

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Tujuan utama pendidikan sains adalah untuk mengembangkan literasi sains (NRC, 1996; Rutherford & Ahlgren, 1990). Salah satu komponen dari literasi sains adalah kemampuan menggunakan representasi untuk menjelaskan suatu fenomena. Struktur pengetahuan Biologi meliputi konsep-konsep dan fenomena pada berbagai level organisasi yang berbeda meliputi subseluler, seluler, organisme, dan populasi. Konsep dan fenomena tersebut dikomunikasikan dengan empat level representasi eksternal yaitu level makroskopis, level mikroskopis, level submikroskopis, dan level simbolis (Schonborn dan Anderson, 2009). Berbagai macam representasi eksternal yang telah umum digunakan adalah analogi, metafora, visualisasi, multi representasi, dan multi modal representasi.

Konten materi Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia mengandung fenomena biologis yang kompleks meliputi hal-hal yang abstrak, spasial, sistemik, temporal. Berdasarkan sifat disiplin ilmunya kedua materi konsep ini disajikan dalam berbagai tingkat representasi yaitu tingkat molekuler, makroskopis, dan mikroskopis. Pada kegiatan pembelajarannya konsep-konsepnya umumnya dikomunikasikan dalam berbagai bentuk representasi eksternal (multi representasi) termasuk yang disajikan dalam buku teks. Berdasarkan hasil observasi di kelas aspek penyajian representasi sekitar 75% materi konsep dikomunikasikan dalam bentuk representasi diagram proses kompleks, 15% verbal, dan 5% grafik. Representasi konsep dikemas dalam representasi *pictorial*, gambar statis 2-D atau gambar statis 3-D dalam program *power point*, atau dalam bentuk animasi (gambar dinamis). Dengan demikian mahasiswa selalu dihadapkan dengan berbagai bentuk representasi ketika mempelajari materi konsep tersebut. Pada proses pembelajaran tersebut pembelajaran bersifat searah atau *lecture centered* yaitu mahasiswa hanya mendengarkan penjelasan gambar-gambar 2-D dan 3-D tersebut

mengekspresikan proses-proses yang terjadi di dalam atau di luar tubuh organisme serta pada tingkat seluler maupun molekuler. Dosen tidak memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi dan menilai representasi serta tidak mempertimbangkan kemampuan interpretasi visualisasi dan preferensi mahasiswa terhadap representasi. Pengajar beranggapan bahwa kemampuan representasi akan dengan sendirinya terjadi secara “osmosis” pada waktu pembelajaran berlangsung.

Hasil analisis data sekunder dan wawancara dengan dosen pengampu bentuk evaluasi yang biasa digunakan adalah evaluasi sumatif bentuk tes esai. Data prestasi akademik mahasiswa ($n = 45$) tahun ajaran 2011-2012 adalah sebagai berikut: nilai A = 10%, nilai B=20%, nilai C= 46%, nilai D= 10%, nilai E =14%. Hasil capaian prestasi akademik ini dirasakan kurang baik karena menunjukkan 70% mahasiswa memiliki nilai skor ≤ 65 dan sebaran nilai huruf mutu yang kurang baik (huruf mutu C, D, dan E). Berdasarkan hasil wawancara mahasiswa menyatakan bahwa materi konsep anatomi dan fisiologi tubuh manusia agak sulit dipahami. Beberapa faktor kesulitannya diantaranya adalah : (a) banyak mengandung istilah-istilah bahasa latin yang harus dihafalkan (84%), (2) memerlukan pemahaman dan penguasaan ilmu-ilmu fisika, kimia dan matematika (76%), (3) mengingat dan menghafalkan simbol-simbol, ikon (sel, jaringan, organ) (87%), 4) sulit interpretasi representasi (81%), 5) memahami konsep-konsep fisiologi dalam representasi tertulis (87%), 6) mengaplikasikan konsep-konsep fisika, kimia dan matematika untuk memahami proses fisiologi (78%), dan 7) materinya sangat banyak (88%).

