

Jurnal Kependidikan

Terbit empat kali setahun pada bulan Maret, Juni, September dan Desember. Berisi artikel konseptual hasil kajian analitis kritis dan atau artikel hasil penelitian di bidang kependidikan. (ISSN 1412-6087)

Pelindung dan Penasihat

Prof. Drs. H. Toho Cholik Mutohir. MA., Ph.D Rektor IKIP Mataram
Dr. Jamaluddin, M.Pd Wakil Rektor I IKIP Mataram

Penanggung Jawab

Dr. Gunawan, M.Pd Ketua LPPM IKIP Mataram

Ketua Penyunting

Any Fatmawati, M.Pd

Sekretaris Penyunting

M. Arief Rizka, M.Pd

Anggota

Ahmadi, S.Pd., M.Pkim
Ni Wayan Prami Wahyudiantari, M.Pd
Rudi Hariawan, M.Pd
Mujriah, M.Pd

Penyunting Ahli (Mitra Bestari)

Prof. Dr. I Wayan Maba	Univ. Mahasaraswati, Denpasar
Prof. Dr. I Wayan Pastika	Universitas Udayana, Denpasar
Prof. Dr. Liliyasi, M.Pd	Universitas Pendidikan Indonesia
Dr. H. A. Hari Witono, M.Pd	Universitas Mataram
Pangesti Wiedarti, Ph.D	Universitas Negeri Yogyakarta
Dr. H. Wildan, M.Pd	Universitas Mataram
Dr. Ahmad Hardjono, S.Si., M.Pd	Universitas Mataram
Dr. I Ketut Warta, MS	IKIP Mataram
Dr. Jumailyah, MM	IKIP Mataram

Pelaksana Ketatalaksanaan

M. Fuaddunnazmi, S.T., M.Pd
L. Ashadi Cahyadi, SH
Zainul Anwar, S.Pd
Fathoroni, S.Pd

Bendahara

Supratman, S.E

Alamat Redaksi

Redaksi Jurnal Kependidikan
LPPM IKIP Mataram
Jl.Pemuda No59 A Mataram NTB 83125 Tlp/Fax (0370)632082
E-mail: lppmikip.mtr@gmail.com

Jurnal Kependidikan diterbitkan sejak tanggal 2 Mei 2002 oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) IKIP Mataram. Sejak Mei 2009, *Jurnal Kependidikan* diterbitkan melalui kerjasama dengan Ikatan Sarjana Pendidikan IKIP Mataram.

Jurnal Kependidikan menerima naskah tulisan otentik (hasil karya penulis) dan original (belum pernah diterbitkan sebelumnya) dengan format sesuai dengan pedoman penulisan jurnal ini.

Tulisan yang dimuat pada jurnal kependidikan belum tentu merupakan cerminan sikap dan atau pendapat penyunting pelaksana, penyunting, dan penyunting ahli. Tanggung jawab terhadap isi dan atau akibat dari tulisan, tetap terletak pada penulis.

Daftar Isi

1. Pengembangan Media Animasi Berbasis *Macromedia Flash* pada Materi Fisika Alat Optik 329-336
Bq Azmi Syukroyanti dan Harsano Jayadi
2. Pengembangan Bahan Ajar Matakuliah Genetika Populasi Berbasis Penelitian Keragaman Genetik Kerbau Lokal Tana Toraja dan Lombok 337-347
Indah Rakhmawati Afrida, Mohamad Amin, dan Abdul Ghofur
3. Pengaruh *Problem Based Learning* dengan Metode *Seven Jumps* terhadap Daya Pikir Kritis Mahasiswa dalam Perancangan Alat Penilaian Matematika 349-357
Ita Chairun Nissa
4. The Identification of Students' Learning Strategies in Reading Class 359-367
Kamarudin
5. Evaluasi Implementasi Program Kursus Wirausaha Desa (KWD) untuk Mengatasi Pengangguran 369-381
M. Arief Rizka
6. Pengembangan Multi Media Pembelajaran Menulis dan Membaca Permulaan Siswa Kelas 1 Sekolah Dasar 383-391
Mujiburrahman dan Yayan Heryana
7. Pendidikan Inklusi di Lembaga Pendidikan Anak Usia Dini 393-400
Nuraeni
8. Analisis Kemampuan Komunikasi Lisan dan Tulis Mahasiswa Calon Guru pada Jurusan Pendidikan Matematika IAIN Mataram 401-406
Nur Hardiani
9. Pengembangan Media Kartu Koloid untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa 407-414
Ratna Azizah Mashami, Yayuk Andayani, dan Baiq Fara Dwirani Sofia
10. Implementasi Parenting Education in School pada Jenjang Pendidikan Dasar di Lombok Tengah 415-420
Rudi Hariawan dan Muhammad Faqih
11. Analisis Penalaran Mahasiswa Calon Guru dalam Pemecahan Masalah Matematika Sekolah 421-426
Sanapiah

12. Menanamkan Sikap *Enterpreneurship* Mahasiswa Jurusan Pendidikan Luar Sekolah IKIP Mataram
Suharyani dan Rila Hardiansyah

Pengembangan Bahan Ajar Matakuliah Genetika Populasi Berbasis Penelitian Keragaman Genetik Kerbau Lokal Tana Toraja dan Lombok

