

PENGEMBANGAN BUKU AJAR BIOLOGI SEL

Ritia Rahmawati, Mohamad Amin, Umie Lestari
Pendidikan Biologi Pascasarjana-Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: ritia_99@yahoo.com

Abstract: Cell biology is one of the biology education studies program's subject in State University of Malang. References used in teaching the Cell Biology course has been no reference based bioinformatics research with the Indonesian language as the language of instruction. The purpose of this study is development of cell biology textbook based on bioinformatic research. The method used Dick and Carey's development method. The results of this study is the product of the textbook-based on virtual screening studies that have been conducted validation specialists (subject matter experts and instructional media expert) with a value of 80% and users with a book value of 89%.

Keywords: cell biology, textbook, Dick and Carey

Abstrak: Matakuliah Biologi Sel merupakan salah satu matakuliah wajib yang ditempuh oleh mahasiswa tingkat S1 Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang Referensi yang digunakan dalam pembelajaran matakuliah Biologi Sel belum ada referensi yang berbasis penelitian *virtual screening* dengan bahasa Indonesia sebagai bahasa pengantar. Tujuan penelitian ini yaitu pengembangan buku ajar biologi sel berbasis penelitian bioinformatika. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan Dick and Carey (2009). Hasil penelitian ini yaitu produk berupa buku ajar yang berbasis penelitian *virtual screening* yang telah dilakukan validasi ahli (ahli materi dan ahli media pembelajaran) dengan nilai 80% dan pengguna buku dengan nilai 89%.

Kata kunci: biologi sel, buku ajar, Dick and Carey

Matakuliah biologi sel adalah salah satu matakuliah yang diselenggarakan program studi pendidikan Biologi. Salah satu capaian pembelajaran dalam matakuliah Biologi Sel adalah mahasiswa mampu menggunakan konsep, prinsip, dan prosedur dalam kajian penelitian Biologi Sel untuk menemukan, menganalisis dan memecahkan permasalahan dengan penerapan IPTEK dalam kajian Biologi Sel berbasis kesehatan (Biologi Universitas Negeri Malang, 2016). Penerapan IPTEK dalam kajian Biologi Sel dapat dilakukan dengan mengintegrasikan matakuliah biologi sel dengan bioinformatika.

Bioinformatika merupakan metode komputasi yang digunakan dalam bidang biologi. Dalam kajian biologi sel, bioinformatika dapat dimanfaatkan untuk melihat interaksi antar gen atau protein dalam sebuah metabolisme yang kompleks (Witarto dan Sajidan, 2010). *Virtual screening* (penapisan secara virtual) merupakan salah satu metode bioinformatika yang digunakan dalam penemuan dan pengembangan obat baru (Reddy, *et al*, 2007). *Virtual screening* digunakan untuk menyeleksi puluhan, ratusan, ribuan, atau bahkan jutaan senyawa secara komputasi untuk menemukan beberapa senyawa yang paling berpotensi mengikat protein target tertentu (Vyas, *et.al*, 2008). *Virtual screening* dapat digunakan untuk menyeleksi senyawa-senyawa yang berpotensi mengikat PPAR-Gamma. PPAR-Gamma merupakan salah satu protein yang berperan dalam proses *aging*. PPAR-Gamma diekspresikan di jaringan adiposa putih dan coklat, usus besar, limpa, dan makrofag (Kota, *et. al*, 2005; Boitier *et.al*, 2003). PPAR-Gamma berperan dalam proses *aging* melalui respon inflamasi. Proses *aging* menyebabkan respon inflamasi akan terlalu aktif. Molekul proinflamasi dihasilkan faktor transkripsi yang diaktifkan oleh stress oksidatif terinduksi ketidakseimbangan redoks. Aktivasi PPAR-Gamma dapat menekan inflamasi dan stress oksidatif melalui jalur NF- κ B. Aktivasi tersebut melibatkan suatu aktivator atau agonis, seperti thiazolidinedione (TZD) (Erol, 2007).

