

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Abad 21 merupakan abad dengan perkembangan teknologi dan persaingan global yang semakin ketat. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu menemukan solusi atas berbagai permasalahan yang muncul di masa yang akan datang. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang pendidikan sehingga akan lahir generasi – generasi baru yang unggul dan mampu bersaing. Bahasan mengenai daya saing bangsa menjadi salah satu fokus utama Indonesia saat ini, terlebih ketika indeks daya saing global Indonesia versi World Economic Forum (WEF) dinyatakan turun dari peringkat ke-34 pada tahun 2014 menjadi peringkat ke-37 pada tahun 2015. Diantara negara-negara ASEAN, Indonesia pun berada di posisi lebih rendah dibandingkan Singapura, Malaysia, dan Thailand (World Economic Forum, 2015). Dalam upaya menghadapi persaingan global, negara-negara maju seperti Amerika Serikat meningkatkan kualitas daya saing warga negaranya melalui pendidikan berbasis Science, Technology, Engineering, dan Mathematic (STEM).

*National Academy of Engineers & National Research Council* (2009) menyatakan bahwa konten dari *engineering* harus menjadi bagian dari pembelajaran yang dilaksanakan di kelas (Berland dkk, 2014). Dengan dimasukkannya konten *engineering* ke dalam pembelajaran di kelas diharapkan dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk menggunakan konsep sains ke dalam sains terapan dan memperkenalkan siswa dalam bidang *engineering*. Maka dari itu, *engineering* merupakan konten yang sangat penting dalam pendidikan sains karena hal tersebut dapat mendukung pembelajaran siswa dan aplikasi dari konsep sains (Berland dkk, 2014). Para pekerja lulusan pendidikan STEM ini memiliki kinerja yang baik di lapangan serta mampu menciptakan berbagai

inovasi sehingga mereka menyumbang kontribusi besar dalam kemajuan teknologi dan pertumbuhan ekonomi di negaranya (Kelley dan Knowles, 2016).

Sangat pesatnya perkembangan Ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek), ditambah implementasi penyempurnaan kurikulum yang belum secara komprehensif dipahami oleh para pelaku pendidikan diperkirakan turut menjadi penyebab kondisi ini. Pembelajaran sains yang lebih menekankan penguasaan konsep tanpa pembekalan *life-long learning*, turut memperparah kondisi yang tidak menjanjikan meski memiliki ijazah pada pelbagai level (pendidikan dasar, menengah, tinggi) menantang para pendidik calon guru dan praktisi pendidikan untuk mencari solusinya (Rustaman, 2016).

Di Indonesia, pembelajaran biologi berbasis STEM merupakan hal yang masih asing (Asmuniv, 2015). Namun adanya pembelajaran berbasis STEM yang saat ini banyak diadopsi oleh berbagai negara memberi efek positif terhadap perkembangan pendidikan di Indonesia, mulai muncul banyak penelitian mengenai pembelajaran berbasis STEM pada jenjang sekolah menengah. Pendidikan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Sebuah negara dikatakan maju atau tidaknya dapat dilihat dari pendidikan yang diterapkan di negara tersebut. Persaingan yang semakin ketat di era globalisasi ini mengharuskan sumber daya manusia memiliki kualitas yang baik dan profesional di berbagai bidang kehidupan (Septiani, 2016).

Sains atau Ilmu Pengetahuan Alam dibutuhkan oleh manusia untuk membantu kehidupan sehari-hari. Sains dipelajari agar manusia memahami proses-proses alam yang selalu berkaitan dengan kehidupannya. Sund and Trowbridge (1973) merumuskan bahwa sains merupakan kumpulan pengetahuan dan proses. Sains dapat dikatakan merupakan sebuah proses atau langkah-langkah yang ditempuh para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan dalam rangka mencari penjelasan tentang gejala-gejala alam, sehingga belajar sains dapat mengembangkan cara berpikir ilmiah seseorang. Sains dilandasi anggapan bahwa kejadian di alam semesta terjadi di dalam pola-pola konsisten yang dapat dipahami melalui studi sistematis dan seksama. Pola-pola di alam semesta dapat ditemukan dengan menggunakan pikiran dan logika serta bantuan instrumen.