Indah Rakhmawati Afrida¹⁾, Mohamad Amin²⁾, Abdul Ghofur²⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Biologi FPIEK IKIP Budi Utomo Malang

²⁾Universitas Negeri Malang

E-mail: rakhma_afrida@yahoo.com

Abstract: The present study aims at developing instructional materials systematically by following the steps of design introduced by Dick & Carey. The study establishes 7 steps design which is adapted from 10 steps design developed by Dick & Carey. This adapted version design comprises (1) identifying objective; (2) conducting instructional analysis; (3) identifying entry behavior and learners' characteristics; (4) formulating objective of performance; (5) developing criterion-referenced test ; (6) developing instructional strategy; (7) developing and selecting instructional material. Inspecting from the characteristics and the principles, this 7 steps design is supposed to be analogous to 10 steps model introduced by Dick & Carey. Based on the result of the expertise validation, the instructional material (87.69 %) and the practical work manual (92.50 %) are categorized very good and can be used by both the lecturer and the students of Biology education program in comprehending the underlying principles of Genetics particularly Population Genetics appropriately.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar yang disusun berdasarkan model Dick & Carey. Pengembangan bahan ajar meliputi tujuh tahapan yang diadopsi berdasarkan sepuluh langkah pengembangan bahan ajar, yaitu (1) identifikasi tujuan, (2) melakukan analisis pembelajaran, (3) mengidentifikasi perilaku awal dan karakteristik pebelajar, (4) menulis tujuan pembelajaran khusus, (5) mengembangkan butir-butir tes acuan patokan, (6) mengembangkan strategi pembelajaran, dan (7) mengembangkan dan memilih materi pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi ahli, kualifikasi materi bahan ajar sebesar 87,69% dan berada pada kualifikasi sangat baik, sedangkan untuk petunjuk praktikum sebesar 92,50% dan berada pada kategori sangat baik. Hasil ini mengindikasikan bahwa bahan ajar layak digunakan dalam perkuliahan dalam memahami prinsip-prinsip genetik khususnya tentang genetika populasi.

Key words: developing instructional materials, population genetics

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan jauh lebih cepat daripada perkembangan ilmu pendidikan, termasuk didalamnya perkembangan metodologi pendidikan dan sejenisnya. Kenyataan ini menuntut peningkatan kemampuan penguasaan ilmu pengetahuan terutama bagi pendidik. Dengan tidak mengikuti perkembangan ilmu, sudah dipastikan bahwa mereka akan tidak masuk dalam sistem dan pusaran pertumbuhan masyarakat ilmu pengetahuan tersebut. Disinilah letak pentingnya hasil-hasil penelitian yang kekinian dalam memberikan wawasan dan titik tumpu pengembangan pendidikan (Amin, 2010).

Upaya penyelamatan kerbau belang dan kerbau Lombok merupakan bentuk kepedulian terhadap kelestarian sumberdaya hayati asli Indonesia. Indikator kepunahan tersebut dapat dilihat dari penurunan populasi kerbau belang setiap tahunnya yang terjadi akibat tingginya jumlah pemotongan untuk upacara adat serta rendahnya angka kelahiran kerbau belang. Untuk mengatasi kekurangan kebutuhan kerbau tersebut, masyarakat Tana Toraja mendapatkan stok kerbau dari daerah Lombok, sehingga dapat mengurangi kemurnian genetik apabila diantara kedua kerbau yang berbeda wilayah tersebut terjadi perkawinan (*breeding*).

Usaha mempertahankan kemurnian genetik dan kelestarian ternak kerbau lokal khususnya di daerah Tana Toraja dan di daerah Lombok, pemerintah tampaknya belum membuat program pengembangan strategis sebagaimana ternak yang lain. Kalaupun ada upaya-upaya ke arah pengembangan strategis untuk ternak kerbau ini, baru dilakukan secara regional. Dari informasi tersebut diduga telah terjadi *inbreeding* di dalam populasi kerbau. *Inbreeding* merupakan suatu perkawinan yang mempunyai hubungan keluarga yang dekat. Perkawinan semacam ini apabila berlangsung secara terus-menerus akan dapat meningkatkan jumlah individu homozigot di dalam populasi tersebut (Klug & Cumming, 2002). Selain itu, *inbreeding* diduga sering menyebabkan menurunnya sifat fenotip, misalnya ukuran tubuh, fertilitas dan daya tahan tubuh (Tamarin, 2002). Berdasarkan kondisi tersebut di atas, maka untuk menunjang keberhasilan upaya pelestarian dan konservasi serta pembibitan kerbau lokal Tana Toraja dan kerbau lokal Lombok sangat perlu segera dilakukannya identifikasi variasi genetik karena diduga telah terjadi *inbreeding* di dalam populasi kerbau-kerbau tersebut.

