

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Kebiasaan berpikir (*habits of mind*) yang dikembangkan pada abad ke-21 ini ini diantaranya keterampilan berpikir sistem (KBS) dan kreativitas (*creativity*) (Bybee, 2010; Griffin dkk, 2012; Basham & Marino, 2013; Katanski, 2013; Rustaman dkk, 2018; Agustina dkk, 2018c; Agustina dkk, 2019). Pembelajaran *science* yang membekalkan KBS dan kreativitas pada siswa dapat sejalan dengan tujuan pendidikan *science* (Boersma, 2011; Cheng, 2010; Daud dkk, 2011; Agustina dkk, 2019). KBS sangat penting dibekalkan kepada siswa, mahasiswa, dan masyarakat. Tujuan pembekalan KBS supaya pembelajar (siswa dan mahasiswa) dapat memberikan keputusan dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan yang kompleks (Dawidowicz, 2012; Habron dkk, 2012). Kreativitas dapat memberikan kebermanfaatan bagi keberlangsungan hidup manusia (Al-karasneh & Saleh, 2010; Daud dkk, 2012; Ismail & Shaari, 2015; Agustina dkk, 2019). Undang-undang no 12 tahun 2012 mengenai tujuan pendidikan tinggi yaitu menghasilkan intelektual kreatif untuk meningkatkan daya saing bangsa menghadapi globalisasi. Kreativitas muncul dari individu yang kreatif dalam bentuk ide-ide, langkah-langkah, atau produk (Sudarma, 2013; Diyanni, 2016).

KBS merupakan alat untuk *process scientific* terutama pada bagian proses analisis dan sintesis (Schaefer, 1989). Kemampuan analisis dan sintesis merupakan bagian berpikir yang lebih tinggi (*higher order thinking*) (Rustaman dkk, 2003). Pembekalan KBS pada pendidikan Biologi adalah dengan memberikan pemahaman kepada siswa mengenai kompleksitas lingkungan yang ada di sekitarnya. Kompleksitas Biologi tersebut dapat dimanifestasikan dalam berbagai level organisasi kehidupan dari tingkat molekul sampai ekosistem (National Research Council, 2009; Boersma dkk, 2011; Dauer & Dauer, 2016). KBS dapat menggunakan teori general (umum) sistem (*General System Theory/GST*), *cybernetics*, dan sistem dinamik. Teori general sistem meliputi kemampuan mengidentifikasi komponen-komponen dalam sistem, menjelaskan

fungsi setiap komponen, menganalisis hubungan setiap komponen, menganalisis hubungan sistem dengan sistem lain, menganalisis siklus energi. *Cybernetics* berkaitan dengan keseimbangan zat antar batas sistem (homeostasis). Sistem dinamik yaitu sistem yang dapat mengorganisasikan dirinya sendiri, terbuka, dan menghasilkan interaksi antara komponen. (Verhoeff, 2003; Boersma dkk, 2011). Asesmen yang dianggap efektif dalam menganalisis KBS digunakan peta konsep (Branstadter dkk, 2012; Tripto dkk, 2013; Raved & Yarden, 2014).

Pembekalan KBS di manca negara telah banyak dilakukan mulai dari tingkat sekolah dasar (SD) sampai perguruan tinggi (PT) serta pelatihan profesional guru (Agustina dkk, 2018c). Pembekalan KBS pada biologi lebih ditekankan pada konten yang berkaitan dengan ekologi (Eilam, 2012), ekosistem menggunakan media aquarium (Jordan dkk, 2013), tubuh manusia (Assaraf dkk, 2013), akuaponik (Junge dkk, 2014), sistem peredaran darah manusia (Raved & Yarden, 2014), homeostasis (Zion & Klein, 2014), penyakit hewan (Cheng dkk, 2015). Penelitian mengenai KBS di Indonesia belum banyak dilakukan (Agustina dkk, 2018c). Penelitian pada siswa SMP mengenai profil KBS masih berada pada kriteria rendah pada topik sistem organisasi kehidupan (Sembiring dkk, 2017; Agustina dkk, 2018c). Pembekalan KBS pada PT adalah dengan mengembangkan instrument KBS pada konten perubahan iklim. Hasil dari pengembangan instrumen tersebut menunjukkan mahasiswa memiliki respon positif dan lebih memahami perubahan iklim (Meilinda dkk, 2017; Meilinda dkk, 2018; Agustina, dkk, 2018c). Perkuliahan Fisiologi Manusia menunjukkan KBS memiliki level tertinggi pada mengidentifikasi hubungan timbal balik dalam suatu sistem dan mengenali interaksi pada pembelajaran Fisiologi Manusia (Nursani, 2014).