Pengetahuan sebagai satu bagian dari alam semesta dapat digunakan untuk menjelaskan bagian lain. Sains menuntut adanya fakta-fakta, serta memadukan logika dan imajinasi (Rutherford, 1990).

Pembelajaran secara harifiah berarti proses belajar dapat dimaknai sebagai proses penambahan pengetahuan dan wawasan melalui rangkaian aktivitas yang dilakukan secara sadar oleh seseorang dan mengakibatkan perubahan dalam dirinya, sehingga terjadi perubahan yang sifatnya positif, dan pada tahap akhir akan didapat keterampilan, kecakapan dan pengetahuan baru. Kurikulum SMK 2013, mengisyaratkan bahwa kegiatan pembelajaran merupakan proses yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan potensi mereka menjadi kemampuan yang semakin lama semakin meningkat dalam sikap, pengetahuan, dan ketrampilan yang diperlukan dirinya untuk hidup bermasyarakat, berbangsa, serta berkontribusi pada kesejahteraan hidup umat manusia.

Proses belajar mengajar yang efektif dan bermakna bagi siswa menuntut adanya suatu strategi pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Strategi pembelajaran itu antara lain meliputi model, metode, pendekatan dan juga evaluasi. Pemilihan strategi pembelajaran yang tepat akan menciptakan suatu iklim belajar yang kondusif dan bermakna bagi siswa. Pada akhirnya penguasaan konsep siswa akan semakin berkembang. Salah satu masalah yang dihadapi dunia pendidikan dewasa ini adalah lemahnya proses pembelajaran. Proses pembelajaran dikelas hanya diarahkan kepada kemampuan anak untuk menghafal informasi tanpa dituntut untuk menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari (Sanjaya, 2008). Model dan pendekatan pembelajaran biologi yang sekarang ini dilaksanakan dipandang masih bersifat menghafal informasi tanpa menuntut pemahaman aplikatif dari dasar teori yang dipelajari ke arah terapannya. Hal ini berdampak pada lemahnya penguasaan konsep siswa terhadap materi biologi itu sendiri yang kemudian berlanjut pada rendahnya nilai hasil belajar pada mata pelajaran biologi.

Diperlukan usaha mengubah pembelajaran yang membuat siswa hanya mendengarkan dan menghafalkan saja, menjadi proses pembelajaran yang

menantang untuk mengembangkan kemampuan berpikirnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah belajar dengan cara memberikan masalah karena dalam belajar memecahkan masalah selain melatih siswa untuk menghubungkan konsep yang dimiliki dengan kehidupan nyata, selain itu siswa dituntut untuk mampu mengembangkan ide, solusi prototipe atau desain untuk menyelesaikan masalah yang dihadapinya. Agar siswa dapat memiliki kemampuan seperti yang disyaratkan dalam tujuan pengembangan kurikulum 2013, guru sebagai ujung tombak keberhasilan pendidikan dan terlibat langsung dalam pembelajaran, dituntut untuk mampu mengembangkan pembelajaran yang dapat menggali kemampuan siswa dalam mengembangkan keterampilan rekayasa dan penguasaan konsep.

Pendidikan STEM merupakan pendekatan yang mengintegrasikan antar empat disiplin ilmu, sains, teknologi, teknik (rekayasa) dan matematika serta memiliki beberapa cara untuk mengintegrasikannya (Bybee, 2010). Dalam pembelajaran STEM siswa diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep. Siswa diajak bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya. Hal ini menumbuhkan siswa untuk berpikir kritis, kreatif, analitis, dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Ismayani, 2016).