Terkait dengan kualitas pembelajaran, Degeng (tanpa tahun) menyebutkan bahwa suatu matakuliah dapat kehilangan daya tarik karena kualitas pembelajaran yang rendah. Kualitas pembelajaran sangat berhubungan dengan penggunaan metode pembelajaran yang optimal untuk mencapai tujuan pembelajaran di bawah kondisi tertentu. Sebagai hasil pembelajaran, kecenderungan mahasiswa untuk tetap belajar adalah tanggung jawab pembelajar-

an, bukan tanggung jawab matakuliah. Oleh karena itu, peran dosen sangat penting dalam menciptakan kondisi pembelajaran yang baik dan menarik, salah satunya adalah dengan mengembangkan bahan ajar yang disusun berdasarkan karakteristik dan kebutuhan mahasiswa (Newby, 2000).

Merujuk pada penelitian Saenab (2009), dan didukung oleh hasil penelitian Afrida (2011), bahwa terjadi persilangan antara dua macam kerbau yaitu kerbau lokal Tana Toraja dan Lombok karena adanya pasokan kerbau luar daerah. Pengamatan keragaman genetik melalui molekuler dapat memberikan informasi yang sangat penting, karena pengamatan yang dilakukan secara fenotip seringkali mendapatkan hasil yang tidak konsisten karena keragaman genetik sangat ditentukan oleh faktor genetik, sehingga data pengamatan fenotip digunakan sebagai data pendukung. Secara molekuler, keragaman genetik dapat diamati dengan menggunakan teknik *microsatellite-DNA* atau sering juga disebut dengan VNTRs (*Variable Number Tandem Repeats*) atau SSRs (*Simple Sequence Repeats*).

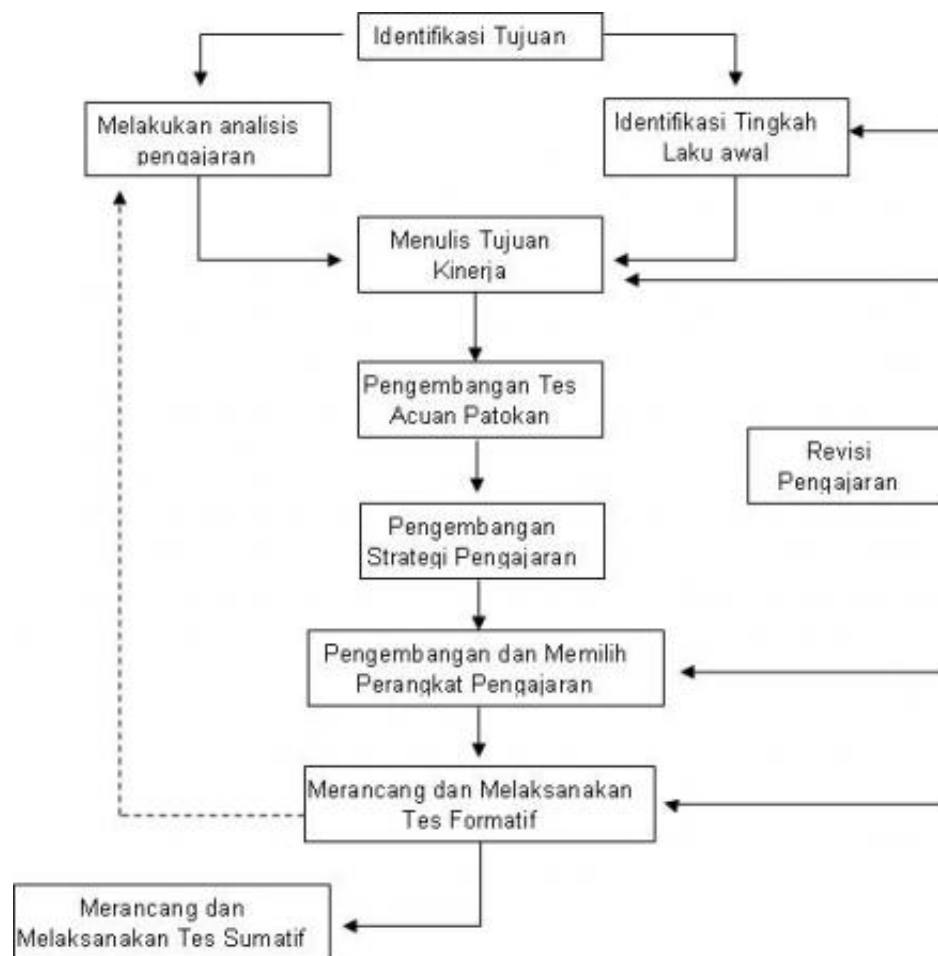
Identifikasi variasi genetik ini melalui pendekatan molekuler akan mempunyai efisiensi waktu dan efektivitas pelaksanaan karena seleksi bisa dilakukan pada saat ternak belum mencapai usia dewasa. Hasil penelitian Afrida (2011) mengungkap keragaman genetik kerbau lokal Tana Toraja, Sulawesi Selatan dan kerbau lokal Lombok, NTB yang merupakan strategi awal dari konservasi, membuktikan adanya proses *breeding* di antara kedua populasi kerbau tersebut.

Hasil penelitian ini memberikan manfaat dalam pengembangan perkuliahan

di Perguruan Tinggi terutama dalam matakuliah Genetika Populasi dalam bentuk pengembangan bahan ajar. Merujuk pada kurikulum genetika perguruan tinggi, ada satu pokok bahasan yang membahas tentang genetika populasi. Penelitian ini adalah penelitian tentang genetika populasi yang menerapkan teknik dan prosedurnya. Oleh karena itu, sangat tepat apabila hasil penelitian ini digunakan dalam pengembangan bahan ajar genetika populasi.