Hasil analisis *virtual screening* selanjutnya akan dikemas dalam bentuk buku pengayaan. Buku pengayaan adalah buku yang memuat materi yang dapat memperkaya buku teks pelajaran (Pusat Perbukuan Depdiknas, 2004:4). Buku pengayaan akan menggunakan metode pengembangan Dick and Carey (2009). Tahapan metode pengembangan Dick and Carey yang akan digunakan antara lain (1) mengidentifikasi tujuan pengembangan buku ajar, (2) melakukan analisis pembelajaran, (3) mengidentifikasi karakteristik mahasiswa, (4) merumuskan tujuan khusus, (5) mengembangkan instrumen penilaian, (6) menentukan strategi pengembangan, (7) memilih materi pembelajaran dan mengembangkan buku ajar, (8) mendesain dan melakukan evaluasi, dan (9) revisi *draft* buku ajar menjadi buku ajar.

METODE

Tahapan metode pengembangan Dick and Carey yang akan digunakan, meliputi (1) mengidentifikasi tujuan pengembangan buku ajar, (2) melakukan analisis pembelajaran, (3) mengidentifikasi karakteristik mahasiswa, (4) merumuskan tujuan khusus, (5) mengembangkan instrumen penilaian, (6) menentukan strategi pengembangan, (7) memilih materi pembelajaran dan mengembangkan buku ajar, (8) mendesain dan melakukan evaluasi, dan (9) revisi *draft* buku ajar menjadi buku ajar.

Jenis data pada penelitian tahap I adalah data kuantitatif. Data kuantitatif tersebut diperoleh dari *output software* dan *web-web server* yang digunakan pada penelitian tahap I. Jenis data yang digunakan pada penelitian tahap I merupakan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil validasi ahli dan uji coba perorangan, sedangkan data kualitatif diperoleh dari saran validator dan mahasiswa peserta uji coba perorangan. Instrumen pengumpulan data pada penelitian tahap I adalah lembar *output* yang didapatkan masing *software* maupun *web webserver* yang digunakan, sedangkan instrumen pengumpulan data pada penelitian tahap II adalah lembar angket dan rubrik (berisi penjelasan secara detail tiap poin pada angket). Analisis data yang digunakan pada tiap poin instrumen validasi ahli materi dan ahli media menggunakan rumus, berikut:

$$P = \text{Sub Total Skor Komponen } A \times 0,4 + B \times 0,3 + C \times 0,2 + D \times 0,1$$

Keterangan

- P : Total Skor Akhir
 A : Komponen Materi
 B : Komponen Penyajian
 C : Komponen Bahasa
 D : Komponen Grafika

Analisis data yang digunakan pada tiap poin instrumen uji coba perorangan menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

- P: Persentase kelayakan *draft* yang diperoleh
 a: Jumlah skor yang diperoleh
 b: Total jumlah skor

Berdasarkan rumus tersebut, kualitas buku ajar dapat diketahui dengan merujuk kriteria kualifikasi penilaian buku ajar yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kualifikasi Penilaian Buku Ajar

| No. | Total Skor Akhir | Kategori | Makna |
|-----|----------------------|-------------|---|
| 1. | $86 \leq P \leq 100$ | Sangat baik | Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi. |
| 2. | $56 \leq P \leq 85$ | Baik | Layak digunakan di lapangan dengan revisi. |
| 3. | $0 \leq P \leq 55$ | Kurang baik | Tidak layak digunakan di lapangan. |

(diadopsi dari instrumen dan rubrik B1 penilaian buku pengayaan pengetahuan BSNP 2014)

HASIL

Hasil analisis *virtual screening* senyawa kandidat agonis PPAR-Gamma akan digunakan untuk pengembangan buku pengayaan matakuliah Biologi Sel. Pengembangan buku pengayaan mengadopsi model pengembangan Dick and Carey (2009). Hasil tiap tahap model pengembangan diuraikan sebagai berikut.

Mengidentifikasi Tujuan Pengembangan Buku Ajar

Tujuan pengembangan buku ajar adalah mahasiswa mampu melakukan penapisan secara virtual (*virtual screening*) senyawa alami kandidat agonis PPAR-Gamma dengan menggunakan *webservice* Mobylye dan *software* Py Rx 0.8 secara mandiri, serta mampu menginterpretasikan data hasil *virtual screening* secara benar.