Konten materi Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia mengkaji berbagai karakteristik berbagai sistem organ beserta pengaturannya pada tubuh sehingga manusia dikatakan sebagai makhluk hidup. Konsep-konsep yang terkandung pada masing-masing level organisasi sangat kompleks memuat berbagai istilah (bahasa latin), bentuk-bentuk ikon, proses /reaksi kimia dan biologis, simbol, prinsip dasar, teori-teori dasar, rumus-rumus. Kompleksitas materi ini menyebabkan mahasiswa sulit memahami materi dengan baik. Tortora (2016)

menyatakan bahwa mempelajari materi anatomi dan fisiologi tubuh manusia bisa membosankan, membutuhkan waktu yang lama serta menuntut tindakan menghafal. Menurut Michael (2007) terdapat tiga faktor timbulnya kesulitan untuk memahami materi fisiologi tubuh manusia yaitu: (1) berasal dari sifat alamiah disiplin ilmunya yang kompleks; (2) dari cara mengajarkannya; (3) bagaimana cara siswa mempelajarinya. Faktor-faktor yang menimbulkan kesulitan berdasarkan disiplin ilmu Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia diantaranya adalah: (1) memahami fisiologi didasarkan atas pemahaman tentang ilmu Fisika dan matematika; (2) fenomena fisiologis harus dipahami secara simultan pada semua level organisme (molekuler, seluler, jaringan, organ, dan sistem organ); (3) memerlukan keterampilan berpikir rasional sebab akibat; (4) mengharuskan memahami adanya sistem kehidupan yang dinamis; (5) kebanyakan mekanisme fisiologis dikomunikasikan menggunakan grafik dan model matematis; (6) istilahnya menggunakan kata-kata spesifik dan memiliki arti khusus yang pada topik lain artinya bisa berbeda.

Kesulitan memahami Anatomi dan Fisiologi dapat timbul dari berbagai faktor diantaranya adalah cara mengajarkannya dan sifat alami kontennya. Berdasarkan survei Michael (2007) faktor-faktor yang mempersulit itu adalah: (1) banyak buku teks Anatomi dan Fisiologi tubuh manusia yang menyajikan penjelasan bersifat faktual dan bukan penjelasan mengenai mekanisme fenomena atau konsep; (2) pengajar dan pengarang tidak menekankan pada penjelasan organ-organ/sistem organ yang bersifat umum namun sangat spesifik; (3) pengajar tidak mengomunikasikan tujuan pembelajaran yang bersifat keterampilan/kinerja yang harus dicapai; (4) menuntut mahasiswa menghafal fakta dan lebih sedikit memahami (pemahaman); (5) terlalu banyak menggunakan istilah latin, dan akronim.

Selain dari cara pengajar serta sifat alamiah dari disiplin ilmu Anatomi dan Fisiologi tubuh manusia faktor lain yang menyebabkan materi ini sulit dipahami adalah dari cara siswa itu sendiri belajar/mempelajarinya. Menurut Michael (2007) faktor cara belajar mahasiswa yang menimbulkan kesulitan untuk

memahami konsep anatomi dan fisiologi tubuh manusia diantaranya adalah: (1) mahasiswa mempelajari konsep dengan cara menghafal; (2) mahasiswa tidak dapat mengintegrasikan pengetahuan awal atau pemahamannya (pada suatu konsep) sehingga tidak dapat mengaplikasikan suatu konsep kepada konsep lainnya (misalnya prinsip fisika perbedaan tekanan udara antara di luar dengan di dalam rongga dada menyebabkan masuknya udara ke dalam tubuh); (3) siswa tidak mampu melihat sifat integratif mekanisme fisiologis pada tubuh manusia, misalnya siswa tidak menghubungkan konsep respirasi karena sudah lulus topik ini, ketika sedang mempelajari topik lainnya; (4) masing-masing siswa memiliki pengetahuan yang berbeda dalam mengaplikasikan ilmu fisika dan ilmu kimia yang diperolehnya pada mata kuliah prasyarat; (5) siswa memiliki miskonsepsi tentang konsep-konsep molekuler yang diperolehnya pada pembelajaran sebelumnya (di SMA) atau bahkan sejak dari SMP; (6) siswa mengalami miskonsepsi sebelum maupun sesudah pembelajaran Anatomi dan Fisiologi tubuh manusia; (7) berdasarkan penelitian Beichner (1994) banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan grafik, dan pemodelan matematika untuk memperoleh pemahaman tentang fenomena; (8) untuk memahami fisiologi/mekanisme diperlukan keterampilan sebab akibat (*rational causality*). Kesulitan yang disebabkan adanya miskonsepsi dapat dihindari dengan pembelajaran menggunakan representasi eksternal (Ainsworth, 1999).