Metode Penelitian

Pengembangan bahan ajar berdasarkan model Dick & Carey (1985). Model pengembangan Dick & Carey memiliki kemiripan dengan model yang dikembangkan Kemp, tetapi ditambah dengan komponen melaksanakan analisis pembelajaran. Model pengembangan bahan ajar matakuliah genetika ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Perancangan dan Pengembangan Pengajaran menurut Dick dan Carey dalam Mursid (1997)

Dari model di atas dapat digambarkan sebagai berikut.

1. Identifikasi Tujuan (*Identity Instructional Goals*). Tahap awal model ini adalah menentukan apa yang diinginkan

agar mahasiswa dapat melakukannya ketika mereka telah menyelesaikan program pengajaran. Definisi tujuan pengajaran mungkin mengacu pada kurikulum tertentu atau mungkin juga berasal dari daftar tujuan sebagai hasil *need assessment*, atau dari pengalaman praktek dengan kesulitan belajar mahasiswa di dalam kelas.

2. Melakukan Analisis Instruksional (*Conducting a Goal Analysis*). Setelah mengidentifikasi tujuan pembelajaran, maka akan ditentukan apa tipe belajar yang dibutuhkan mahasiswa. Tujuan yang dianalisis untuk mengidentifikasi keterampilan yang lebih khusus lagi yang harus dipelajari. Analisis ini akan menghasilkan carta atau diagram tentang keterampilan-keterampilan/konsep dan menunjukkan keterkaitan antara keterampilan konsep tersebut.
3. Mengidentifikasi Tingkah Laku Awal/Karakteristik Mahasiswa (*Identity Entry Behaviours/Learner Characteristic*). Ketika melakukan analisis terhadap keterampilan-keterampilan yang perlu dilatihkan dan tahapan prosedur yang perlu dilewati, juga harus dipertimbangkan keterampilan apa yang telah dimiliki mahasiswa saat mulai mengikuti pengajaran. Yang penting juga untuk diidentifikasi adalah karakteristik khusus mahasiswa yang mungkin ada hubungannya dengan rancangan aktivitas-aktivitas pengajaran
4. Merumuskan Tujuan Kinerja (*Write Performance Objectives*). Berdasarkan analisis instruksional dan pernyataan tentang tingkah laku awal mahasiswa, selanjutnya akan dirumuskan pernyaa-

taan khusus tentang apa yang harus dilakukan mahasiswa setelah menyelesaikan pembelajaran.

5. Pengembangan Tes Acuan Patokan (*Developing Criterion-Referenced Test Items*). Pengembangan Tes Acuan Patokan didasarkan pada tujuan yang telah dirumuskan, pengembangan butir asesmen untuk mengukur kemampuan mahasiswa seperti yang diperkirakan dalam tujuan
6. Pengembangan Strategi Pengajaran (*Develop Instructional Strategy*). Informasi dari lima tahap sebelumnya, maka selanjutnya akan mengidentifikasi yang akan digunakan untuk mencapai tujuan akhir. Strategi akan meliputi aktivitas preinstruksional, penyampaian informasi, praktek dan balikan, testing, yang dilakukan lewat aktivitas.
7. Pengembangan atau Pemilihan Bahan Pengajaran (*Develop and Select Instructional Materials*). Tahap ini akan digunakan strategi pengajaran untuk menghasilkan pengajaran yang meliputi petunjuk untuk mahasiswa, bahan pelajaran, tes dan panduan dosen.
8. Merancang dan Melaksanakan Evaluasi Formatif (*Design and Conduct Formative Evaluation*). Evaluasi dilakukan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana meningkatkan pengajaran.
9. Menulis Perangkat (*Design and Conduct Summative Evaluation*). Hasil-hasil pada tahap di atas dijadikan dasar untuk menulis perangkat yang dibutuhkan. Hasil perangkat selanjutnya divalidasi dan diujicobakan di kelas/diimplementasikan di kelas.

10. Revisi Pengajaran (*Instructional Revisions*). Tahap ini mengulangi siklus pengembangan perangkat pengajaran. Data dari evaluasi sumatif yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya diringkas dan dianalisis serta diinterpretasikan untuk diidentifikasi kesulitan yang dialami oleh mahasiswa dalam mencapai tujuan pembelajaran. Begitu pula masukan dari hasil implementasi dari pakar/validator.

Pada penelitian ini hanya menggunakan 7 tahapan saja dari 10 tahapan yang telah dikembangkan oleh Dick dan Carey, yaitu: 1) mengidentifikasi tujuan; 2) melakukan analisis instruksional; 3) mengidentifikasi tingkah laku awal dan karakteristik siswa; 4) merumuskan tujuan kinerja; 5) pengembangan tes acuan patokan; 6) pengembangan strategi pengajaran; dan 7) pengembangan dan memilih bahan pengajaran. Hal ini didasarkan bahwa ketujuh tahapan tersebut telah mencakup isi dari kesepuluh langkah/tahapan yang telah dikembangkan oleh Dick & Carey.

