

# PENGEMBANGAN BUKU AJAR TABM BERBASIS PENELITIAN UNTUK MAHASISWA S1 JURUSAN BIOLOGI UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Restu Megadiana Sukoco, Mohamad Amin, Abdul Gofur  
Pendidikan Biologi Pascasarjana-Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: restumegadiana@gmail.com

**Abstract:** Analysis and Techniques of Molecular Biology (TABM) Subject need of competence for using a set of tools and materials in molecular biology laboratory. Department of Biology, State University of Gorontalo is planned to apply TABM courses for undergraduate students but no available a complete molecular biology laboratory. The development of research-based of TABM textbook is one solution to the student attends TABM lectures. The development of a research-based of TABM textbook was based on Borg and Gall development model. The product is validated by instructional media expert, subject matter expert and lecturer. The readability test conducted to ten students. Results of validation by media experts, subject matter experts and lecturers practitioners respectively are 93%, 92% and 89.2% with a valid category. While the test results readability of students is 87% with valid category.

**Keywords:** molecular biology, TABM, textbook

**Abstrak:** Perkuliahan Teknik Analisis Biologi Molekuler (TABM) sarat dengan penggunaan set alat dan bahan laboratorium Biologi molekuler yang lengkap. Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo diketahui akan menerapkan matakuliah TABM untuk mahasiswa S1 namun belum memiliki set laboratorium Biologi molekuler yang lengkap. Pengembangan buku ajar TABM berbasis penelitian merupakan salah satu solusi untuk mahasiswa mengikuti perkuliahan TABM. Pengembangan buku ajar TABM berbasis penelitian menggunakan model pengembangan Borg and Gall. Buku ajar yang dikembangkan divalidasi oleh ahli media pembelajaran, ahli materi dan dosen praktisi. Buku ajar di uji keterbacaan oleh 10 mahasiswa. Hasil validasi ahli media pembelajaran, ahli materi dan dosen praktisi secara berurutan adalah 93%, 92% dan 89,2% dengan kategori valid. Sedangkan hasil uji keterbacaan mahasiswa adalah 87% dengan kategori valid.

**Kata kunci:** TABM, buku ajar

Memasuki era biologi molekuler saat ini, hampir semua masalah Biologi telah, sedang dan akan terus dijawab pada tingkat molekuler. Hasil-hasil penelitian yang relevan dalam bidang ini telah dicapai dengan baik oleh beberapa negara-negara maju di dunia. Bagi Indonesia, tentu saja hal ini merupakan suatu tantangan, dan menjadi salah satu tuntutan yang mendesak. Untuk mengikuti perkembangan biologi molekuler yang berkembang sangat pesat tersebut, dibutuhkan sumber daya manusia (SDM) yang berkompeten dan berkualitas, khususnya di bidang Biologi molekuler. Pendidikan yang menjadi salah satu faktor penting dalam menggerakkan roda pembangunan bangsa tentunya akan berperan penting untuk mendorong terciptanya sumber daya manusia yang berkualitas (Hidayat, 2007). Sehubungan dengan hal itu, perlu adanya sarana dan fasilitas yang dapat mendukung pebelajar dapat memperoleh informasi terkini dalam kegiatan pembelajaran. Salah satu solusi untuk permasalahan ini adalah dengan penerapan matakuliah yang memuat informasi terkini, misalnya matakuliah Teknik Analisis Biologi Molekuler. Teknik Analisis Biologi Molekuler (TABM) merupakan salah satu matakuliah yang akan segera diterapkan untuk mahasiswa di semester VI Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo.

Teknik analisis molekuler merupakan metode analisis genetik berdasarkan variasi komposisi dan fungsi gen. Metode ini memerlukan teknologi khusus untuk mengisolasi DNA atau protein dan memprosesnya hingga sifat polimorfismenya dapat dikenali. Analisis biologi molekuler juga diperlukan untuk mempermudah memahami berbagai mekanisme molekuler termasuk identifikasi gen, ekspresi dan eksplorasi protein atau enzim sehingga fungsi gen dan protein dapat diketahui (Fatchiya, dkk, 2011). Beberapa analisis lanjutan dari prosedur teknik analisis biologi molekuler dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan salah satunya untuk analisis filogeni. Penelitian mengenai analisis filogeni telah dilakukan untuk konservasi hewan endemik lokal Indonesia, seperti yang telah dilakukan oleh Amin. (2003); Amin (2010); Amin dan Maslikah (2011); Amin dan Lestari (2013, 2014); Amin (2015). Prosedur teknik analisis biologi molekuler yang dilakukan untuk analisis filogeni antara lain, isolasi DNA, *polymerase chain reaction (PCR)*, Elektroforesis, dan sekuensing DNA. Dalam penerapannya, matakuliah Teknik Analisis Biologi Molekuler membutuhkan seperangkat alat kelistrikan dan bahan kimia serta laboratorium yang memadai untuk