Akronim dari STEM (science, technology, engineering, dan mathematics). *National Science Foundation* AS pada tahun 1990-an meluncurkan kata STEM sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk menumbuhkan angkatan kerja bidang-bidang STEM, serta mengembangkan warga negara yang melek STEM, serta meningkatkan daya saing global AS dalam inovasi iptek (Rustaman, 2016). Tujuan STEM dalam dunia pendidikan sejalan dengan tuntutan pendidikan abad 21, yaitu agar peserta didik memiliki literasi sains dan teknologi nampak dari membaca, menulis, mengamati, serta melakukan sains, serta mampu mengembangkan kompetensi yang telah dimilikinya untuk diterapkan dalam menghadapi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang terkait bidang ilmu STEM (Bybee, 2013; National STEM Education Center, 2014). Di negara maju seperti di Amerika Serikat, Inggris,

Australia dan Jepang, pembelajaran menggunakan pendekatan STEM ini sangatlah populer. Penerapan pembelajaran STEM diharapkan dapat membentuk siswa yang siap bersaing di dunia kerja yang membutuhkan sumber daya manusia yang terampil dan profesional. Dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM, siswa tidak belajar sains secara terpisah, tetapi terintegrasi dengan teknologi, *engineering* (rekayasa), dan matematika (Anggita, 2016).

STEM dapat memberikan siswa salah satunya mempunyai peluang terbaik untuk mengalami pembelajaran di dunia nyata situasi, daripada belajar mata pelajaran STEM (Tsupros, Kohler, & Hallinen, 2009). Namun yang paling banyak metode umum penataan dan implementasi STEM pendidikan tidak “mencerminkan keterkaitan alami antara empat komponen STEM di dunia nyata penelitian dan pengembangan teknologi (NRC, 2009 hlm. 150). Ini memiliki konsekuensi parah bagi minat dan kinerja siswa manajemen dalam pendidikan STEM dan pengembangan STEM mereka melek huruf. Karena itu, penting untuk mempertimbangkan bagaimana Komponen STEM saling berhubungan. Karena teknik membutuhkan aplikasi matematika dan sains melalui pengembangan teknologi, dapat memberikan cara untuk mengintegrasikan disiplin STEM secara bermakna.

Pada pendekatan pembelajaran berbasis STEM terdapat proses pikir, desain, buat, dan uji (PDBU). Pada pelaksanaannya, setelah siswa selesai membuat proyek, proyek tersebut akan diuji apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Jika tidak, maka akan dilakukan pendesainan ulang. Proses ini dilakukan karena pembelajaran STEM lebih menekankan pada tahap *engineering* atau rekayasa, namun tetap beririsan dengan proses ilmiah (*scientific process*). Tahap rekayasa yang dimaksud adalah merancang suatu objek, proses ataupun sistem yang disesuaikan dengan kebutuhan atau keinginan manusia. Adapun solusi yang ditawarkan dalam pembelajaran STEM merupakan pemecahan masalah dari suatu kasus yang tidak biasa, seperti pembuatan kincir angin efisien, rumah tahan gempa, dan solusi dari semakin berkurangnya lahan tanam di daerah perkotaan (Anggita, 2016). Pada pembelajaran berbasis STEM lainnya, siswa melalui proses rekayasa desain (PDBU) yang sistematis sehingga melatih siswa

untuk memahami masalah dengan lebih mendalam, menggali lebih banyak gagasan solusi, menuangkan gagasan dengan desain yang lebih matang dan terencana, melakukan pembuatan produk dengan mengoptimalkan solusi yang sesuai desain dan menyempurnakan solusi melalui tahap proses pengujian (Lestari, 2017).

Penerapan sains sangat banyak ditemukan dalam produk-produk teknologi. Bisa jadi sebaliknya, sains ditemukan dari munculnya produk-produk teknologi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran sains dalam konteks teknologi dan rancang bangun sangat potensial meningkatkan literasi sains. Siswa dapat memaknai lebih dalam arti penting sains bagi perkembangan teknologi, dan sebaliknya. STEM (Science, technology, engineering and mathematics) education saat ini menjadi alternatif pembelajaran sains yang dapat membangun generasi yang mampu menghadapi abad 21 yang penuh tantangan (Permanasari, 2016). Banyak integrasi STEM upaya berputar menggunakan rekayasa dan rekayasa desain sebagai dorongan untuk belajar sains, matematika, dan konten teknologi. Dewan Riset Nasional Kerangka Kerja untuk Pendidikan Sains K-12 (2012) mengartikulasikan dan membahas peran rekayasa sebagai mekanisme dimana siswa dapat mempelajari konsep-konsep ilmiah yang bermakna (Moore et al, 2014).