Untuk mengidentifikasi tingkah laku awal mahasiswa, peneliti telah melakukan survei dan pengamatan di Jurusan Pendidikan Biologi IKIP Budi Utomo Malang, serta didukung dengan deskripsi matakuliah Genetika. Dari deskripsi matakuliah Genetika tersebut terlihat bahwa untuk materi molekuler belum pernah dibahas, sehingga hasil penelitian ini dapat diberikan kepada mahasiswa. Selain itu, penelitian ini menitikberatkan pada pengembangan bahan ajar dan tidak sampai pada pengembangan evaluasi. Pengem-

banan bahan ajar ini difokuskan pada materi genetika populasi yang meliputi studi terhadap berbagai faktor yang membentuk struktur genetik suatu populasi dan menyebabkan perubahan-perubahan evolusioner suatu spesies sepanjang waktu. Terdapat beberapa faktor yang sangat berperan dalam kejadian evolusi pada suatu populasi, yaitu mutasi, rekombinasi, seleksi alam, *genetic drift*, *gene flow*, dan perkawinan yang tidak acak. Faktor-faktor tersebut akan memengaruhi keragaman genetik pada suatu populasi.

Permasalahan mendasar dalam genetika populasi evolusioner adalah menentukan bagaimana frekuensi dari mutan alel bisa berubah pada waktunya dibawah efek/pengaruh dari berbagai kekuatan evolusioner. sebagai tambahan, dari segi pandangan yang jangka panjang, adalah suatu yang penting untuk menentukan kemungkinan dari mutan-mutan baru dari varian yang akan dengan sepenuhnya menggantikan populasi yang lama, serta untuk menaksir seberapa cepat dan bagaimana sering proses penggantian itu terjadi nantinya.

Adanya berbagai alel dalam suatu populasi menentukan variabilitas genetika populasi. Organisme-organisme yang bereproduksi secara seksual cenderung memproduksi keturunan yang bervariasi secara genetik karena pilihan acak gen dalam sel-sel benih menyusul meiosis, dan fenomena rekombinasi. Jika kita tahu hubungan dari genotip spesifik dan fenotip yang sesuai, kita dapat mengubah frekuensi genotip menjadi frekuensi fenotip. Misalnya frekuensi alel pada populasi kerbau Tana Toraja dan Lombok yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Frekuensi Alel Setiap Lokus Mikrosatelit pada Populasi Kerbau Tana Toraja dan Lombok

Lokus	Alela	Populasi	
		Tana Toraja	Lombok
INRA 032	150	0,64	0,38
	190	0,36	0,63
ETH 225	149	0,57	0,64
	275	0,43	0,36

Berdasarkan Tabel 1 di atas, didapatkan nilai frekuensi alel kedua lokus mikrosatelit dari wilayah Tana Toraja berkisar antara 0,36 sampai dengan 0,64; sedangkan nilai frekuensi alel kedua lokus mikrosatelit dari wilayah Lombok berkisar antara 0,36 sampai dengan 0,64. Nilai frekuensi alel ini kemudian digunakan untuk menghitung nilai heterozigositas.

Satu cara yang paling sederhana untuk mengukur luas dari polimorfik dalam sebuah populasi adalah dengan menghitung proporsi rata-rata dari polimorfik loci (P) dengan membagi jumlah dari polimorfik loci dengan jumlah total dari loci yang dijadikan contoh. Namun, pengukuran ini bergantung pada jumlah individu yang dipelajari, karena semakin kecil ukuran contoh atau sampel, semakin sulit untuk mengidentifikasi polimorfik loci. Untuk mengetahui nilai polimorfisme dalam lokus maka dapat dilakukan perhitungan nilai PIC (*Polymorphisme Information Content*). Sebagai contohnya adalah Nilai uji PIC antara populasi kerbau di Tana Toraja dan Lombok disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Uji PIC Populasi Kerbau Tana Toraja

Lokus	PIC %
INRA 032	35,46%
ETH 225	37,01%

Rata- rata	36,24%
-------------------	---------------

Berdasarkan Tabel 2 di atas, nilai informasi polimorfik pada populasi kerbau Tana Toraja yang tertinggi adalah pada lokus ETH 225 yaitu sebesar 37,01%; sedangkan nilai informasi polimorfik terendah adalah pada lokus INRA 032 yaitu sebesar 35,46%. Hal ini berarti bahwa lokus ETH 225 lebih polimorfik dibandingkan dengan lokus INRA 032. Untuk rata-rata nilai informasi polimorfik pada populasi kerbau Tana Toraja adalah sebesar 36,24%.