Indonesia menghadapi problem klasik dengan angka pengangguran pada tingkat sarjana. Bulan Februari 2015, penduduk yang bekerja dengan latar belakang pendidikan sarjana ke atas hanya sebesar 8,29 persen (BPS, 2015). PT saat ini menerapkan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) untuk mencapai kompetensi lulusan yang sinergis dengan profil lulusan. KKNI diharapkan sebagai jawaban tantangan dunia kerja (Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, 2014; Agustina dkk, 2017c; Agustina dkk, 2018a; Agustina dkk,

2019). Salah satu profil lulusan Pendidikan Biologi UIN (Universitas Islam Negeri) Sunan Gunung Djati Bandung yaitu *edupreneur* (Pendidikan Biologi, 2015). Untuk menjadi seorang *edupreneur* membutuhkan kreativitas (Agustina dkk, 2019). Kreativitas dibutuhkan dalam menghadapi tantangan dunia kerja dan kesuksesan hidup (Katanski, 2013; Rustaman dkk, 2018; Agustina dkk, 2019). Kemampuan kreativitas tetap harus berkesesuaian dengan prinsip dan syariah Islam yang berlandaskan pada aspek tauhid (Al-karasneh & Saleh, 2010; Daud dkk, 2012; Ismail & Shaari, 2015; Agustina dkk, 2019). Landasan pada aspek tauhid berkesesuaian dengan Visi UIN Bandung yaitu menjadi universitas Islam negeri yang unggul dan kompetitif berbasis wahyu memandu ilmu dalam bingkai ahlaq karimah di ASEAN tahun 2025. Berbasis “Wahyu Memandu Ilmu” berarti mengintegrasikan antara ilmu agama (*religion*) dan ilmu umum (Subandi, 2010; Natsir, 2013; Agustina dkk, 2018b). Data untuk menjangkau kemampuan kreativitas dapat menggunakan produk yang kreatif (The National Research Centre on The Gifted and Talented/NRC, 2002). Indikator kreativitas merujuk pada indikator berpikir kreatif, antara lain: berpikir lancar (*fluency*), orisinal (*originality*), luwes (*flexibility*), dan terperinci (*elaboration*) (Torrance, 1977; NRC, 2002; Munandar, 2009; Southern Association of Colleges and Schools Commission on Colleges, 2014; Rustaman dkk, 2018; Agustina dkk, 2019). Kemampuan kreativitas dapat diukur dengan empat level, antara lain: belum terbukti (*not yet evident*), muncul (*emerging*), terekspresikan (*expressing*), dan unggul (*excelling*) (NRC, 2002; Afianti dkk, 2017; Agustina dkk, 2019). Dengan demikian, penting dilakukan pembekalan kreativitas kepada mahasiswa yang tetap berlandaskan pada aspek *religion*.

Disamping itu, *science* yang merupakan dasar dari pengembangan *technology* bersifat tidak bebas nilai tetapi terikat pada muatan nilai, diantaranya nilai *religion* (Yudianto, 2005). Ahli pendidikan telah mengembangkan model pembelajaran *science* yang dapat diberi muatan nilai antara lain model pembelajaran STS (*science-technology-society*) dan kemudian berkembang menjadi SETS (*science-technology-society-environment*). Kedua model tersebut bersifat kontekstual dengan lingkungan belajar siswa dan dapat diberi muatan nilai *religion* (Supriadi,

2004; Poedjiadi, 2005b; Yoruk dkk, 2010). Saat ini pengembangan model pembelajaran yang masih mengintegrasikan *science* dan *technology* sekaligus untuk menghadapi tantangan dalam dunia kerja yaitu pendekatan STEM. STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan aspek *technology*, *engineering*, dan *mathematics* yang saling beririsan satu sama lain dan tetap berada pada lingkaran *science* (Bybee, 2010; Basham & Morino, 2013; Hsu, 2014). Selanjutnya STEM mengalami perkembangan menjadi STEAM dengan penambahan aspek *arts* (A) Aspek *arts* berkaitan dengan aspek kreativitas siswa (mahasiswa), kemampuan berimajinasi, berinovasi dalam menggunakan *technology*, menghasilkan produk, dan berperasaan berkesenian dalam memahami *science* (Wijaya dkk, 2015, Jho dkk, 2016; Oner dkk, 2016; Agustina dkk, 2018c).

Pendekatan STEAM selanjutnya dikembangkan menjadi STREAM dengan menambahkan aspek *religion* (R) yang bertujuan untuk membekalkan KBS, membekalkan kreativitas yang tetap berlandaskan dengan tauhid, menyesuaikan dengan profil lulusan program studi Pendidikan Biologi, sejalan dengan visi UIN Bandung, dan memberikan muatan aspek *religion* dalam pembelajaran *science*. Aspek *religion* dapat memiliki dua indikator yaitu pencapaian kompetensi inti satu (spiritual) pada kurikulum nasional 2013 dan visi UIN Bandung yang memiliki basis “Wahyu Memandu Ilmu”. Kompetensi inti-1 berupa aspek spiritual (*religion*). Kompetensi inti-1 untuk pendidikan menengah dengan indikator antara lain: menghargai, menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianut (Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2013a & 2013b; Agustina dkk, 2017b; Agustina dkk, 2018a; Agustina dkk, 2018c). *Science* dan *religion* tidak akan bertentangan satu sama lain. Ilmu dan *religion* menjadi satu kesatuan utuh yang saling berintegrasi (Yudianto, 2005; Toharudin dkk, 2011). Dengan demikian, aspek *arts* berupa kreativitas tetap harus belandaskan aspek *religion* atau aspek *arts* dapat terintegrasi dengan aspek *religion*.