mahasiswa melaksanakan pembelajaran atau penelitian. Selain itu, dibutuhkan buku ajar yang sesuai yang dapat membantu mahasiswa mengikuti kegiatan perkuliahan. Pembelajaran dan buku ajar merupakan dua hal yang saling melengkapi. Pembelajaran akan berlangsung secara efektif jika dilengkapi dengan media pembelajaran, salah satunya adalah buku ajar. Menurut Kurniawan (2012), buku ajar adalah jenis buku yang diperuntukkan bagi mahasiswa sebagai bekal pengetahuan dasar, dan digunakan sebagai sarana belajar serta dipakai untuk menyertai kuliah. Buku ajar menyediakan fasilitas bagi kegiatan belajar mandiri, baik tentang substansinya maupun tentang penyajiannya. Berdasarkan hasil kajian analisis kebutuhan yang telah dilakukan di Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo, diketahui beberapa fakta bahwa (1) belum adanya buku ajar TABM yang yang dikembangkan dan memuat hasil riset yang *up to date* dan kontekstual dengan lingkungan mahasiswa dan (2) belum terdapat laboratorium Biologi molekuler yang lengkap untuk menunjang perkuliahan TABM di Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo. Oleh karena itu, sangat perlu untuk mempersiapkan buku ajar yang dapat memfasilitasi mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan TABM. Buku ajar TABM yang diperlukan berisi mengenai teknik dasar dalam analisis biologi molekuler yang kontekstual dan mudah dipahami bagi mahasiswa beserta panduan pemanfaatan *software* untuk analisis hasil molekuler. Buku ajar yang dihasilkan melalui penelitian ini dikembangkan menggunakan model pengembangan Borg & Gall (1983).

### METODE

Buku ajar TABM yang dikembangkan berjudul “Teknik Analisis biologi Molekuler: Berbasis penelitian Analisis Filogeni Ikan Endemik *Giuris margaritacea*”. Buku ajar berisi materi mengenai keseluruhan proses penelitian sekuensing dan analisis filogeni yang telah dilakukan dan dilengkapi dengan materi pendukung yaitu kajian prinsip Biologi molekuler, pengenalan set alat dan bahan laboratorium Biologi molekuler, prinsip dasar isolasi DNA, prinsip dasar *PCR* dan elektroforesis, serta prinsip dasar sekuensing DNA dan analisis filogeni. Pengembangan buku ajar mengacu pada model [engembangan Borg & Gall yang meliputi 10 tahapan yaitu (1) Penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collecting*), (2) Perencanaan (*planning*), (3) Pengembangan bentuk awal produk (*develop preliminary form of product*), (4) Uji lapangan awal (*preliminary field testing*), (5) Revisi produk utama (*main product revision*) (6) Uji coba lapangan utama (*main field testing*) (7) Revisi produk operasional (*opersional field testing*), (8) Uji lapangan operasional (*operasional field testing*), (9) Revisi produk akhir (*final product revision*), (10) Diseminasi dan implementasi (*dissemination and implementation*) (Borg & Gall, 1983). Peneliti melaksanakan 5 tahapan dari 10 tahapan pengembangan Borg & Gall dikarenakan keterbatasan waktu.

