

## BAB V

### KESIMPULAN, IMPLIKASI & SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Strategi pembelajaran ‘konstruktivisme’ yang digunakan dalam proses pembelajaran ini telah mampu memberikan gambaran yang jelas terkait tahapan-tahapan proses pembelajaran yang harus dilalui oleh mahasiswa dalam membangun pengetahuannya. Pemahaman awal yang dimiliki mahasiswa digunakan sebagai pijakan untuk dapat memahami konsep-konsep berikutnya yang lebih kompleks lagi. Proses pembelajaran biologi molekuler berbasis representasi multipel bioinformatika ini telah memberikan pengalaman bagi mahasiswa-mahasiswa calon guru biologi dalam menggunakan program-program bioinformatika *off-line* maupun *online* untuk membantu mererepresentasikan konsep-konsep abstrak pada biologi molekuler serta membekali mereka dengan keterampilan dalam menggunakan program-program bioinformatika, sehingga mereka dapat membangun rerepresentasi pemahaman untuk memaknai konsep biologi molekuler yang lebih kompleks yaitu DNA rekombinan.

Selanjutnya mengacu kepada pertanyaan-pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Pertama, Konsep-konsep biologi molekuler merupakan konsep-konsep yang banyak dipahami secara berbeda dengan kaidah ilmiah serta banyak dipersepsikan sebagai konsep-konsep yang sulit untuk dipahami. Oleh karena itu konsep-konsep abstrak yang ada pada biologi molekuler tersebut memerlukan banyak representasi untuk membantu memberikan gambaran suatu konsep dari berbagai representasi. Setiap unit representasi dapat memberikan informasi-informasi yang saling mendukung serta menguatkan satu sama lain, sehingga mahasiswa-mahasiswa calon guru biologi dapat menerjemahkan, menggunakan dan mengintegrasikannya menjadi suatu pemahaman yang utuh terhadap suatu konsep. Hasil analisis karakteristik representasi multipel (*MERs*) bioinformatika yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan ke dalam empat tipe representasi yaitu: 1. *Verbal-textual*, 2. *Symbolic-mathematical*, 3. *Visual graphical*, dan 4. *Actional-operational*. Tipe

1 meliputi program bioinformatika yang digunakan untuk semua topik pembelajaran, tipe 2 meliputi program bioinformatika yang digunakan untuk semua topik pembelajaran kecuali DNA, tipe 3 meliputi program bioinformatika yang digunakan untuk topik-topik gen, lokus gen prokariot/eukariot, vektor kloning dan vektor ekspresi serta tipe 4 meliputi program bioinformatika yang digunakan untuk topik-topik enzim restriksi, *primer*, PCR dan DNA rekombinan. Keberagaman representasi ini telah membantu mahasiswa dalam memvisualisasikan konsep-konsep biologi molekuler.

Kedua, proses pembelajaran berbasis bioinformatika ini telah mampu mengubah pemahaman awal mahasiswa menjadi pemahaman akhir yang bervariasi sehingga menghasilkan level *conceptual change* yang bervariasi pula. Hasil penelitian ini dapat menunjukkan variasi pemahaman awal yang dimiliki oleh mahasiswa serta secara empiris mampu mengidentifikasi proses *conceptual change* yang dialami oleh setiap mahasiswa pada suatu konsep. Representasi dan rerepresentasi mahasiswa meliputi empat katagori, yaitu: *no response*, *incorrect*, *incomplete* dan *complete*. Representasi/rerepresentasi *no response*, dikatagorikan bagi mahasiswa yang tidak memberikan respon terhadap pertanyaan yang diajukan. Representasi/rerepresentasi *incorrect* dikatagorikan bagi jawaban yang salah yang diberikan oleh mahasiswa. Representasi/rerepresentasi *incomplete* dikatagorikan bagi jawaban mahasiswa yang masih belum utuh atau parsial. Representasi/rerepresentasi *complete* dikatagorikan bagi jawaban yang utuh/komprehensif yang diberikan oleh mahasiswa. Setelah melalui proses pembelajaran, rerepresentasi mahasiswa secara umum berada pada katagori *complete* yang mengindikasikan telah terjadi proses pengayaan pemahaman mahasiswa ke arah yang lebih baik dari pemahaman awalnya. Sementara itu hasil analisis perubahan pemahaman mahasiswa meliputi 5 level yaitu: *construction*, *revision*, *complementation*, *static* dan *disorientation*. Level *construction* merupakan capaian proses perubahan pemahaman mahasiswa dari katagori *no response* menjadi *incomplete/complete*. Level *revision* merupakan capaian proses perubahan pemahaman dari katagori *incorrect* menjadi *incomplete/complete*. Level *complementation* merupakan capaian proses perubahan pemahaman dari