Pendekatan STREAM mengikuti perspektif STEM yang dikembangkan oleh Hsu (2014) dengan mengintegrasikan (saling beririsan) antara aspek *technology-engineering-arts-mathematics* serta aspek *arts* saling beririsan dengan *religion*. Dengan demikian, aspek *technology*, *religion*, *engineering*, *arts*, dan

*mathematics* berada lingkaran (wadah) *science*. Pendekatan STREAM bersifat kontekstual seperti halnya STEM diawali dengan mengidentifikasi isu-isu yang berada di lingkungan untuk diselesaikan permasalahannya (Bybee, 2010; Basham & Marino, 2013; Suwarma, 2014). Pendekatan STREAM seperti halnya STEM menekankan pada desain *engineering process* (proses rekayasa) dan tetap beririsan dengan *scientific process* (proses ilmiah) (Suwarma, 2014; Rosicka, 2016; Septiani, 2016; Agustina dkk, 2018c). Proses ilmiah merupakan prosedur pemecahan masalah menggunakan metode ilmiah antara lain: perumusan masalah, penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan (Lawson, 1994; Toharudin dkk, 2011). Desain *engineering process* dapat menggunakan proses pikir (P), desain (D), buat (B) dan uji (U). Desain pertama diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang diikuti dengan bertukar pikiran antar mahasiswa untuk menyelesaikan permasalahan (P), mendesain model (D), mengkonstruksi model (B), menguji model (U). Jika terjadi kegagalan dalam pengujian maka dilakukan desain ulang dan selanjutnya dicari solusi untuk merenovasi model (produk) yang dihasilkan mahasiswa (Suwarma, 2014; Agustina dkk, 2019).

Pendekatan STREAM dapat menggunakan *framework* dari *The Next Generation Science Standard* (NGSS) dengan membangun tiga dimensi dalam pembelajaran. Tiga dimensi pembelajaran tersebut, antara lain keterampilan saintifik dan *engineering*; konsep lintas bidang (*cross-cutting concepts*) dalam mempelajari *science* dan *engineering*; dan pemahaman pada materi inti dalam mempelajari *science* (Bybee, 2013). Kemampuan dalam mengintegrasikan *technology*, *engineering*, *mathematics* serta penguasaan dalam *science* sebagai materi inti dapat meningkatkan keahlian (*skills*) yang dibutuhkan dalam menghadapi kompetensi tenaga kerja.

Pendekatan STREAM menggunakan proses ilmiah sehingga membutuhkan model pembelajaran yang tepat. Proses ilmiah diawali dengan perumusan permasalahan yang harus diselesaikan oleh mahasiswa. Untuk menjawab rumusan permasalahan mahasiswa dituntut untuk mengungkapkan banyak gagasan berdasarkan pengalaman atau pengetahuan yang berada pada lingkungan

sekitarnya. Pandangan tersebut dilandaskan pada pandangan konstruktivisme dari Piaget (Dahar, 1989). Salah satu model pembelajaran yang dapat mendukung proses ilmiah dan kreativitas yaitu siklus belajar (*learning cycle*) 3Es dan model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw. Siklus belajar 3Es diawali dengan tahapan penyelidikan (*exploration*), pengenalan konsep (*explanation*), dan aplikasi konsep (*expansion*) (Dahar, 1989; Lawson, 1994). Model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw. Pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw menempatkan mahasiswa dalam kelompok-kelompok kecil yang dikenal sebagai kelompok ahli (Lie, 2008; Jacobsen dkk, 2009, Silberman, 2009). Dengan demikian, siklus belajar 3Es dan model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw dapat digunakan pada pendekatan STREAM.

Pendekatan STREAM seperti halnya STEM menggunakan asesmen autentik dibutuhkan untuk mengases keterampilan siswa (mahasiswa) (Anwari dkk, 2015; Agustina dkk, 2019). Salah satu asesmen autentik adalah asesmen kinerja (*performance assessment*) (Jacobsen dkk, 2009; Wulan, 2018). Asesmen kinerja membutuhkan *task* (tugas kinerja) dan rubrik penyekoran. Lembar kerja (LK) merupakan bentuk *task* untuk memandu siswa (mahasiswa) selama pembelajaran (Wulan, 2018; Agustina dkk, 2019). Asesmen kinerja dapat mengases proses dan mengases produk (Wulan, 2018). Dengan demikian, penting dilakukan asesmen kinerja pada pendekatan STREAM.