Melakukan Analisis Pembelajaran

Pengembangan buku ajar untuk matakuliah Biologi Sel dengan judul Identifikasi Senyawa Alami Kandidat Agonis PPAR-Gamma memiliki beberapa tujuan, yaitu (1) mahasiswa mampu menjelaskan pengertian bioinformatika; (2) mahasiswa mampu menjelaskan pengertian *webservice*, *database*, dan *software* dalam bioinformatika; (3) mahasiswa mampu mengategorikan jenis-jenis *webservice*, *database*, dan *software* dalam bioinformatika; (4) mahasiswa mampu memanfaatkan *webservice*, *database*, dan *software* dalam bioinformatika; (5) mahasiswa mampu menjelaskan jalur persinyalan dalam proses penuaan; (6) mahasiswa mampu menjelaskan protein yang terlibat pada proses penuaan/*aging*; (7) mahasiswa mampu mengoperasikan database struktur di PDB; (8) mahasiswa mampu mengoperasikan validasi struktur dengan menggunakan *web server SAVES*; (9) mahasiswa mampu memprediksikan senyawa alami target suatu protein melalui *virtual screening* dengan *web server MTiOpenScreen* dan *software PyRx 0.8*; (10) mahasiswa menganalisis hasil penelitian tentang identifikasi senyawa alami kandidat agonis PPAR-Gamma dalam *anti-aging*.

Mengidentifikasi Karakteristik Mahasiswa

Tahap mengidentifikasi karakteristik mahasiswa dilakukan dengan membagikan angket kepada mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang yang telah mengikuti dan lulus matakuliah Biologi Sel menggunakan angket dan melakukan wawancara dengan dosen pengampu matakuliah Biologi Sel. Informasi yang didapatkan dari hasil wawancara terhadap dosen pengampu matakuliah Biologi Sel yang dilaksanakan pada bulan Maret 2016 diketahui belum adanya penggunaan bahan ajar biologi sel berbasis penelitian dengan pendekatan bioinformatika dalam pembelajaran dan strategi pembelajaran yang digunakan diskusi-presentation, sedangkan praktikum laboratorium dan pembelajaran berbasis proyek penelitian belum diterapkan. Selain itu, 100% responden menginginkan pengembangan buku pengayaan berbasis penelitian. Buku pengayaan berbasis penelitian diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk memahami materi dalam matakuliah Biologi Sel, terutama materi *aging* dan memberikan wawasan terhadap mahasiswa melalui pembelajaran berbasis proyek penelitian secara *in silico*.

Mengembangkan Instrumen Penilaian

Instrumen penilaian dan kisi-kisi yang digunakan dalam validasi ahli materi dan ahli media pembelajaran, serta uji coba perorangan menggunakan lembar evaluasi dan deskripsi lembar evaluasi yang diadopsi dari lembar evaluasi dan deskripsi lembar evaluasi buku teks BNSP.

Menentukan Strategi Pengembangan

Penelitian tahap II menggunakan strategi pengembangan berupa implikasi hasil penelitian dan pengkajian pustaka yang relevan dengan penelitian tahap I. Hasil penelitian tahap I diperoleh 10 senyawa alami kandidat agonis PPAR-Gamma dari setiap *database* pada hasil *virtual screening* dengan menggunakan *software PyRx 0.8*. Pustaka yang dikaji berasal dari buku teks, tesis, jurnal penelitian baik cetak maupun *online*, dan database molekuler *online*.

Memilih Materi Pembelajaran dan Mengembangkan Buku Ajar

Materi pembelajaran berupa proses dan hasil penelitian tahap I, serta materi tambahan yang relevan dengan hasil penelitian tahap I. Struktur buku ajar pada penelitian tahap II disajikan sebagai berikut.

1. Halaman judul
2. Halaman pendahuluan
3. Kata pengantar
4. Daftar isi
5. Daftar gambar
6. Bab I. Bioinformatika
7. Bab II. Penuaan
8. Bab III. *Virtual screening*
9. Daftar Pustaka
10. Glosarium.

Buku ajar yang dikembangkan pada penelitian ini menitikberatkan pada tutorial dan teori dasar yang melandasi penelitian tahap I. Hal tersebut bertujuan agar mahasiswa pengguna buku ajar ini mampu memahami teori-teori dasar, tahapan pada penelitian tahap I, dan mengeksplorasi *output* yang dihasilkan oleh *software* maupun *web webservice* yang digunakan pada penelitian tahap I.