### HASIL

Buku ajar yang dikembangkan merupakan buku ajar berbasis penelitian untuk matakuliah TABM. Buku ajar berisi tentang konsep, prinsip dan teknik dasar pada bidang biologi molekuler. Konsep dan prinsip dasar yang ada dalam buku ajar berfungsi untuk pemantapan pemahaman sebelum melakukan praktikum atau penelitian di laboratorium biologi molekuler. Teknik dasar yang ada dalam buku ajar berupa prosedur yang telah dilakukan penulis selama melakukan penelitian di laboratorium biologi molekuler. Buku ajar ini juga memuat latihan soal yang dibuat berdasarkan kompetensi dasar yang harus dicapai mahasiswa. Latihan soal yang dibuat bertujuan untuk memudahkan mahasiswa dalam mengingat, memahami dan mengaplikasikan konsep serta teknik dasar yang telah dipelajari. Model pengembangan yang digunakan untuk pengembangan buku ajar ini adalah model pengembangan Borg & Gall. Data hasil penelitian pengembangan buku ajar yang diperoleh berupa data kuantitatif dan data kualitatif, dipaparkan pada beberapa tahapan sebagai berikut.

#### Penyajian Data Uji Coba

Data hasil pengembangan meliputi data validasi dan data uji keterbacaan. Data hasil validasi meliputi data validasi ahli media pembelajaran, ahli materi dan dosen praktisi.

#### Hasil Validasi Ahli Media Pembelajaran

Tabel 1. Saran dari Validator Ahli Media Pembelajaran

No	Komentar/Saran
1.	Tulisan “Universitas Negeri Malang- <i>The Learning University</i> ” pada cover kurang jelas, perlu diperbaiki dengan warna yang lebih terang.
2.	Cantumkan sumber pada setiap gambar di buku ajar
3.	Lengkapi dengan penjelasan mengenai cara penggunaan buku ajar di bagian kata pengantar
4.	Gambar kurang terang, bisa diperbaiki dengan <i>editing brightness</i>

Proses validasi 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 TABM berbasis penelitian yang telah dikembangkan. Data yang diperoleh dari tahap validasi ahli media pembelajaran berupa data penilaian secara kuantitatif dan data penilaian secara kualitatif. Data penilaian kuantitatif oleh ahli media pembelajaran yang diperoleh adalah sebesar 93% dan termasuk dalam kategori valid. Data kualitatif yang diperoleh berupa saran dan komentar dari ahli media untuk perbaikan buku ajar disajikan pada Tabel 1.

#### Hasil Validasi Ahli Materi

Proses validasi buku ajar dilakukan oleh ahli materi Universitas Negeri Malang, di bidang biologi molekuler dan evolusi. Buku ajar diberikan kepada ahli materi untuk mendapatkan penilaian dan tanggapan tentang buku ajar TABM berbasis penelitian yang telah dikembangkan. Data yang diperoleh dari tahap validasi ahli media pembelajaran berupa data penilaian secara kuantitatif dan data penilaian secara kualitatif. Data penilaian kuantitatif oleh ahli materi yang diperoleh adalah sebesar 92% dan termasuk dalam kategori valid. Data kualitatif yang diperoleh berupa saran dan komentar dari ahli media untuk perbaikan buku ajar disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Saran dari Validator Ahli Materi**

No	Komentar/Saran
1.	Pada bab 4 perlu ditambahkan materi mengenai isolasi Protein secara umum saja, karena judul buku ajar adalah TABM
2.	Jabarkan prosedur dengan penomoran sebelum dipaparkan dengan gambar
3.	Font pada header diperkecil agar beda dengan font isi buku ajar
4.	Kesalahan pengetikan dapat dicek lagi dan diperbaiki

#### Hasil Validasi Dosen Praktisi

Proses validasi buku ajar dilakukan oleh Dosen praktisi Universitas Negeri Gorontalo, yang akan mengampu matakuliah TABM. Buku ajar diberikan kepada dosen praktisi untuk mendapatkan penilaian dan tanggapan tentang buku ajar TABM berbasis penelitian yang telah dikembangkan. Data yang diperoleh dari tahap validasi ahli media pembelajaran berupa data penilaian secara kuantitatif dan data penilaian secara kualitatif. Data penilaian kuantitatif oleh dosen praktisi yang diperoleh adalah sebesar 89,2% dan termasuk dalam kategori valid. Data kualitatif yang diperoleh berupa saran dan komentar dari ahli media untuk perbaikan buku ajar disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Saran dari Validator Dosen Praktisi**

No	Komentar/Saran
1.	Perlu dilengkapi materi umum mengenai perbedaan macam isolasi DNA
2.	Masih terdapat beberapa kesalahan penulisan