Bekal untuk KBS dan kreativitas diantaranya berpikir logis. Berpikir logis berkaitan dengan penalaran supaya dapat berpikir sistematis dalam memecahkan masalah. (Toharudin dkk, 2011; Hidayatno, 2013; Agustina dkk, 2018c). Berpikir kreatif merupakan bagian penalaran (Rustaman, 2011). Proses ilmiah membutuhkan penalaran (Bybee, 2013). Kemampuan penalaran dapat diukur dengan menggunakan tes diagnostik berupa TOLT (*Test of Logical Thinking*) yang meliputi lima komponen penalaran, antara lain: penalaran proposional, pengendalian variabel, penalaran probabilitas, penalaran korelasional, dan penalaran kombinatorial. Tujuan pemberian TOLT untuk memetakan kemampuan perkembangan intelektual mahasiswa mencakup kategori berpikir operasi konkrit, transisi, dan operasi formal (Tobin & Capie, 1981; Valanides, 1997; Sopian,

2015; Agustina dkk, 2018c). Dengan demikian, untuk menunjang KBS dan kreativitas dibutuhkan informasi mengenai kemampuan berpikir logis mahasiswa.

Penelitian-penelitian yang mendasari pendekatan STREAM yaitu pendekatan STEM dan STEAM. Pendekatan STEM dapat menginvestigasi kreativitas siswa SMP kelas VII menggunakan asesmen kinerja (Afianti dkk, 2017). Pendekatan STEM di sekolah dasar telah mampu meningkatkan sikap positif siswa terhadap *science* (Toma & Greca, 2018). Korelasi yang tinggi antara kemampuan *mathematics* dan *science* menggunakan model asesmen STEM ditemukan pada siswa kelas XII (Bicer dkk, 2017). Guru *science* masih kesulitan merekayasa (kemampuan *engineering*) pada saat mempraktikkan STEM di sekolah (Deghaidy dkk, 2017). Pembelajaran Bioteknologi di sekolah menengah Malaysia telah menggunakan pendekatan STEM yang menunjukkan kemampuan siswa dalam pengetahuan, persepsi dan sikap terhadap Bioteknologi berada pada kemampuan menengah (Bahri dkk, 2014; Agustina dkk, 2019). Tingkat PT bahwa pendekatan STEM telah dilakukan pada perkuliahan Bioteknologi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan mahasiswa lebih percaya diri, lebih puas dalam belajar, meningkatkan kemampuan teknik laboratorium, dan tertarik dengan pekerjaan berbasis STEM (Movahedzadeh dkk, 2012; Agustina dkk, 2019). Pembelajaran pada topik energi yang terbarukan dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, menghasilkan produk yang kreatif, dan menimbulkan respon positif pada mahasiswa (Mayasari dkk, 2016).

Pendekatan STEM yang dikembangkan menuju STEAM untuk mengukur kreativitas mulai siswa kelas VII sampai kelas XII yang mengikuti *summer camp*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan sebagian besar siswa lebih tertarik pada karir pekerjaan berbasis STEM, mampu menggunakan kreativitas pada pekerjaan tersebut, memberikan manfaat dari sisi emosional, dan mampu menyelesaikan masalah (Oner dkk, 2016). Penelitian mengenai *science-technology-religion-engineering-and mathematics* ditemukan melalui pengembangan *subject specific pedagogy* (SPF) yang menunjukkan kualitas sangat baik dan respon siswa sangat baik pada materi polimer siswa SMK. Penelitian tersebut tidak menyertakan aspek *arts* dalam pengembangan SPF (Safitri & Priyambodo, 2016). Dengan demikian

belum ditemukan penelitian yang menjadikan *science* sebagai wadah dalam mengintegrasikan aspek *technology*, *engineering*, *arts* dan *mathematics* dan mengintegrasikan aspek *arts* dan *religion*.