Mendesain dan Melakukan Evaluasi Formatif

Evaluasi formatif dilakukan melalui dua tahap, yaitu validasi buku ajar dan uji lapangan. Validasi melibatkan ahli materi dan ahli media pembelajaran. Adapun hasil validasi dari ahli materi dan ahli media pembelajaran disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil validasi materi dan ahli media pembelajaran

| No | Aspek | Nilai (P) |
|-----------------|--|-------------|
| A | Materi | |
| 1 | Materi mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional. | 18 |
| 2 | Materi tidak bertentangan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia. | 10 |
| 3 | Materi merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat), tidak menimbulkan masalah SARA, dan tidak diskriminasi gender. | 18 |
| 4 | Materi memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhi, sahih, dan akurat. | 30 |
| 5 | Materi memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang sesuai dengan kondisi Indonesia dan erat dengan konteks ke-Indonesia-an. | 10 |
| Subtotal | | 34,4 |
| B | Penyajian | |
| 1 | Penyajian materi runtut, bersistem, lugas, mudah dipahami. | 24 |
| 2 | Penyajian materi mengembangkan sikap spiritual dan sosial. | 12 |
| 3 | Penyajian materi mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh. | 14 |
| 4 | Penyajian materi mengembangkan keterampilan, serta memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi. | 16 |
| Subtotal | | 19,8 |
| C | Bahasa | |
| 1 | Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif, dan fungsional sesuai dengan sasaran pembaca. | 36 |
| 2 | Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku. | 54 |
| Subtotal | | 18 |
| D | Grafika | |
| 1 | Kulit buku: ilustrasi mewakili isi, jenis huruf memiliki keterbacaan tinggi, menarik, komposisi seimbang, serta harmonis antara kulit depan, punggung, dan belakang. | 14 |
| 2 | Tata letak konsisten dan sesuai dengan kulit buku (cover) dengan isi buku. | 27 |
| 3 | Jenis, ukuran huruf, dan penomoran pada seluruh isi buku konsisten. | 21 |
| 4 | Ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi. | 16 |
| Subtotal | | 7,8 |
| Total | | 80 |

Uji perorangan dengan melibatkan 10 mahasiswa yang sedang menempuh matakuliah Biologi Sel. Uji coba ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan penulisan (kesalahan tanda baca, kesalahan huruf, dan spasi), kejelasan dalam penyajian materi, visualisasi, tata letak produk, dan bahasa yang digunakan. Adapun hasil uji coba perorangan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Perorangan

| No | Butir | P (%) |
|-----------|--|-------|
| A. | Kelayakan Materi | |
| 1. | Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa. | 87,5 |
| 2. | Kesesuaian dengan nilai moral dan nilai sosial. | 92,5 |
| 3. | Manfaat untuk menambah wawasan. | 95 |
| B. | Bahasa | |
| 1. | Bahasa yang digunakan etis, estetis, dan komunikatif. | 85 |
| 2. | Kalimat yang digunakan mudah dipahami. | 90 |
| 3. | Terdapat penjelasan terhadap istilah yang sulit atau tidak umum. | 85 |

| No | Butir | P (%) |
|-----------|---|-------|
| C. | Penyajian | |
| 1. | Kejelasan tujuan yang ingin dicapai. | 90 |
| 2. | Materi disajikan secara sistematis dan urutan. | 95 |
| D. | Kegrafisan | |
| 1. | Penggunaan font, jenis, dan ukuran huruf yang mudah dibaca. | 87,5 |
| 2. | Tata letak buku menarik. | 92,5 |
| 3. | Terdapat ilustrasi yang mempermudah dalam memahami materi pembelajaran. | 85 |
| 4. | Desain tampilan buku menarik. | 92,5 |
| E. | Efisiensi | |
| 1. | Keterbantuan mahasiswa dalam pembelajaran menggunakan buku ajar. | 90 |
| 2. | Kemudahan struktur materi. | 80 |
| Rata-rata | | 89 |

Revisi Draft Buku Ajar Menjadi Buku Ajar

Revisi draft buku ajar dilakukan berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media pembelajaran, serta hasil uji coba perorangan. Revisi dilakukan dengan beberapa masukan, antara lain (1) pengertian bioinformatika sebaiknya menjadi indikator, (2) spasi yang digunakan sebaiknya spasi 1,5, (3) kemampuan mengoperasikan atau memanfaatkan *database* sebaiknya menjadi indikator, (4) banyak gambar yang kurang informatif atau kurang jelas karena ukuran gambar yang kecil, (5) ruang kosong pada sisi kanan harus dihindari, dan (6) perlu penambahan halaman pendahuluan yang berisi cara pemakaian buku yang dikembangkan.