Di Indonesia, Pembelajaran STEM belum populer jika dibandingkan di negara maju. Namun, pembelajaran STEM ini mulai dilirik pemerintah untuk dimasukkan ke dalam kurikulum sekolah (Republika, 2015). STEM di Indonesia masih dalam tahap berkembang, dan saat ini belum terdapat penilaian baku yang dapat diterapkan khusus untuk pembelajaran STEM, termasuk di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dikembangkan asesmen kinerja yang dapat diaplikasikan dalam pembelajaran STEM.

Istilah pembelajaran berbasis STEM muncul sebagai salah satu bentuk reformasi pendidikan yang dilakukan oleh Amerika Serikat sebagai jawaban atas kekhawatiran mereka yang kemajuan teknologinya merasa terkalahkan oleh negara-negara Asia. STEM dipercaya dapat menjadi salah satu solusi yang mungkin digunakan untuk meningkatkan berbagai keterampilan yang dibutuhkan

untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Tujuan pembelajaran STEM bukan hanya untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang sains, teknologi, *engineering*, dan matematika saja, akan tetapi agar siswa mampu menerapkan pengetahuan tersebut untuk memecahkan masalah-masalah yang kompleks yang mungkin akan mereka hadapi diluar ruang kelas (Bybee, 2013).

Sesuai dengan karakteristik implementasi pendidikan STEM, penilaian hasil belajar dalam konteks pembelajaran sains berbasis STEM perlu lebih menitikberatkan asesmen otentik, khususnya asesmen kinerja (*performance assessment*). Pembelajaran sains berbasis pendidikan STEM menuntut pergeseran metode penilaian, dari penilaian konvensional yang bertumpu pada ujian dengan tes kearah penilaian otentik yang bertumpu pada penilaian kinerja. Penilaian kinerja dengan menggunakan rubrik yang terancang baik perlu dilakukan guru, teman, serta peserta didik sendiri terhadap kinerja peserta didik selama aktivitas belajar serta produk hasil kerja kolaboratif untuk mengungkap ketercapaian standar hasil pembelajaran.

Pada penelitian ini, asesmen kinerja digunakan pada materi rekayasa tanam (tanaman sayuran). Materi ini merupakan konsep yang kontekstual dengan kehidupan sehari-hari. Terdapat suatu masalah yang dapat diangkat dari materi ini untuk dipecahkan melalui pembelajaran STEM, seperti berkurangnya lahan pertanian untuk menanam tanaman sayuran di daerah perkotaan, kualitas mutu sayuran yang dihasilkan kurang memuaskan, dan gagal panen. Berdasarkan masalah tersebut, siswa akan memikirkan ide atau solusi agar masyarakat dapat memahami masalah yang terjadi pada saat melakukan penanaman sayuran atau akan melakukan kegiatan bercocok tanam. Pada materi ini siswa dapat berinteraksi dengan alam secara langsung untuk melakukan praktikum dari ide atau solusi yang mereka hasilkan. Adapun melalui pembelajaran berbasis STEM ini siswa dilatih untuk menemukan masalah yang harus mereka pecahkan, menemukan ide atau solusi dari masalah yang mereka temukan, merancang solusi untuk memecahkan masalah, melakukan pembuktian dengan cara melakukan eksperimen atau menguji desain yang telah mereka buat. Oleh karena itu, asesmen kinerja yang diintegrasikan dengan pembelajaran berbasis STEM menjadi acuan