#### Hasil Uji Keterbacaan Kelompok kecil

Proses uji keterbacaan kelompok kecil buku ajar dilakukan oleh 10 mahasiswa Jurusan Biologi Universitas Negeri Malang yang telah menempuh matakuliah TABM. Buku ajar diberikan kepada mahasiswa untuk mendapatkan penilaian dan tanggapan tentang buku ajar TABM berbasis penelitian yang telah dikembangkan. Data yang diperoleh dari tahap uji keterbacaan berupa data penilaian secara kuantitatif dan data penilaian secara kualitatif. Data penilaian kuantitatif dari uji keterbacaan yang diperoleh adalah sebesar 87%% dan termasuk dalam kategori valid. Data kualitatif yang diperoleh berupa saran dan komentar dari ahli media untuk perbaikan buku ajar disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Saran Perbaikan Uji Keterbacaan oleh Subjek Uji Coba Kelompok Kecil**

No	Komentar/Saran
1.	Buku ajar ini sangat menarik, karena terdapat prosedur yang dilengkapi gambar untuk memudahkan mahasiswa memahami dan melakukan kembali.
2.	Kualitas gambar kurang terang, perlu diperbaiki tingkat kecerahan gambarnya
3.	Terdapat beberapa kesalahan pengetikan misalnya pada cover belakang, terdapat kata "bidnag"
4.	Sebaiknya diberi keterangan sumber pada gambar/foto
5.	Terdapat istilah asing yang belum di cetak miring misalnya pengetikan "freezing-thawing" pada halaman 49

## PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari hasil penilaian validator ahli dan uji coba kelompok kecil. Data tersebut dipaparkan secara rinci sebagai berikut.

### Kajian Produk Hasil Revisi

Buku ajar Teknik Analisis Biologi Molekuler (TABM) yang dikembangkan berdasarkan pada model pengembangan Borg and Gall (1983). Produk awal buku ajar yang telah dikembangkan telah direvisi oleh validator ahli media pembelajaran, validator ahli materi dan dosen praktisi, serta telah diuji keterbacaan oleh mahasiswa. Validator ahli terdiri dari dosen dengan bidang spesialisasi masing-masing yaitu bidang pengembangan media pembelajaran, bidang biologi molekuler dan evolusi serta dosen praktisi dari jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo. Hasil validasi dari ahli media diperoleh rata-rata persentase sebesar 93% dan secara kualitatif dinyatakan valid. Perolehan persentase sebesar 93% tersebut menunjukkan bahwa buku ajar berada dalam kategori valid untuk dikembangkan lebih lanjut untuk dapat digunakan pada matakuliah TABM. Beberapa komentar dan saran dari validator ahli media terhadap buku ajar ini adalah mengenai pencantuman sumber pada setiap foto/gambar yang ada di dalam buku ajar dan perlu penambahan mengenai cara penggunaan buku ajar pada kata pengantar. Revisi dilakukan peneliti berdasarkan saran dari validator ahli media tersebut. Penambahan sumber pada setiap foto dan gambar di buku ajar adalah untuk memberikan referensi yang benar bagi pembaca. Selain itu, penambahan cara penggunaan buku ajar di bagian kata pengantar adalah untuk menjelaskan kepada mahasiswa yang akan menggunakan buku ajar mengenai isi dan gambaran umum yang ada di dalam buku ajar. Selain itu, kalimat yang menarik akan lebih disarankan agar mahasiswa tertarik untuk membaca dan menggunakan buku ajar sebagai pedoman dalam mengikuti matakuliah TABM.

Hasil validasi selanjutnya dari validator ahli materi. Nilai rata-rata persentase yang diperoleh dari validator ahli materi adalah sebesar 92% dan produk dinyatakan berada dalam kategori valid untuk dikembangkan lebih lanjut. Beberapa saran dan komentar dari ahli materi mengenai buku ajar yang telah dikembangkan adalah mengenai aspek keluasaan materi dan masih terdapat beberapa kesalahan penulisan. Mengenai aspek keluasaan materi, perlu ditambahkan materi mengenai isolasi DNA dan Protein secara umum pada awal bab IV (Prinsip Dasar dan Teknik Isolasi DNA Jaringan), sehingga materi akan lebih lengkap dibandingkan jika hanya mengenai materi isolasi DNA jaringan saja.