Hasil penelitian pendahuluan pada tahun 2015 bahwa KBS mahasiswa masih rendah dalam menghubungkan antar topik dalam kuliah Fisiologi Tumbuhan. Mahasiswa masih berpikir terpisah-pisah (*fragmented*) antar konsep dalam topik pada mata kuliah Fisiologi Tumbuhan (Agustina dkk, 2017b). Hasil penelitian pendahuluan tahun 2016 dengan menyebarkan angket kepada delapan guru sekolah menengah atas di kawasan Bandung Timur menunjukkan lebih memilih melakukan praktikum dengan menggunakan sumber belajar yang berada pada lingkungan siswa, misalnya pembuatan tempe dan nata de coco. Guru-guru berusaha membekalkan kemampuan berpikir siswa, mengaitkan pembelajaran dengan aspek *religion* dan *enterpreneurship*. Guru menumbuhkan sikap penghargaan siswa terhadap *science* dan *technology* masa depan (Agustina dkk, 2017a). Hasil penelitian pendahuluan menggunakan pendekatan STREAM pada tahun 2016 dengan konten pembuatan kompos dan akuaponik. Hasil penelitian pembuatan kompos menunjukkan sebagian besar mahasiswa memiliki kinerja baik pada pembuatan kompos. Mahasiswa berkemampuan kurang dalam mendesain *technology*, menghasilkan produk kompos dan kemasan produk kompos (Agustina dkk, 2017c). Hasil penelitian pembuatan akuaponik mengalami peningkatan kemampuan dalam mendesain *technology* dengan hasil kriteria cukup sampai baik, kriteria produk kangkung sangat baik, dan pengemasan produk kangkung berkriteria cukup (Agustina dkk, 2018a). Asesmen kinerja terhadap produk laporan praktikum kompos dan akuaponik untuk setiap aspek STREAM menunjukkan peningkatan skor pada aspek *technology*, *religion*, *arts* dan *mathematics*. Aspek *science* mengalami penurunan skor pada laporan praktikum akuaponik apabila dibandingkan dengan laporan praktikum kompos (Agustina dkk, 2018b; Agustina dkk, 2019). Hasil wawancara mahasiswa pada tahap uji coba bahwa mahasiswa merasakan kurang tereksplorasi pada aspek *religion* (Agustina dkk, 2018c). Dengan demikian, mahasiswa membutuhkan penguatan pada aspek *religion* pada tahap implementasi program.



Pendekatan STREAM seperti halnya dengan pendekatan STEM mengangkat isu-isu untuk diselesaikan permasalahannya yang bersifat kontekstual di sekitar mahasiswa. Pendidikan Biologi UIN Bandung berada di wilayah timur kota Bandung. Kota Bandung mengalami permasalahan penumpukan sampah dan penyempitan lahan pertanian. Program gerakan pertanian perkotaan (*urban farming*) dijadikan solusi terhadap penyempitan lahan pertanian kota Bandung (Dinas Pertanian & Ketahanan Pangan Kota Bandung, 2017; Agustina dkk, 2017b; Agustina dkk, 2019). Di samping itu, kota Bandung terkenal dengan produksi tahu Cibuntu. Pengolahan tahu menghasilkan produk sampingan bernama *whey* yang berbentuk cair. *Whey* dapat dimanfaatkan untuk pembuatan nata de soya (Sarwono & Saragih, 2001; Azhari, 2014; Misgiyarta, 2017; Agustina dkk, 2018c; Agustina dkk, 2019). Posisi kampus UIN Bandung yang berdekatan dengan pasar induk Gede Bage, pasar Ujung Berung, produsen tahu skala rumah tangga, dan memiliki fasilitas kebun Biologi dapat digunakan sebagai sumber belajar mahasiswa (Agustina dkk, 2017c; Agustina dkk, 2019).

Pembuatan kompos, nata de soya, dan biopestisida merupakan contoh-contoh gerakan *urban farming* dan pemanfaatan potensi lokal Bandung. Pembuatan kompos, nata de soya, dan biopestisida merupakan bagian biologi terapan yang memanfaatkan *technology* fermentasi mikroorganisme dan bahan-bahan yang terdapat di lingkungan (Sardjoko, 1991; Smith, 1993; Acquaah, 2004; Thieman & Palladino, 2009; Ray & Joshi, 2015). Kompos, nata de soya dan biopestisida sebagai aspek *science* dalam pendekatan STREAM. Hasil analisis silabus Mikrobiologi pada program studi Pendidikan Biologi UIN Bandung terdapat pokok bahasan metabolisme mikroorganisme dan pokok bahasan Mikrobiologi Terapan. Materi Mikrobiologi Terapan terdapat sub-pokok bahasan Mikrobiologi Terapan Tanah, Lingkungan, dan Pangan. Dengan demikian, konten kompos, nata de soya, dan biopestisida dibelajarkan pada perkuliahan Mikrobiologi di semester V (Agustina dkk, 2019).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya mengenai keterampilan abad ke-21 yang sesuai dengan prinsip Islami, tantangan dunia kerja, visi UIN Bandung, profil lulusan prodi Pendidikan Biologi UIN Bandung,

kurikulum pendidikan menengah tahun 2013, hasil studi pendahuluan, hasil tahap uji coba, isu *urban farming*, *whey* sebagai hasil sampingan pembuatan tahu sehingga pendekatan STEM dikembangkan menjadi STREAM. Pendekatan STREAM dengan konten kompos, nata de soya, dan biopestisida yang merupakan bagian dari Biologi Terapan dilaksanakan pada perkuliahan Mikrobiologi pada pokok bahasan Mikrobiologi Terapan. Dengan demikian dilakukan penelitian terkait pembekalan KBS dan kreativitas biologi terapan/*applied biology creativity* (BIOCRE) dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi.