PEMBAHASAN

Matakuliah Biologi Sel adalah salah satu matakuliah yang diselenggarakan program studi pendidikan Biologi. Salah satu capaian pembelajaran dalam matakuliah Biologi Sel adalah mahasiswa mampu menggunakan konsep, prinsip, dan prosedur dalam kajian penelitian Biologi Sel untuk menemukan, menganalisis, dan memecahkan permasalahan dengan penerapan IPTEK dalam kajian Biologi Sel berbasis kesehatan (Biologi Universitas Negeri Malang, 2016). Penerapan IPTEK dalam kajian Biologi Sel dapat dilakukan dengan mengintegrasikan matakuliah biologi sel dengan bioinformatika.

Pengembangan buku ajar bertujuan membantu mahasiswa untuk memahami materi dalam matakuliah biologi sel, terutama materi *aging* dan memberikan wawasan terhadap mahasiswa melalui pembelajaran berbasis proyek penelitian secara *in silico*. Buku ajar terdiri atas tiga bab, yaitu Bionformatika, Penuaan, dan *Virtual screening*. Bab bioinformatika membahas tentang pengertian bioinformatika, serta *webservice*, *software*, dan *database* yang digunakan dalam penelitian bioinformatika. Bab Penuaan membahas tentang pengertian penuaan, teori penuaan, jalur persinyalan dalam proses penuaan, PPAR-Gamma, Peran PPAR-Gamma dalam proses penuaan, dan cara menunda penuaan. Bab *virtual screening* membahas tentang pengertian *virtual screening*, dan *virtual screening* senyawa alami kandidat agonis PPAR-Gamma. Setiap bab dilengkapi dengan capaian pembelajaran, kompetensi dasar, indikator, skema penulisan, dan latihan soal.

Validasi oleh validator ahli materi dan ahli media pembelajaran didapatkan hasil buku dengan kategori baik (80%). Uji coba perorangan didapatkan hasil buku dengan kategori baik (89%). Hasil penilaian tersebut menunjukkan bahwa buku ajar layak digunakan di lapangan dengan beberapa masukan, yaitu (1) pengertian bioinformatika sebaiknya menjadi indikator, (2) spasi yang digunakan sebaiknya spasi 1,5, (3) kemampuan mengoperasikan atau memanfaatkan *database* sebaiknya menjadi indikator, (4) banyak gambar yang kurang informatif atau kurang jelas karena ukuran gambar yang kecil, (5) ruang kosong pada sisi kanan harus dihindari, dan (6) perlu penambahan halaman pendahuluan yang berisi cara pemakaian buku yang dikembangkan. Gambar 1 menunjukkan halaman sampul depan dan belakang dari produk pengembangan buku ajar dengan judul *Identifikasi Senyawa Alami Kandidat Agonis PPAR-Gamma secara In Silico*.



Gambar 1. Halaman Sampul dari Produk Pengembangan. (a) Sampul depan; (b) Sampul belakang.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, buku ajar dengan judul *Identifikasi Senyawa Alami Kandidat Agonis PPAR-Gamma secara In Silico* layak digunakan sebagai media pembelajaran. Data diperoleh dari validator ahli materi, ahli media pembelajaran, dan responden uji coba perorangan.

Saran

Pengembangan buku akan menjadi lebih baik dengan melakukan uji klasikal dan uji lapangan.

DAFTAR RUJUKAN

- Dick, W., Carey., Lou & Carey, James O. 2009. *The Systematic Design of Instruction 7th edition*. New Jersey: Pearson Edu, Inc
- Erol, A. 2007. The Functions of PPARs in Aging and Longevity. *PPAR Research Hindawi Volume 2007*, 1—10.
- Kota, B. P., Huang, Tom H.-W., dan Roufogalis, B. D. 2005. An Overview on Biological Mechanism of PPARs. *Pharmacological Research Volume 51* (2005), 85—94.
- Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. 2004. *Penilaian Buku Nonteks Pelajaran*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Reddy, A. S., Pati, S. P., Kumar, P. P, Pradeep H. N., dan Santry G. N. 2007. Virtual Screening in Drug Discovery - A Computational Perspective. *Current Protein and Peptide Science Volume 8(4)*. 329—348
- Vyas, V., Jain, A. dan Gupta, A. 2008. Virtual Screening: A Fast Tool for Drug Design. *Scientia Pharmaceutica Volume 76* 2008 333—360.
- Witarto, A. B. dan Sajidan. 2010. *Bioinformatika: Trend dan Prospek dalam Pengembangan Keilmuan Biologi*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan Biologi, FKIP UNS, 31 Juli.