Hasil validasi selanjutnya adalah dari validator dosen praktisi pendidikan, yaitu dosen yang akan mengampu matakuliah TABM di jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo. Nilai persentase yang diperoleh dari hasil validasi dosen praktisi adalah sebesar 89,2% sehingga buku ajar berada dalam kategori valid untuk dikembangkan lebih lanjut. Buku ajar yang dikembangkan sudah sesuai untuk digunakan mahasiswa jurusan biologi di Universitas Negeri Gorontalo pada matakuliah TABM yang akan segera diterapkan. Beberapa saran dan komentar dari dosen praktisi adalah mengenai penambahan materi mengenai macam isolasi DNA dan perlu adanya perbaikan penulisan beberapa kata yang masih salah. Selain itu, dosen praktisi juga menyatakan mengenai komponen buku ajar yang sangat kontekstual untuk mahasiswa di Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo, karena buku ajar sudah memuat kearifan lokal dengan penggunaan sampel endemik yang berasal dari Gorontalo.

Validasi yang telah dilakukan pada para ahli dilakukan melalui pengisian angket. Masing-masing angket berisi aspek yang dinilai pada buku ajar. Angket untuk validator ahli media berisi mengenai tampilan atau penyajian buku ajar. Angket untuk validator ahli materi berisi mengenai komponen materi pada matakuliah TABM. Angket untuk dosen praktisi berisi mengenai aspek kelayakan buku ajar. Setelah melalui uji validasi dari validator ahli media, ahli materi dan dosen praktisi, maka buku ajar kemudian di uji keterbacaan. Uji keterbacaan dilakukan pada mahasiswa S1 Jurusan Biologi Universitas Negeri Malang yang telah menempuh matakuliah TABM. Pada uji coba keterbacaan dilakukan melalui pengisian angket oleh mahasiswa. Angket uji keterbacaan berisi mengenai komponen kemudahan, kemenarikan, keterpahaman dan keterbaharuan.

Hasil uji coba keterbacaan pada mahasiswa menunjukkan bahwa buku ajar TABM dinyatakan valid dengan persentase sebesar 87%. Hasil persentase tersebut menunjukkan bahwa buku ajar TABM berada dalam kategori valid untuk dikembangkan lebih lanjut. Saran dan komentar dari mahasiswa mengenai buku ajar yang sudah dikembangkan antara lain mengenai beberapa kesalahan penulisan dan tingkat kecerahan gambar pada buku ajar. Selain itu, beberapa mahasiswa juga menyatakan bahwa buku ajar yang dikembangkan sangat baik, karena bersifat kontekstual dengan merekam seluruh prosedur selama praktikum atau penelitian sehingga dapat memudahkan mahasiswa memahami dan melakukan prosedur tersebut. Selain itu, tampilan buku ajar yang dibuat juga menarik dengan pemilihan warna yang tepat dan kemudahan dalam memahami materi.

### Kelayakan Buku Ajar

Berdasarkan hasil validasi oleh validator dan uji keterbacaan oleh mahasiswa, nilai persentase yang diperoleh rata-rata sebesar  $\geq 87\%$ , maka dapat disimpulkan bahwa buku ajar dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber belajar dalam matakuliah TABM di jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kurniawan (2012), bahwa buku ajar dapat menjadi fasilitas bagi kegiatan belajar mandiri mahasiswa, baik tentang substansinya maupun tentang

penyajiannya. Jika tujuan pembelajaran adalah untuk menjadikan mahasiswa memiliki berbagai kompetensi, maka pencapaian buku ajar harus memasukkan sejumlah prinsip yang dapat meningkatkan kompetensi yang akan dimiliki mahasiswa.

Lebih lanjut, Kurniawan (2012) menjelaskan bahwa kualitas buku ajar bergantung pada kegunaannya untuk keperluan belajar mahasiswa. Semakin banyak keperluan yang dapat difasilitasi oleh buku ajar yang dikembangkan, maka akan semakin baik kualitas buku ajar tersebut. Sebagai contoh, jika dalam matakuliah TABM mengharuskan mahasiswa menguasai beberapa teknik pada isolasi DNA maka buku ajar seharusnya memuat materi yang dapat memfasilitasi mahasiswa untuk dapat mempelajari dan menguasai teknik isolasi DNA tersebut dengan rinci dan lebih mudah dimengerti.