### 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dirumuskan masalah: "Bagaimanakah program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi?". Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat dirinci dalam beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi?
2. Bagaimana penguasaan mahasiswa terhadap materi Mikrobiologi Dasar dan Praktikum Mikrobiologi Dasar?
3. Bagaimana keberhasilan implementasi program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi?
4. Kendala-kendala apa yang terjadi selama implementasi program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Agar permasalahan dalam penelitian ini terfokus pada hal yang diharapkan, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada beberapa hal.

1. Perkuliahan Mikrobiologi pada pokok bahasan Mikrobiologi Terapan yang dimodifikasi pada bagian silabus dan matriks perkuliahan kelas teori dan kelas praktikum.
2. Penguasaan materi Mikrobiologi Dasar dan Praktikum Mikrobiologi Dasar dengan teknis *entry level test* (tes prasyarat) sebagai dasar Mikrobiologi

Terapan sesuai dengan jenjang kognitif C1 (mengingat), C2 (memahami), C3 (mengaplikasikan), C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi) dan C6 (mencipta).

3. Keberhasilan program KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM, yang diukur antara lain:
  - a. Karakteristik KBS: teori general (umum) sistem meliputi kemampuan mengidentifikasi komponen-komponen dalam sistem, menjelaskan fungsi setiap komponen, menganalisis hubungan setiap komponen, menganalisis hubungan sistem dengan sistem lain, menganalisis siklus energi dan *cybernetics* berkaitan dengan keseimbangan zat antar batas sistem (homeostasis).
  - b. Indikator kreativitas: berpikir lancar (*fluency*), orisinal (*originality*), luwes (*flexibility*), dan terperinci (*elaboration*).
  - c. Asesmen kinerja *skills* berupa bagian pengadukan bahan-bahan dan bagian *technology*.
  - d. Asesmen kinerja produk berupa produk setiap konten, kemasan produk kemasan, peta konsep, dan laporan praktikum pada aspek STREAM.
  - e. Tahap siklus 3ES: tahap eksplorasi, pengenalan konsep, dan aplikasi konsep
  - f. Tahap model kooperatif tipe Jigsaw: tahap diskusi kelompok ahli, diskusi kelompok asal, diskusi kelas, dan konfirmasi dosen peneliti
  - g. Komponen berpikir logis: penalaran proposional, pengendalian variabel, penalaran probabilitas, penalaran korelasional, dan penalaran kombinatorial
  - h. Indikator aspek *religion*: kompetensi inti satu pada kurikulum 2013 dan basis “Wahyu Memandu Ilmu”. Kompetensi inti satu berupa menghargai ajaran agama, menghayati ajaran agama, dan mengamalkan ajaran agama. Basis “Wahyu memandu Ilmu” berarti mengintegrasikan setiap konten dengan wahyu Allah berupa al-quran dan pemikiran ulama-ilmuwan muslim.
  - i. Uji korelasi terhadap KBS-berpikir logis-aspek *religion*

4. Kendala mahasiswa selama implementasi program pada bagian pembuatan produk dan pembuatan peta konsep
5. Konten Biologi Terapan: kompos, nata de soya, dan biopestisida

#### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian adalah program yang membekalkan KBS dan BIOCRE pada mahasiswa. Program menggunakan konten kompos, nata de soya dan biopestisida sebagai aspek *science*. Ketiga konten tersebut menjadi *core* utama yang melingkari aspek *technology, religion, engineering, arts* dan *mathematics*. Program yang dikembangkan berupa silabus, matriks perkuliahan, *task* lembar kerja mahasiswa (LKM), dan asesmen baik tes dan *non*-tes. Program diimplementasikan selama perkuliahan baik pada kelas teori dan kelas praktikum.

Penelitian dilakukan pada mata kuliah Mikrobiologi. Silabus Mikrobiologi dan matriks perkuliahan disusun dengan pendekatan STREAM yang dinamakan silabus modifikasi pada mata kuliah Mikrobiologi. Silabus yang dimodifikasi beserta matriks perkuliahan. Silabus dan matriks perkuliahan yang dimodifikasi pada mata kuliah Mikrobiologi memanfaatkan pokok bahasan Mikrobiologi Terapan. Mikrobiologi Terapan memanfaatkan prinsip fermentasi mikroorganisme. Mikrobiologi terapan yang dipilih dengan sub-pokok bahasan Mikrobiologi Tanah, Mikrobiologi Lingkungan, dan Mikrobiologi Pangan. Ketiga sub pokok bahasan tersebut dapat sejalan dengan permasalahan *urban farming* dan potensi lokal Bandung. Mata kuliah Mikrobiologi memiliki bobot tiga (3) SKS berupa dua (2) SKS kelas teori dan satu (1) SKS kegiatan praktikum (kelas praktikum) (Pendidikan Biologi UIN Bandung, 2016).