Penggunaan representasi eksternal dalam pembelajaran memiliki fungsi pedagogis (Ainsworth, 1999). Fungsi eksternal tersebut yaitu: (a) melengkapi pemahaman dengan memperkuat pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya, (b) representasi yang baru membatasi interpretasi dengan memfokuskan perhatian pebelajar pada sifat-sifat utama topik, (c) representasi yang berbeda memungkinkan pebelajar mengidentifikasi konsep dasar atau mengambil intisari berdasarkan mode atau di luar moda representasi yang sama. Menurut Waldrip, *et al.* (2006) penggunaan representasi dalam pembelajaran sebaiknya melibatkan kemampuan representasi pebelajar.

Kemampuan representasi merupakan tindakan seseorang dalam membuat dan menggunakan, merefleksikan, menginterpretasi, menjelaskan dasar-dasar suatu objek, proses, mekanisme pada suatu entitas, serta menggambarkan representasi internal ke dalam representasi eksternal (Kozma dan Russel, 1997). Kemampuan representasi dan perkembangannya bersifat individual pada masing-masing konten yang berbeda (*domain specific content*), perkembangannya tidak mengikuti perkembangan kognisi sehingga bersifat *non-step trajectory* (Treagust, 2000; Halverson dan Friedrichsen (2011). Hal ini menyebabkan terdapat perbedaan tingkat kompetensi representasi individu yang tergantung pada masalah yang diberikan, dan kompetensi representasi pada masing-masing materi konsep akan berbeda. Faktor lain yang berpengaruh terhadap kemampuan representasi seseorang adalah latar belakang pendidikan, pengalaman, konten /materi konsep, dan lingkungan belajarnya (Treagust, 2000).

Banyak penelitian yang menunjukkan dampak positif penggunaan multi representasi eksternal/ visualisasi dalam pembelajaran. Mayer (2005) melaporkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan representasi eksternal atau visualisasi dapat meningkatkan konstruksi pengetahuan, pemahaman, dan proses transfer informasi pada siswa. Proses transfer informasi tersebut terjadi sebagai akibat dari adanya stimulasi multi representasi visual terhadap pembentukan representasi internal. Nilai konstruksi internal representasi ini tergantung dari kemampuan individu untuk memproses dan menyimpan informasi dalam memorinya untuk diaplikasikan dalam kehidupannya (Hegarty, 2004; Rapp & Kurby, 2008). Harrison dan Treagust (2000) menyatakan bahwa penggunaan representasi eksternal dapat membantu membangun pengetahuan, dan meningkatkan kemampuan mengomunikasikan dan mengintegrasikan konsep-konsep ilmiah, serta dapat meningkatkan pemahaman dan kemampuan visualisasi peserta didik. Schonborn dan Anderson (2008) mengidentifikasi dan mengembangkan kemampuan penalaran dan penguasaan konsep melalui multi representasi. Halverson dan Friederichsen (Cuoco, 2001; Gillbert, 2005) menyatakan bahwa penggunaan representasi dapat meningkatkan pembelajaran

melalui teks, meningkatkan kemampuan memecahkan masalah, dan memfasilitasi hubungan antara pengetahuan baru dengan pengetahuan awal.

Penggunaan multi representasi dalam pembelajaran juga berdampak pada siswanya karena respons dan cara siswa membuat persepsi dan menginterpretasi suatu representasi berbeda satu sama lain karena masing-masing individu memiliki *cognitive style* yang berbeda (Hoeffler, *et al* (2009). Persepsi terhadap gambar atau representasi merupakan proses yang kompleks dan bukan merupakan sesuatu yang dibangun di dalam pikiran saja tetapi dipengaruhi oleh lingkungan dan untuk menginterpretasi representasi diperlukan kompetensi khusus (Roth dan Ardenghi, 2005; Schonborn dan Bogeholz, 2013). Keterampilan yang berasosiasi dengan interpretasi multi representasi eksternal disebut kemampuan representasi.