Produk buku ajar yang telah dikembangkan memiliki kelebihan dan kekurangan. Deskripsi kelebihan buku ajar yang dikembangkan adalah sebagai berikut.

- a. Buku ajar memuat materi yang bersifat kontekstual yaitu berbasis penelitian. Buku ajar dikembangkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berisi materi antara lain mengenai prinsip dan teknik dasar pada proses analisis filogeni. Prosedur yang dijabarkan pada buku ajar ini akan mudah dipahami mahasiswa karena disusun berdasarkan pengalaman kerja peneliti di laboratorium.
- b. Buku ajar yang dikembangkan memuat kearifan lokal dengan menggunakan sampel Ikan Endemik yang berasal dari Danau Limboto, Gorontalo. Hal ini sesuai dengan landasan yuridis mengenai pentingnya pendidikan berbasis kearifan lokal yaitu UU no.22 Tahun 1999 tentang pemerintah daerah menuntut pelaksanaan otonomi daerah dan wawasan demokrasi dalam penyelenggaraan pendidikan. Selain itu, mahasiswa yang menjadi sasaran penerapan buku ajar ini tentunya sudah sangat mengenai sampel yang digunakan pada buku ajar ini, sehingga dapat membuka wawasan mahasiswa mengenai pemanfaatan bidang Biologi Molekuler untuk sampel endemik lainnya yang ada di Gorontalo, maupun daerah lain di Indonesia.
- c. Buku ajar yang dikembangkan dilengkapi dengan prosedur yang mudah dan disertai foto dan gambar. Sehingga dapat membantu mahasiswa di Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo yang diketahui belum memiliki fasilitas laboratorium Biologi Molekuler yang lengkap, untuk dapat memperoleh gambaran proses pembelajaran dengan baik. Sehingga mahasiswa selanjutnya dapat melakukan prosedur penelitian di laboratorium dengan peralatan yang ada dan tersedia atau di laboratorium lainnya yang sudah memadai.
- d. Buku ajar yang dikembangkan dilengkapi dengan kolom “tips penting” yang berisi mengenai beberapa tips yang dapat diterapkan mahasiswa selama proses pembelajaran atau melakukan prosedur penelitian. “tips penting” akan sangat berguna untuk mahasiswa dapat meminimalisir kesalahan selama melakukan penelitian di laboratorium karena “tips penting” berisi kalimat tips yang peneliti alami selama melakukan penelitian.
- e. Buku ajar didesain dengan menarik, baik untuk cover, ukuran buku, maupun *layout* isi buku. Hal ini dilakukan untuk dapat menarik minat baca mahasiswa.

Selain kelebihan buku ajar yang telah dipaparkan tersebut di atas, juga terdapat kekurangan dalam pengembangan buku ajar ini. Berikut dijabarkan deskripsi kekurangan buku ajar.

- a. Kajian materi isolasi masih terbatas dan terfokus hanya pada materi isolasi DNA jaringan.
- b. Kajian materi sekuensing DNA masih belum memaparkan dengan rinci proses sekuensing DNA, melainkan hanya menyertakan hasil sekuen DNA saja.
- c. Kajian materi mengenai pembuatan larutan yang akan digunakan pada prosedur isolasi DNA jaringan belum dijabarkan pada buku ajar.
- d. Proses analisis filogeni hanya terbatas pada konstruksi pohon filogeni saja.
- e. Desain *layout* isi buku kurang menampilkan desain yang lebih terkini, atau masih sederhana.

#### **Saran Pemanfaatan, Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut**

Berdasarkan kajian produk yang telah direvisi, diperoleh beberapa saran untuk pemanfaatan produk buku ajar ini, antara lain dapat digunakan sebagai alternatif sumber belajar untuk matakuliah TABM. Tentunya dalam penggunaan buku ajar ini, tidak terlepas dari buku ajar TABM lainnya. Selain itu, buku ajar juga dapat dijadikan sumber rujukan untuk mahasiswa atau peneliti dalam melaksanakan penelitian mengenai isolasi DNA jaringan hewan.

Buku ajar TABM ini ditujukan untuk mahasiswa S1 jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo. Untuk saran diseminasi produk, produk buku ajar ini dapat digunakan pada sasaran yang lebih luas yaitu universitas lain di Gorontalo, atau universitas lain di Indonesia. Selain itu, perlu mempertimbangkan kesesuaian kurikulum di universitas yang akan diterapkannya produk buku ajar.