Penelitian menggunakan model *Research and Development* (R and D) (Gall dkk, 2003). Secara garis besar R and D disederhanakan menjadi studi pendahuluan, pengembangan, dan pengujian (Sukmadinata, 2015). Tahap pengembangan mencakup tahap uji coba program pembekalan KBS-BIOCRE. Tahap uji coba pada mata kuliah Mikrobiologi menggunakan empat konten, antara lain: pembuatan MOL (mikroorganisme lokal) atau *biofertilizer*, kompos, nata de soya, dan biopestisida. Matriks perkuliahan yang dimodifikasi pada

Mikrobiologi dilaksanakan pada tahap uji coba menggunakan enam kali pertemuan pada kelas teori dan empat kali pertemuan pada kelas praktikum. Kelas teori yang memiliki enam kali pertemuan dengan rincian lima pertemuan menggunakan model pembelajaran siklus belajar 3Es dan satu pertemuan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw. Siklus belajar 3Es dilakukan perkuliahan aspek *religion* dan empat konten biologi terapan. Model kooperatif dilakukan diskusi hasil praktikum. Model kooperatif tipe Jigsaw dengan tahapan pembagian tugas anggota kelompok yang akan menjadi ahli pada setiap konten, diskusi pada kelompok ahli, diskusi pada kelompok asal, presentasi hasil diskusi kelompok asal, dan diskusi kelas. Kelompok ahli dibagi menjadi ahli MOL, ahli kompos, ahli nata de soya dan ahli biopestisida. Empat kali pertemuan kelas praktikum dengan pembuatan empat konten biologi terapan.

Hasil wawancara mahasiswa pada tahap uji coba menunjukkan mahasiswa terkendala dalam jumlah konten yang terlalu banyak. Mahasiswa kesulitan dalam manajemen waktu. Mahasiswa kurang tereksplorasi pada aspek *religion* (Agustina dkk, 2018c). Tahap implementasi program dilakukan pengurangan konten yang semula empat konten menjadi tiga konten yaitu pembuatan kompos, nata de soya dan biopestisida. Konten MOL tetap dibelajarkan pada kelas teori dan tetap menjadi bahan soal KBS. Hal tersebut karena MOL dapat digunakan sebagai biostater dalam pembuatan kompos. Pada kelas praktikum tidak dilakukan pembuatan MOL. Tahap implementasi program untuk kelas teori tetap dilakukan enam kali pertemuan dan tiga kali pertemuan pada kelas praktikum. Pada kelas teori menggunakan siklus belajar 3Es. Khususnya pada diskusi hasil praktikum menggunakan model kooperatif tipe Jigsaw dibagi menjadi empat kelompok ahli berupa ahli kompos, ahli nata de soya, ahli biopestisida dan ahli *religion* pada setiap konten. Ahli *religion* digunakan sebagai kelompok ahli berdasarkan hasil wawancara mahasiswa yang merasakan kurang tereksplorasi pada aspek *religion* selama tahap uji coba. Tiga kali pertemuan kelas praktikum pada tahap implementasi program, antara lain: pembuatan kompos, nata de soya, dan biopestisida.

Penilaian selama implementasi program meliputi pengetahuan prasyarat (*entry level test*), KBS, kemampuan berpikir logis, aspek *religion*, aktivitas mahasiswa, kinerja *skills* dan produk, peta konsep, dan kendala-kendala. Pengetahuan prasyarat untuk mengukur penguasaan materi Mikrobiologi Dasar dan praktikum Mikrobiologi Dasar dengan teknis tes bentuk soal pilihan ganda dan uraian singkat *entry level test*. KBS dengan *pre-test* dan *post-test* bentuk soal uraian singkat KBS dan penugasan peta konsep secara kelompok. Kreativitas diukur dengan asesmen kinerja produk terhadap laporan praktikum secara kelompok. Asesmen kinerja *skills* secara individu dilaksanakan selama kelas praktikum. Asesmen kinerja *product* berupa produk hasil praktikum dan kemasan produk secara kelompok. Kemampuan berpikir logis dengan teknis *pre-test* dan *post-test* TOLT. Kemampuan aspek *religion* dengan teknis tes *pre-test* dan *post-test* bentuk soal uraian singkat *religion*. Aktivitas mahasiswa diobservasi selama kelas teori. Kendala selama implementasi diperoleh dengan teknik wawancara, *record* video perkuliahan, dan *record* catatan lapangan. Wawancara terhadap tiga orang perwakilan mahasiswa kelompok atas, tiga orang perwakilan kelompok menengah, tiga orang kelompok bawah, dan dua dosen pengampu mata kuliah Mikrobiologi.

