum 2013*. Surabaya: Kata Pena.
- Luscombe, N. M., Greenbaum, D., & Gerstein, M. 2001. What is Bioinformatics? An Introduction and Overview. *Review Paper*, 83-100.
- Sitepu. 2014. *Penulisan Buku Teks Pelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Witarto, A. B. 2003. BIOINFORMATIKA: Mengawinkan Teknologi Informasi dengan Bioteknologi. *Seminar Teknologi Informasi* (pp. 1-6). Bogor: Ilmu Komputer.com.