Saran pengembangan produk lebih lanjut dapat dilakukan pada dua hal yaitu saran untuk pengembangan isi materi pada buku ajar dan saran untuk pengembangan produk lebih lanjut sesuai tahap pengembangan Borg and Gall (1983). Saran pengembangan materi pada produk meliputi materi TABM secara menyeluruh, dan tidak terbatas pada isolasi DNA jaringan hewan saja. Sementara itu, saran pengembangan produk lebih lanjut, perlu dilakukan uji coba skala besar agar kevalidan produk

buku ajar dan tingkat keakuratan data lebih tinggi, sehingga produk buku ajar dapat dimanfaatkan secara luas dan dikomersiilkan.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil dan analisis data yang telah dilakukan terhadap pengembangan buku yang berjudul "Teknik Analisis Biologi Molekuler: Berbasis Penelitian Analisis Filogeni Ikan Endemik *Giuris margaritacea*" diketahui bahwa buku ajar telah divalidasi oleh ahl media pembelajaran, ahli materi dan dosen praktisi serta telah diuji keterbacaan kelompok kecil oleh mahasiswa dengan rata-rata persentase sebesar  $\geq 87\%$  dan termasuk dalam kategori valid dan layak untuk dikembangkan lebih lanjut.

### Saran

Buku ajar yang dihasilkan telah di revisi sesuai saran dan komentar dari ahli media pembelajaran, ahli materi, dosen praktisi serta diuji keterbacaan oleh mahasiswa. Buku ajar yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alternatif sumber belajar mahasiswa untuk mempelajari materi TABM termasuk prinsip dan teknik dasar.

## DAFTAR RUJUKAN

- Amin, M. 2003. *Characterization and Application of Molecular Marker in the Pecking Duck and Other Waterfowl Species*. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Amin, M. 2010. Intervention of genetic flow of the foreign cattle toward diversity of phenotype expressions of local cattle in the District of Banyuwangi. *Biodiversitas*. Volume 10, Number 2, April: 69—74.
- Amin, M. 2010. Implementasi Hasil-Hasil Penelitian Bidang Biologi Dalam Pemebelajaran. *Proseding Seminar Biologi. Vol.1 No.7*. Diakses dari <http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/prosbio/article/view/1202>.
- Amin, M. dan Maslikah, S.I. 2011. *Identifikasi Variasi Genetik Kerbau Lokal Tana Toraja Berbasis Mikrosatellite: Upaya Konservasi Plasma Nutfah dan Penyediaan Bibit Unggul Kerbau di Wilayah Indonesia Timur*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Malang.
- Amin, M.dan Lestari, U. 2013. *Pemetaan Keragaman Genetik Berbasis Mikrosatellite dan Diversitas Geografis Habitat Kerbau Lokal Indonesia dengan Gen Cytochomre B sebagai Model Pengembangan Konservasi Kerbau Secara Ex Situ dan Upaya Pembibitan Unggul*. Laporan Kemajuan Hasil Penelitian Hibah Pascasarjana. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Malang.
- Amin, M.dan Lestari, U. 2014. *Pemetaan Keragaman Genetik Berbasis Mikrosatellite dan Diversitas Geografis Habitat Kerbau Lokal Indonesia dengan Gen Cytochomre B sebagai Model Pengembangan Konservasi Kerbau Secara Ex Situ dan Upaya Pembibitan Unggul*.
- Borg & Gall. 1983. Borg, W.R., & Gall. M. D. 1983. *Educational Research an Introduction*. New York: Longman.
- Fatchiyah, dkk. 2011. *Biologi Bolekular: Prinsip Dasar Analisis*. Erlangga: Jakarta.
- Hidayat, T. 2009. *Pelatihan Pendalaman Biologi untuk Guru Biologi Sekolah Menengah Umum (SMU)*. Jurusan Pendidikan Biologi: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hidayat, T. 2009. *Pelatihan Pendalaman Biologi untuk Guru Biologi Sekolah Menengah Umum (SMU)*. Jurusan Pendidikan Biologi: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kurniawan, K. 2012. *Panduan Penulisan Buku Ajar*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.