katagori *incomplete* menjadi *complete*. Level *static* merupakan capaian bagi ketiadaan proses perubahan pemahaman di awal sampai akhir. Level *disorientation* merupakan capaian proses perubahan pemahaman mahasiswa ke arah yang lebih buruk yaitu dari katagori *no response* menjadi *incorrect*, *incorrect/incomplete/complete* menjadi *no response*, atau *incomplete/complete* menjadi *incorrect* atau *complete* menjadi *incomplete*. Persentase terbesar level *conceptual change construction* dicapai pada topik-topik lokus gen, enzim restriksi, vektor ekspresi. Pada level ini mahasiswa mampu menggunakan informasi yang disajikan melalui program-program bioinformatika untuk membangun pengetahuannya. Persentase terbesar level *revision* dicapai pada topik DNA, kode genetik, kodon/anti-kodon. Pada level ini mahasiswa mampu menggunakan informasi yang disajikan melalui program-program bioinformatika untuk melakukan koreksi terhadap pemahaman yang salah yang selama ini mereka yakini. Persentase terbesar pada level *complementation* dicapai pada topik-topik; transkripsi, struktur gen prokariot, *primer*, PCR, DNA rekombinan. Pada level ini mahasiswa mampu mengintegrasikan informasi-informasi yang disajikan melalui program-program bioinformatika dengan pengetahuan awal mereka sehingga menjadi pemahaman yang utuh. Persentase terbesar pada level *static* dicapai pada topik-topik gen, ekson, struktur gen eukariot. Pada level ini mahasiswa belum mampu menerjemahkan, menggunakan dan mengintegrasikan informasi-informasi yang disajikan melalui program-program bioinformatika untuk meningkatkan pemahamannya sehingga mereka tetap dengan pemahaman awalnya. Persentase terbesar pada level *disorientation* dicapai pada topik intron. Pada level ini mahasiswa mengalami kebingungan/konflik dalam menerjemahkan, menggunakan dan mengintegrasikan informasi yang disajikan melalui program-program bioinformatika sehingga proses perubahan pemahaman terjadi ke arah yang lebih buruk dari pemahaman awalnya.

## 5. 2 IMPLIKASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di atas, maka ada beberapa implikasi hasil penelitian yang dapat dikemukakan. Pertama, Tipe soal

essay/isian yang digunakan dalam penelitian ini dapat menggambarkan variasi pemahaman yang terjadi pada mahasiswa, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat kesulitan yang dialami oleh mahasiswa pada suatu konsep. Cara ini dapat digunakan untuk menggali variasi pemahaman mahasiswa tidak hanya pada konsep biologi molekuler tetapi juga untuk mata kuliah/pelajaran lainnya.

Kedua, implikasi lain dari penelitian ini adalah metode *assessment conceptual change* yang dihasilkan dapat digunakan selain untuk menilai proses perubahan pemahaman konsep yang telah dialami setiap mahasiswa juga untuk menilai strategi pembelajaran yang sedang digunakan (*self assessment*). Metode ini juga dapat diaplikasikan bagi mata kuliah/pelajaran lainnya dengan berbasis instrumen pertanyaan essay/isian.

Ketiga, implikasi lain dari hasil penelitian ini adalah proses pembelajaran biologi molekuler berbasis representasi multipel bioinformatika *off-line* dan *online* ini dapat memotivasi tingkat belajar mahasiswa. Penggunaan data-data penelitian yang aktual dapat memberikan makna yang lebih dalam bagi mahasiswa untuk belajar secara *authentic* pada suatu konsep.

### 5.3 SARAN

Hasil penelitian ini juga mempunyai beberapa saran untuk penelitian ke depan. Pertama, perlu dikembangkan lembar kerja mahasiswa dengan menggunakan tahapan-tahapan latihan yang jelas dan sistematis dalam menggunakan program-program bioinformatika sehingga mahasiswa dapat mengikuti proses pembelajaran ini dengan baik. Kedua, proses pembelajaran dengan program bioinformatika yang bersifat *online* perlu diberikan fasilitas koneksi internet yang memadai sehingga proses pembelajaran berbasis bioinformatika ini dapat berjalan dengan baik tanpa adanya kendala teknik.