Tabel 3. Hasil Uji PIC Populasi Kerbau Lombok

Lokus	PIC %
INRA 032	34,41%
ETH 225	35,46%
Rata- rata	34,94%

Berdasarkan Tabel 3 di atas, nilai informasi polimorfik pada populasi kerbau Lombok yang tertinggi adalah pada lokus ETH 225 yaitu sebesar 35,46%; sedangkan nilai informasi polimorfik terendah adalah pada lokus INRA 032. Hal ini berarti bahwa lokus ETH 225 lebih polimorfik dibandingkan dengan lokus INRA 032. Untuk rata-rata nilai informasi polimorfik pada populasi kerbau Lombok adalah sebesar 34,94%. Nilai informasi polimorfik berbanding lurus dengan jumlah alel dalam setiap lokusnya, semakin tinggi jumlah alel, maka nilai informasi polimorfiknya semakin tinggi. Keanekaragaman gen pada sebuah lokus, atau *single-locus expected heterozygosity* disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Nilai Heterozigositas dan Rataan Heterozigositas Populasi Kerbau Tana Toraja

Lokus	Heterozigositas (h)%	
	<i>Observed</i>	<i>Expected</i>
INRA 032	35,71%	24,71%
ETH 225	42,86%	26,36%
Rata-rata	39,29%	25,54%

Berdasarkan Tabel 4 di atas menunjukkan adanya variasi nilai *observed heterozigositas* alel dalam populasi kerbau di Tana Toraja. Nilai *observed heterozigositas* lokus INRA 032 memiliki nilai heterozigositas tertinggi yaitu sebesar 42,86%; sedangkan lokus ETH 225 memiliki nilai *observed heterozigositas* terendah yaitu sebesar 35,71%. Untuk nilai rata-rata *observed heterozigositas* dari kedua lokus tersebut adalah sebesar 39,29%; sedangkan nilai rata-rata *expected heterozigositas* dari kedua lokus tersebut adalah sebesar 25,54%.

Tabel 5 Nilai Heterozigositas dan Rataan Heterozigositas Populasi Kerbau Lombok

Lokus	Heterozigositas (h)%	
	<i>Observed</i>	<i>Expected</i>
INRA 032	37,50%	26,75%
ETH 225	35,71%	24,71%
Rata-rata	36,61%	25,73%

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan adanya variasi nilai *observed heterozigositas* alel dalam populasi kerbau di Lombok. Nilai *observed heterozigositas* lokus INRA 032 memiliki nilai heterozigositas tertinggi yaitu sebesar 37,50%; sedangkan lokus ETH 225 memiliki nilai *observed heterozigositas* terendah yaitu sebesar 35,71%. Untuk nilai rata-rata *observed heterozigositas* dari kedua lokus tersebut adalah sebesar 36,61%; sedangkan nilai rata-rata *expected heterozigositas* dari kedua lokus tersebut adalah sebesar 25,73%. Dengan demikian keragaman genetik populasi

kerbau lokal pada dua daerah tersebut adalah sangat tinggi.

Prinsip utama dalam genetik populasi adalah prinsip Hardy-Weinberg, menduga bahwa dalam kondisi tertentu, frekuensi alel dan genotipe akan tetap konstan dalam suatu populasi dan keduanya saling berhubungan satu sama lain. Kondisi-kondisi tertentu yang dimaksud dalam prinsip Hardy-Weinberg ini meliputi: 1) kawin secara seksual dan acak, 2) tidak ada seleksi alam, 3) kejadian mutasi diabaikan, 4) tidak ada individu yang masuk atau keluar dari suatu populasi, dan 5) ukuran populasi yang cukup besar. Jika kondisi-kondisi ini terpenuhi oleh suatu populasi, maka populasi tersebut berada dalam keseimbangan Hardy-Weinberg (Hardy-Weinberg *Equilibrium*). Penyimpangan dari keseimbangan Hardy-Weinberg ini merupakan dasar untuk mendeteksi kejadian *inbreeding*, fragmentasi populasi, migrasi, dan seleksi.

Memahami dan mempertahankan keragaman genetik suatu populasi sangat penting dalam konservasi karena keragaman genetik yang tinggi akan sangat membantu suatu populasi beradaptasi terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan sekitarnya, termasuk mampu beradaptasi terhadap penyakit-penyakit yang ada di alam.

Dengan mengetahui status genetik suatu populasi, kita dapat merancang program konservasi untuk menghindari kepunahan suatu spesies. Misalnya dengan memasukkan individu baru yang berasal dari populasi yang memiliki keragaman genetik yang tinggi ke dalam populasi dengan keragaman genetik yang rendah (istilahnya:

memasukkan darah baru atau darah segar ke dalam suatu populasi) untuk menghindari kejadian *inbreeding*. Atau tindakan-tindakan konservasi lainnya seperti menjadikan wilayah yang dihuni oleh populasi spesies dengan keragaman genetik yang tinggi sebagai taman nasional? (Ahli manajemen konservasi tentu lebih paham tentang hal ini). Segala usaha yang dilakukan tetap memiliki tujuan yang sama, yaitu untuk mempertahankan keragaman genetik pada suatu populasi spesies untuk mempertahankan keberadaannya di alam di masa yang akan datang (Arsyadi, 2007).

Hasil Penelitian

Bahan ajar yang dikembangkan disusun berdasarkan hasil penelitian ini. Bahan ajar sebagai produk pengembangan juga dilengkapi dengan petunjuk praktikum. Bahan ajar yang dicoba dikembangkan melalui penelitian ini berupa bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan mengikuti beberapa tahapan dalam model Dick & Carey agar mudah dipelajari oleh mahasiswa.