Kemampuan representasi sangat penting dalam menunjang keberhasilan pembelajaran Biologi karena hampir semua konsepnya dikomunikasikan menggunakan multi representasi. Untuk memahami konsep yang direpresentasikan dalam suatu bentuk representasi siswa harus mengetahui bagaimana sebuah representasi mengkode dan menyajikan informasi, bagaimana hubungan konsep tersebut dalam konten/domain, dan bagaimana cara memilih representasi yang tepat untuk menjelaskan konsep terkait (Ainsworth, 1999). Dengan demikian pada pembelajaran yang menggunakan multi representasi untuk memahami konsep secara mendalam, siswa harus mampu menghubungkan dan menerjemahkan representasi-representasi tersebut. Perilaku siswa ketika menghubungkan, menerjemahkan, memilih representasi yang cocok menunjukkan perilaku kemampuan representasi (Kozma dan Russel, 2005). Konsekuensinya untuk meningkatkan keterampilan representasinya siswa harus dilibatkan secara aktif untuk mengerjakan tugas-tugas representasi (Hubber *et al.*, 2010).

Pelibatan siswa secara aktif untuk memahami suatu konsep dengan mengerjakan tugas-tugas representasi di kelas mengimplikasikan bahwa siswa memperoleh pengetahuan baru dengan dua cara yaitu (1) mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman (*Constructivism*) dan (2) melalui interaksi dan pemrosesan informasi dalam kognisi (*Cognitivism*) dengan menggunakan

pengetahuan awal. Dimensi literasi sains pembelajaran tersebut menunjukkan dua komponen utama literasi sains yaitu *interacting dimensions* dan *components*. *Interacting dimensions* ditunjukkan dengan partisipasi siswa melakukan debat dan diskusi mengenai isu sains dalam pembelajaran sedangkan dimensi *components* merujuk pada adanya perilaku metakognisi, penalaran, pembiasaan, pemahaman konsep, argumen, dan bahasa yang digunakan.

Penguasaan materi anatomi dan fisiologi tubuh manusia dipengaruhi juga oleh faktor *inherent* dari peserta didik seperti jumlah dan mutu pengetahuan awal serta keterampilan kognitif yang dimiliki peserta didik (Dochy *et al.*, 2002). Keterampilan kognitif yang esensial untuk menguasai materi tersebut adalah: keterampilan visual, keterampilan membaca informasi yang sangat banyak, keterampilan matematika untuk menguasai fisiologi serta pengetahuan Kimia (Biokimia) (Hull, 2016). Preferensi referensi merupakan salah satu aspek keterampilan visual. Lengkana (2017), melaporkan adanya kesenjangan antara preferensi representasi mahasiswa dengan penyajian multi representasi konten secara keseluruhan. Preferensi pembelajaran mahasiswa pada penggunaan representasi verbal (78%), representasi *pictorial* (72%), representasi tabel (58%) dan representasi grafik (37%). Preferensi pembelajaran merupakan salah satu aspek keterampilan representasi yang berasosiasi dengan keterampilan kognitif.

Winston *et al.* (2010) menyatakan bahwa perkuliahan tambahan materi keterampilan kognitif untuk menunjang penguasaan konsep anatomi dan fisiologi pada mahasiswa Kedokteran mampu meningkatkan persentase mahasiswa yang mendapat nilai C dari 58% menjadi 91%. Peningkatan capaian akademik ini terjadi karena adanya proses transfer informasi pengetahuan awal yang diperlukan untuk mempelajari materi tersebut. Hopper (2011) mengembangkan kuliah tambahan untuk menguasai materi Anatomi dan Fisiologi pada topik seperti pemecahan masalah tingkat tinggi (*Higher order problem solving*), komunikasi, identifikasi, serta pemanfaatan sumber belajar. Penelitian tersebut mengindikasikan adanya keterkaitan antar keterampilan kognitif.

Salah satu keterampilan generik adalah keterampilan generik sains (KGS). Keterampilan generik sains adalah keterampilan dasar yang digunakan untuk mempelajari konsep Sains. Rahman (2008) melaporkan terdapat sepuluh keterampilan generik sains (KGS) pada kegiatan praktikum Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia yaitu: (1) terampil melakukan pengamatan langsung, (2) pengamatan tidak langsung (3) memahami besaran skala, (4) memahami bahasa simbolik, (5) memiliki kerangka kerja logis, (6) memiliki konsistensi dalam logika berpikir, (7) terampil menggunakan hukum sebab akibat, (8) terampil dalam melakukan pemodelan, (9) terampil dalam melakukan inferensi logis, dan (10) terampil dalam melakukan abstraksi.