penilaian yang sesuai untuk digunakan dalam menilai engineering design skills siswa.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan sekolah yang digunakan peneliti untuk melakukan penelitian ini. SMK merupakan salah satu jenjang pendidikan yang cocok dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEM. Hal ini dikarenakan pendidikan SMK memiliki tujuan seperti yang tercantum pada Undang-undang No. 20 Tahun 2003, yaitu menciptakan peserta didik yang ahli di dibidang yang dipilihnya, sehingga dapat berkompotensi secara profesional, baik dari segi pengetahuan maupun teknologi (Kemendikbud, 2003). Dalam sistem pembelajaran di SMK, siswa lebih sering melakukan praktek dibandingkan menerima teori. Hal ini terlihat dari jam pelajaran pada mata pelajaran produktif dan jam pelajaran normatif ataupun adaptif. Pada mata pelajaran produktif, satu kali pertemuan terdiri dari 6 jam pelajaran, sedangkan mata pelajaran normatif ataupun adaptif maksimal 4 jam pelajaran. Oleh karena itu, dengan jam pelajaran yang relatif lama untuk satu pertemuannya, maka sangat dimungkinkan dilakukan pembelajaran berbasis STEM.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang inilah, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Engineering Design Skills dan Penguasaan Konsep pada materi Rekayasa Tanam melalui pembelajaran STEM*”. Dari masalah tersebut dijabarkan menjadi beberapa pertanyaan penelitian seperti berikut :

1. Bagaimana pencapaian *Engineering design skills* siswa melalui pembelajaran STEM?
2. Bagaimana Pembelajaran STEM terhadap penguasaan konsep siswa?

## **C. Tujuan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah menganalisis pencapaian *Engineering Design Skills dan Penguasaan Konsep pada materi Rekayasa Tanam melalui pembelajaran STEM* dalam menghasilkan ide, solusi atau desain yang baru untuk dimasa yang akan datang.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini diharapkan sebagai berikut :

##### 1. Manfaat Teoritis

Hasil atau temuan dari penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi terhadap pengembangan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) di Indonesia baik di dalam disiplin ilmu Biologi ataupun dalam menyiapkan lulusan yang berkualitas dan mampu bersaing secara global, dan menguasai perkembangan teknologi merupakan hal yang penting untuk semua orang dan penting bagi masa depan suatu negara. Selain itu penelitian ini bisa digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains yang merupakan salah satu tantangan bagi para guru atau dosen.

##### 2. Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan masukan kepada guru dan para pembaca maupun sebagai referensi sehingga dapat mengembangkan kegiatan pembelajaran dan menciptakan situasi kondusif yang dapat berkontribusi dalam menyiapkan serta mengasah standar keahlian siswa dan kemampuan engineering yang dimiliki oleh masing-masing siswa dalam menghadapi Abad 21. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memotivasi para penggiat pendidikan khususnya guru atau dosen di bidang keilmuan Biologi untuk memfasilitasi, mengembangkan keahlian siswa agar berkembang secara optimal dalam upaya membangun pemahaman, dan kemampuan siswa yang lebih baik (Firman. H, 2015).

#### **E. Struktur Organisasi Tesis**

Tesis ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut:

##### Bab I Pendahuluan

Dalam bab tersebut dijabarkan latar belakang masalah yang mendasari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta struktur organisasi tesis.

##### Bab II Kajian Pustaka

Dalam bab tersebut dijabarkan tentang pembelajaran sains berbasis *science, technology, engineering, dan mathematics* (STEM), *Engineering design skills*, penguasaan konsep siswa, asesmen kinerja, serta hasil temuan penelitian lain yang relevan dengan penelitian yang dilaksanakan peneliti.

### Bab III Metode Penelitian

Dalam bab tersebut dijabarkan tentang metode penelitian yang digunakan, partisipan, populasi dan sampel, definisi operasional, variabel penelitian, instrumen yang digunakan, teknik pengumpulan data yang dilaksanakan, langkah analisis data hasil uji coba instrumen, serta jadwal pelaksanaan penelitian.

### Bab IV Temuan dan Pembahasan

Dalam bab tersebut dijabarkan tentang temuan penelitian berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data mengenai *Engineering Design Skills* dan penguasaan konsep siswa kelas XI di sekolah SMK PP Lembang, serta pembahasan temuan penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian yang terdapat pada Bab I.

### Bab V Simpulan dan Rekomendasi

Dalam bab tersebut dijabarkan tentang simpulan yang merupakan hasil penting penemuan mengenai *design engineering skills* dan penguasaan konsep siswa, serta rekomendasi yang diajukan peneliti bagi pihak sekolah, guru, dan peneliti lain yang tertarik untuk melanjutkan penelitian.