Susunan bahan ajar terdiri dari komponen-komponen pembelajaran yang meliputi: 1) judul bab dan konsep-konsep kunci, 2) petunjuk, 3) tujuan pembelajaran umum, 4) tujuan pembelajaran khusus, 5) uraian materi, 6) rangkuman, 7) soal latihan dan akhir bab, dan 8) sumber pendukung. Bahan ajar ini juga dilengkapi dengan petunjuk praktikum sebagai bagian yang tidak terlepas dan saling melengkapi dengan bahan ajar tersebut. Komponen-komponen pembelajaran yang tertuang dalam petunjuk praktikum adalah: 1) pendahuluan, 2) tujuan, 3) alat dan bahan, 4) prosedur kerja, dan 5)

bahan diskusi. Bahan ajar matakuliah genetika ini ditujukan kepada mahasiswa yang sedang menempuh matakuliah Genetika.

Materi coba dikembangkan dalam bahan ajar merupakan materi yang terkait dengan hasil penelitian. Cakupan materi difokuskan pada DNA sebagai materi genetik. Materi bahan ajar ini terdiri dari 3 bab, yaitu: 1) materi genetik. 2) penanda molekuler, dan 3) genetika populasi. Setiap bab ini yang dipelajari memiliki tujuan pembelajaran umum dan khusus. Dengan demikian uraian materi yang dicoba dipaparkan mengarah kepada pencapaian kedua tujuan pembelajaran ini.

Penyusunan bahan ajar juga dilengkapi dengan petunjuk praktikum. Petunjuk praktikum ini merupakan panduan bagi mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum setelah mempelajari bahan ajar yang ada. Petunjuk praktikum ini merupakan aplikasi teknis dari bahan ajar sehingga nantinya antara bahan ajar dengan petunjuk praktikum saling melengkapi. Topik-topik yang disusun terdiri dari 6 topik, yaitu: (1) pengenalan alat dan beberapa bagian laboratorium molekuler, (2) pengenalan bahan, (3) isolasi DNA hewan, (4) penghitungan perkiraan konsentrasi DNA, (5) *Polymerase Chain Reaction* (PCR), dan (6) deteksi DNA produk PCR melalui elektroforesis. Kedua produk pengembangan tersebut diserahkan kepada seorang ahli isi matakuliah untuk mendapatkan tanggapan/penilaian. Ahli isi matakuliah yang dijadikan penilai produk pengembangan adalah Prof. Dr.agr. Mohamad Amin, S.Pd., M.Si, dosen matakuliah Genetika pada Jurusan Biologi

FMIPA Universitas Negeri Malang. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah metode kuisioner. Hasil penilaian oleh ahli isi matakuliah disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil Penilaian Ahli Isi Matakuliah terhadap Bahan Ajar melalui Angket

No.	Kriteria	Skor
1.	Ketepatan judul bab dengan isi materi dalam setiap bab	5
2.	Kejelasan petunjuk pada bahan ajar	4
3.	Kejelasan konsep-konsep kunci	4
4.	Kesesuaian antara TPK dan TPU	5
5.	Keoperasionalan TPK	5
6.	Kesesuaian TPK dengan paparan materi	4
7.	Kejelasan uraian materi	5
8.	Kesesuaian antara gambar dengan materi	4
9.	Kejelasan soal latihan akhir bab yang diberikan	4
10.	Keseuaian antara soal latihan akhir bab dengan materi	4
11.	Ketepatan isi rangkuman	4
12.	Kesesuaian antara tes akhir bab dengan tujuan pembelajaran	4
13.	Ketepatan sumber pendukung yang dapat dijadikan acuan mencari sumber bacaan yang relevan dengan materi	5
Jumlah		57

Secara umum, bahan ajar yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah sangat baik dan dapat digunakan untuk mempelajari Genetika berbasis molekuler. Adapun saran yang diberikan oleh ahli isi matakuliah adalah materi yang telah disajikan sudah cukup bagus.

Tabel 7. Hasil Penilaian Ahli Isi Matakuliah terhadap Petunjuk Praktikum melalui Angket

No.	Kriteria	Skor
1.	Kejelasan petunjuk umum praktikum (larangan, kewajiban, peringatan)	5
2.	Kejelasan pengenalan alat dan bahan praktikum	4
3.	Kesesuaian antara pendahuluan dengan materi praktikum	5
4.	Kesesuaian antara tujuan praktikum dengan materi praktikum	5
5.	Keoperasionalan tujuan pembelajaran khusus	5
6.	Ketepatan langkah-langkah (prosedur) praktikum	5
7.	Kejelasan petunjuk umum	4
8.	Kejelasan tugas dan latihan	4
Jumlah		37

Langkah berikut yang dilakukan setelah data disajikan adalah menganalisis data.

a. Bahan Ajar

Berdasarkan hasil penilaian ahli isi matakuliah sebagaimana dicantumkan pada Tabel 6, maka dapat dihitung persentase tingkat pencapaian bahan ajar sebagai berikut: karena bobot setiap pilihan adalah 1, dengan demikian persentase = $57 : (13 \times 5) \times 100\% = 87,69\%$. Setelah dikonversikan dengan tabel konversi, persentase 87,69% berada pada kualifikasi sangat baik, sehingga bahan ajar ini tidak perlu direvisi lagi dan dapat digunakan sebagai bahan penunjang dalam pembelajaran matakuliah Genetika.

b. Petunjuk Praktikum

Berdasarkan hasil penilaian ahli isi matakuliah sebagaimana dicantumkan pada Tabel 7, maka dapat dihitung persentase tingkat pencapaian petunjuk praktikum sebagai berikut: karena bobot setiap pilihan adalah 1, dengan demikian persentase = $37 :$

$(8 \times 5) \times 100\% = 92,5\%$. Setelah dikonversikan dengan tabel konversi, persentase 92,5% berada pada kualifikasi sangat baik, sehingga petunjuk praktikum ini tidak perlu direvisi lagi dan dapat digunakan sebagai bahan penunjang dalam pembelajaran matakuliah Genetika berbasis molekuler.