Hasil analisis konsep materi menunjukkan bahwa materi Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia memiliki kompleksitas tinggi dengan kandungan objek dan persyaratan pengetahuan awal serta konsep-konsep representasi mikroskopisnya. Untuk memahami materi anatomi dan fisiologi tubuh manusia diperlukan keterampilan kognitif. Kemampuan representasi dan keterampilan generik sains keduanya merupakan bentuk strategi kognitif. Berdasarkan indikatornya ada beberapa kesamaan diantaranya keduanya yaitu (1) keterampilan bahasa simbolis pada keterampilan generik sama dengan representasi simbolis (2) keterampilan abstraksi pada keterampilan generik sains sama dengan kemampuan membangun representasi makroskopis ke representasi molekuler dan mikroskopis. Adanya kesamaan beberapa indikator di antara kedua kemampuan kognisi tersebut diasumsikan kedua keterampilan tersebut memiliki keterkaitan yang tinggi dalam membelajarkan materi anatomi dan fisiologi tubuh manusia.

Mahasiswa calon guru biologi akan selalu berinteraksi dengan representasi eksternal/ visualisasi baik ketika menempuh pendidikan (berkuliah) maupun ketika sudah menjadi guru. Mahasiswa calon guru biologi sebaiknya memiliki kemampuan representasi yang baik untuk menguasai materi dan juga untuk membelajarkan dan mengomunikasikan fenomena dan konsep abstrak melalui representasi kepada siswanya apabila menjadi guru biologi. Mengingat pentingnya peran kemampuan representasi dalam proses pemahaman konsep dan

posisinya dalam menunjang peningkatan kemampuan literasi sains maka peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian tentang pengembangan kemampuan representasi sebagai bekal bagi mahasiswa calon guru biologi.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini masalahnya dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana karakteristik Program Perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia hasil pengembangan yang mendukung pengembangan kemampuan representasi serta bagaimana interelasinya dengan Keterampilan Generik Sains (KGS) dan penguasaan konsep mahasiswa calon guru Biologi?

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan batasan masalah pada pemilihan materi konsep perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia yang hanya diambil empat sistem tubuh dari sebelas sistem tubuh pada perkuliahan tersebut yaitu: Sistem Integumen, Sistem Rangka, Sistem Otot dan Sistem Saraf. Alasan pemilihan keempat materi konsep tersebut adalah:

- 1). Berdasarkan sifatnya konten materi konsep Sistem Integumen dan Sistem Rangka mengandung konsep struktur anatomi sehingga mengandung representasi pictorial 2D dan 3D (sedikit) serta tingkat representasinya hanya pada makroskopis dan mikroskopis. Konten materi Sistem Otot dan Sistem Saraf menekankan pada fungsi atau fisiologi dari sel dan jaringan penyusunnya sehingga konsep fisiologis (banyak) tersebut direpresentasikan dalam multi moda representasi seperti: animasi, gambar 2-D dan 3-D, mikrograf, dan animasi. Tingkat representasinya beragam dari makroskopis, mikroskopis, molekuler dan simbolis.
- 2). Kemampuan representasi yang dikembangkan meliputi penerjemahan representasi melalui mode secara horizontal (*Horizontal Translation accross Moda = HTM*), penerjemahan representasi berdasarkan level secara vertikal (*Vertical Translation across Level= VTL*) dan penerjemahan representasi secara horizontal lintas domain (*Horizontal Tranlation accross Domain = HTD*).

1.4. Pertanyaan Penelitian

Secara rinci rumusan masalah dijabarkan sebagai berikut.