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian untuk menghasilkan program yang membekalkan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi. Sedangkan tujuan khusus penelitian adalah untuk:

1. Mendeskripsikan karakteristik program KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi
2. Menganalisis kemampuan mahasiswa dalam penguasaan materi Mikrobiologi Dasar dan Praktikum Mikrobiologi Dasar sebagai dasar untuk Mikrobiologi Terapan.
3. Menganalisis keberhasilan program KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM, antara lain:

- a. Peningkatan KBS sebagai dampak diterapkannya program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi.
  - b. Level kemampuan BIOCRE mahasiswa selama implementasi program pembekalan KBS-BIOCRE pada perkuliahan Mikrobiologi.
  - c. Kemampuan kinerja *skills* dan produk selama implementasi program pembekalan KBS-BIOCRE pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi.
  - d. Kemampuan mahasiswa dalam melakukan tahap-tahap pada siklus 3Es dan model kooperatif tipe Jigsaw.
  - e. Kemampuan berpikir logis mahasiswa sebagai dampak diterapkannya program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi.
  - f. Kemampuan aspek *religion* sebagai dampak diterapkannya program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi.
  - g. Hubungan antara KBS, aspek *religion*, berpikir logis setelah implementasi program pembekalan KBS-BIOCRE pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi.
4. Menganalisis kendala-kendala yang terjadi selama implementasi program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM pada perkuliahan Mikrobiologi

## 1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Manfaat teori: mengembangkan pendekatan STEM menjadi STREAM dengan menambahkan aspek *arts* dan *religion* untuk membekali kemampuan KBS dan BIOCRE.
2. Manfaat kebijakan: masukan bagi Program Studi Pendidikan Biologi khususnya pada lingkungan perguruan tinggi keagamaan Islam (PTKI) dan LPTK umumnya mengenai pembekalan KBS-BIOCRE bagi mahasiswa

untuk menunjang keterampilan abad ke-21, tantangan dunia kerja, sesuai dengan KKNI, sesuai dengan tujuan pendidikan nasional, sesuai dengan pembelajaran *science*, sesuai dengan Visi UIN Bandung, dan profil lulusan Pendidikan Biologi.

3. Manfaat praktis: desain program pembekalan KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM dapat digunakan sebagai wahana untuk membekali KBS-BIOCRE untuk perkuliahan-perkuliahan yang lain, bagi mahasiswa dapat dibekali KBS-BIOCRE dengan pendekatan STREAM serta mahasiswa dapat mendesain dan menghasilkan produk Biologi Terapan dengan menjadikan aspek *science* sebagai wadah dalam mengintegrasikan aspek *technology-engineering-arts* dan *mathematics* serta mengintegrasikan aspek *arts* dengan *religion*.

### 1.7 Struktur Penulisan Disertasi

Penulisan disertasi dibagi menjadi lima bab. Bab I merupakan pendahuluan. Bab I mendeskripsikan latar belakang masalah penelitian yang mencakup isu-isu global dan hasil penelitian yang melatarbelakangi perlunya dilakukan penelitian, rumusan masalah dan pertanyaan penelitian, pembatasan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta struktur penulisan disertasi.

Bab II merupakan kajian pustaka/landasan teoretis. Bab II memuat penjelasan teoritis mengenai variabel-variabel dalam penelitian. Variabel-variabel tersebut antara lain: KBS, peta konsep, berpikir kreatif, kreativitas, pembelajaran *science* bermuatan nilai, perkembangan pendekatan STEM menjadi STREAM, *framework* tiga dimensi *crosscutting concept*, berpikir logis, model siklus belajar 3Es, model kooperatif tipe Jigsaw, asesmen kinerja, konten kompos, nata de soya, biopestisida dan penelitian-penelitian relevan.

Bab III memuat metode penelitian yang mencakup paradigma penelitian, desain penelitian, alur penelitian dan prosedur penelitian. Definisi operasional dari variabel penelitian. Lokasi, waktu pelaksanaan dan partisipan penelitian. Bab III juga dijelaskan mengenai silabus perkuliahan, berbagai instrument penelitian,



proses pengembangan silabus perkuliahan, pengembangan instrumen, dan analisis data.

Bab IV disusun secara *non-tematik* dengan memuat temuan penelitian dan pembahasan secara terpisah. Temuan dan pembahasan dideskripsikan mulai dari studi pendahuluan berupa studi lapangan, uji coba program sampai implementasi program. Temuan penelitian dan pembahasan dipaparkan secara deskriptif dan kuantitatif disesuaikan dengan rumusan pertanyaan penelitian yang dituliskan pada bab I. Keunggulan dan keterbatasan program disajikan pada akhir bab IV.

Bab V memuat simpulan, implikasi dan rekomendasi yang diberikan berdasarkan temuan penelitian. Simpulan dirumuskan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Implikasi dan rekomendasi dirumuskan untuk para peneliti atau dosen yang berminat untuk mengadopsi program.