Pembahasan

Bahan ajar matakuliah Genetika ini disusun berdasarkan hasil temuan dari penelitian Afrida (2011). Penyusunan bahan ajar ini sebagai langkah awal untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa mengenai bahasan DNA sebagai materi genetik dan teknik analisis molekulernya. Dengan mempelajari materi genetik dan teknik analisis molekulernya dapat menjadi terobosan dalam pembelajaran Genetika yang selama ini kurang diminati dan dianggap sukar oleh mahasiswa.

Pembelajaran yang berbasis penelitian akan merangsang siswa/mahasiswa untuk terus mengikuti perkembangan ilmu dan dilakukan secara kontekstual karena berdasarkan data konkrit hasil penelitian (Amin, 2010). Hal ini sejalan dengan konsep pembelajaran kontekstual (*Contextual Teaching and Learning/CTL*) di mana guru/dosen menghadirkan dunia nyata ke dalam kelas dan mendorong siswa/mahasiswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, mengkonstruksi sendiri, sebagai bekal untuk memecahkan masalah dalam kehidupannya sebagai anggota masyarakat (Nurhadi dkk., 2004).

Bahan ajar yang coba dikembangkan melalui penelitian ini berupa bahan ajar

yang disusun secara sistematis dengan mengikuti beberapa tahapan dalam model Dick & Carey agar mudah dipelajari oleh mahasiswa. Penyusunan bahan ajar juga dilengkapi dengan petunjuk praktikum yang merupakan panduan bagi mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum setelah mempelajari bahan ajar yang ada. Dengan demikian, diharapkan mahasiswa mampu mengikuti dengan baik keseluruhan topik praktikum yang ada, sehingga mereka memiliki penguasaan pengetahuan dan keterampilan yang utuh terhadap materi genetika dan teknik analisis molekulernya.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Penelitian ini menghasilkan dua produk pembelajaran, yaitu berupa *hand-out* matakuliah Genetika berbasis molekuler dan petunjuk praktikum Biologi Molekuler. Secara umum, bahan ajar yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah sangat baik dan dapat digunakan untuk mempelajari Genetika berbasis molekuler. Adapun hasil validasi ahli menyatakan bahwa isi materi yang disajikan sudah cukup bagus.

Saran

Bagi dosen dan mahasiswa, hendaknya produk yang dihasilkan dalam penelitian ini yang berupa *hand-out* dan petunjuk praktikum perlu dilakukan uji coba untuk melihat efektivitas produk tersebut sehingga nantinya ditemukan formulasi yang tepat dalam pembelajaran.

Daftar Rujukan

- Afrida, I. R. 2011. *Identifikasi Variasi Genetik Kerbau Lokal Tana Toraja dan Lombok Berbasis Mikrosatelit sebagai Bahan Pengembangan Materi Ajar Genetika Populasi*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Amin, M. 2010. *Implementasi Hasil-Hasil Penelitian Bidang Biologi dalam Pembelajaran*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional VII Pendidikan Biologi FKIP UNS: Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya, Surakarta, 31 Juli 2010.
- Arsyad, A. 2007. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Degeng, N.S. Tanpa Tahun. *Teori Pembelajaran I: Taksonomi Variabel*. Program Magister Manajemen Pendidikan Universitas Terbuka.
- Klug W.S. and Cumming M.R. 2002. *Essentials of Genetics. Fourth Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Mursid, R. 1997. *Pengembangan Buu Ajar Gambar Teknik Perguruan Tinggi Menggunakan Rancangan Pembelajaran Model Dick dan Carey*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Newby, T.J., Stepich, D.A., Lehman, J.D and Russel, J. 2000. *Instructional technology for Teaching and Learning Secon Edition*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Nurhadi, dkk. 2004. *Pembelajaran Kontekstual (Contextual Teaching and Learning) dan Penerapannya dalam KBK*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Saenab, S. 2009. *Pemetaan Variasi Genetik Kerbau Lokal Tana Toraja Berbasis Restriction Fragment Lenght Polymorphism-DNA (RFLP-DNA) sebagai Sumber Belajar di Sekolah Menengah Atas dan Perguruan Tinggi*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Tamarin, M., K. Tanaka, T. Yamagata, S. Masangkay, M.O. Faruque, D. Vubinh, Salundik, S S. Mansjoer, Y. Kawamoto and T. Namikawa. 2002. Nucleotide Diversity of Mitochondrial DNAs Between the Swamp and The River Types of Domestic Water Buffaloes, Bubalus bubalis, Based on Restriction Endonuclease Cleavage Patterns. *J. Biochemical Genetics*. Vol. 5, No. 6.