- 1). Bagaimana karakteristik program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia sebagai hasil pengembangan yang dapat mengembangkan kemampuan representasi mahasiswa calon guru Biologi?
- 2). Bagaimanakah peningkatan kemampuan representasi mahasiswa calon Guru Biologi setelah implementasi program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia berbasis multi representasi?
- 3). Bagaimanakah interelasi antara kemampuan representasi dengan keterampilan generik sains setelah implementasi program pembelajaran berbasis multi representasi pada materi Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia mahasiswa calon guru Biologi?
- 4). Bagaimanakah peningkatan penguasaan konsep mahasiswa setelah implementasi program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia berbasis multi representasi?.
5. Bagaimanakah respons mahasiswa terhadap implementasi program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia?

1.5. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia berbasis multi representasi yang mendukung pengembangan kemampuan representasi serta bagaimana interelasinya dengan Keterampilan Generik Sains dan penguasaan konsep mahasiswa calon guru Biologi dalam meningkatkan kemampuan representasi dan keterampilan generik sains mahasiswa calon guru Biologi.

Secara khusus penelitian ini mengkaji:

- 1). Karakteristik Program Perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia hasil pengembangan yang menunjang perkembangan kemampuan representasi mahasiswa calon guru Biologi.

- 2) Kemampuan representasi mahasiswa setelah implementasi program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia.
- 3). Interelasi antara kemampuan representasi dengan keterampilan generik sains mahasiswa setelah implementasi program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia.
- 4). Penguasaan konsep mahasiswa setelah implementasi program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia berbasis multi representasi .
- 5). Respons mahasiswa terhadap program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia berbasis multi representasi.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pengembangan ini dikaji dari aspek teoritis dan praktis.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian tentang pengembangan program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia berbasis multi representasi memberikan kontribusi terhadap kajian pengembangan kemampuan representasi yang merupakan salah satu keterampilan kognitif mahasiswa Pendidikan Biologi. Temuan ini menjadi salah satu bukti empiris bahwa kemampuan representasi relevan bagi matakuliah ilmu Biologi lainnya. Hasil-hasil penelitian ini juga diharapkan mampu menginspirasi dan mendukung dikembangkannya keterampilan kognitif lainnya bagi mahasiswa Pendidikan Biologi.

1.6.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis bagi Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK) adalah diperolehnya suatu program perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia yang dapat digunakan untuk membekali mahasiswa calon guru Biologi dengan keterampilan kognitif. Bagi mahasiswa calon guru Biologi dapat menggunakan kemampuan representasi dan keterampilan generik yang diperolehnya dari program perkuliahan sebagai bekal untuk mempelajari konsep biologi pada mata kuliah Biologi lainnya dan mengajarkannya di lingkungan kerjanya.

1.7. Struktur Organisasi Disertasi

Struktur Organisasi penulisan disertasi menggambarkan keseluruhan isi disertasi. Sistematika penulisan disertasi mengacu pada pedoman karya tulis ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) tahun 2015. Struktur disertasi terdiri dari lima bab. Bab I menjelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian dan rumusan masalah yang dirinci dalam lima masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta struktur organisasi disertasi. Bab II berisi kajian teoritis yang merupakan landasan penelitian ini. Bab II mengkaji teoritis pedagogis multi representasi dalam pembelajaran, kemampuan representasi sebagai keterampilan kognitif dan bahan ajar pembelajaran berbasis multi representasi. Pada Bab II juga diuraikan strategi yang digunakan untuk mengembangkan program perkuliahan, hasil-hasil penelitian terdahulu yang mendukung penelitian, serta analisis materi konsep anatomi fisiologi tubuh manusia. Bab III berisi metodologi penelitian yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi: uraian langkah-langkah penelitian beserta instrumen yang digunakan dan target capaiannya, subjek penelitian, dan waktu pelaksanaan penelitian serta teknis pengumpulan dan analisis pengolahan datanya. Bab IV meliputi dua subbab yaitu temuan dan pembahasan. Temuan penelitian disimpulkan berdasarkan hasil analisis data dan metodologi penelitian. Pembahasan temuan penelitian ditujukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan pada Bab I. Bab V merupakan kesimpulan hasil analisis dari temuan dan pembahasan penelitian beserta implikasi dan rekomendasi penulis sebagai pemaknaan terhadap pemaknaan hasil analisis data. Kesimpulan merupakan intisari dari jawaban pertanyaan penelitian sedangkan rekomendasi merupakan pendapat peneliti yang didasarkan atas kendala-kendala yang dialami selama pelaksanaan penelitian untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.