

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini manusia berada pada revolusi industri 4.0 yang secara mendasar mengubah cara manusia bekerja, hidup dan berhubungan satu sama lain. Milyaran orang tak terbatas terhubung melalui teknologi yang semakin berkembang yang dapat membantu menyelesaikan permasalahan atau pekerjaan manusia. Banyaknya tantangan yang beragam dan menarik akibat transformasi teknologi yang kita hadapi saat ini, paling penting adalah perubahan keterampilan manusia dalam menghadapi revolusi industri 4.0 (Schwab, 2016). Hadirnya revolusi industri 4.0 memberikan dampak yang cukup besar tidak hanya pada bidang ekonomi, pemerintah, masyarakat tetapi juga berpengaruh pada sistem pendidikan yang melahirkan pendidikan 4.0 (Hussin, 2018).

Memasuki pendidikan 4.0, sistem pendidikan dihadapkan pada perubahan teknologi yang semakin canggih, cepat dan mudah diakses. Perkembangan tersebut mempengaruhi baik ditingkat pendidikan menengah maupun di pendidikan tinggi sehingga peserta didik perlu dilatih dan bukan lagi diajarkan. Hal ini menuntut sistem pendidikan di Indonesia untuk menciptakan lulusan yang kreatif, kompetitif dan memiliki kombinasi skill yang berbeda dengan yang diberikan oleh perguruan tinggi selama ini (OECD, 2007). Dengan demikian, perguruan tinggi memiliki peran untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas, mampu mengendalikan teknologi, dan mampu menghasilkan inovasi teknologi dari pengetahuannya untuk berkembang sejalan dengan tuntutan revolusi industri 4.0.

Keberhasilan suatu negara dalam menjawab tuntutan tersebut, salah satunya dapat diprediksi melalui *Global Innovation Index* (GII) yang mengukur tingkat kemampuan inovasi suatu negara. Inovasi dan teknologi sering dilihat sebagai suatu istilah yang berhubungan satu sama lain. Suatu pengembangan teknologi melibatkan aktivitas inovasi dimulai dari mengatur sumber daya, pembaharuan

fungsi, bentuk dan rencana yang disesuaikan dengan tujuan strategis dari penciptanya (Preez, *et al*, 2013).

Hasil studi GII dari tahun 2005 hingga 2018 yang diselenggarakan oleh *World Intellectual Property Organization* (WIPO) diikuti oleh 127 negara menunjukkan bahwa Indonesia masih memiliki tingkat inovasi yang dipandang masih rendah. Studi GII terbaru tahun 2018, Indonesia menduduki peringkat ke-85 dengan unggul pada area bidang pasar dan lingkungan bisnis sementara, lemah yakni pada area bidang produk berbasis pengetahuan dan teknologi serta produk kreatif (WIPO, 2018).

Prediksi kemajuan suatu negara juga dapat dilihat dari *Global Competitiveness Index* (GCI) yang diselenggarakan oleh *World Economic Forum* (WEF). Studi GCI menunjukkan bahwa tingkat kesiapan teknologi dan efisiensi pasar tenaga di Indonesia terbilang masih rendah yakni pada peringkat dunia ke-80 dan 96 secara berurutan (WEF, 2018). Baik GII dan GCI menunjukkan bahwa butuh banyak upaya yang perlu dilakukan oleh Indonesia untuk mendukung dan memperkuat inovasi dalam perkembangan teknologi. Maka dari itu, masyarakat Indonesia perlu meningkatkan keterampilan kerja dengan teknologi digital (ILO, 2017).

Menurut *United Nations Development Programs* (2018) pendidikan yang berkualitas menentukan tingkat kemampuan inovasi pengetahuan dan teknologi suatu negara. Sejalan dengan itu, kemampuan inovasi bergantung pada pengetahuan ilmiah terkait pemahaman konten sains yang baik (OECD, 2007). Penggunaan pengetahuan ilmiah dalam melibatkan konten sains dalam konteks teknologi tertentu merupakan kemampuan literasi sains (Bybee & Fuchs, 2006). Studi PISA (*Program for International Student Assessment*) yang dilakukan OECD (*Organisation for Economic Coperation and Development*) tahun 2000-2015 menunjukkan bahwa kemampuan literasi peserta didik Indonesia dipandang rendah. Tidak ada peserta didik Indonesia yang berada pada level 5 dan level 6 (OECD, 2001-2016). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian peserta didik Indonesia memiliki

pengetahuan ilmiah terbatas cukup pada pemahaman konsep yang mereka mengerti.

Pencapaian literasi sains peserta didik juga tidak cukup hanya pada pencapaian literasi lama (membaca, menulis dan matematika). Aoun (2017) menyatakan perlunya literasi baru yakni literasi data, literasi kemanusiaan dan literasi teknologi. Untuk memiliki kemampuan tersebut, peserta didik harus memiliki komponen penting dalam dimensi literasi sains yaitu pemahaman yang baik terhadap hakikat sains atau *Nature of Sains* (NOS) (Shwartz, *et al.*, 2005). NOS memudahkan seseorang untuk menggunakan prinsip dan proses ilmiah dalam pembuatan keputusan dan bergabung dalam diskusi ilmiah terkait masyarakat (Lagowski, 1995).

Pencapaian literasi teknologi dipandang penting oleh para pakar pendidik untuk memasukan pemahaman hakikat teknologi atau *Nature of Technology* (NOT) dalam pembelajaran sains. Hal ini dikarenakan penggunaan teknologi yang semakin canggih memberikan banyak pengaruh pada masyarakat dan sains serta keterlibatannya dalam pembelajaran (Tairab, 2001). Keduanya baik sains dan teknologi merupakan hal berbeda tetapi saling berhubungan satu sama lain (Bybee & Fuchs, 2006). Untuk dapat menguasai NOS dengan baik maka perlu melibatkan NOT dalam pembelajaran (Tala, 2009). Hal tersebut akan membantu persepsi peserta didik dalam memandang teknologi bukan sekedar sebagai produk semata, tetapi memandang teknologi sebagai proses sehingga peserta didik termotivasi dalam mempelajari sains (Ankiewicz, 2016).

Aktivitas peserta didik untuk memiliki cara pandang terhadap sains dan teknologi yang benar dapat diberikan dengan kebermaknaan dalam pembelajaran. Pembelajaran yang menarik dan penguasaan materi yang dimiliki oleh pendidik sains tidaklah cukup untuk mengajarkan konsep sains tanpa memahami NOS (McComas, 2003). Peserta didik yang memiliki cara pandang sains dan teknologi dengan baik salah satunya didukung oleh pendidik yang juga menguasai NOS dan NOT. Oleh karena itu, pendidik harus menguasai cara pandang terhadap hakikat

sains dan teknologi atau *View of Nature of Sains and Technology* (VNOST) untuk mengajarkan peserta didik dalam memahami konsep sains.

Salah satu cara untuk memahami VNOST adalah dengan mengintegrasikan kedua aspek sains dan teknologi dalam aktivitas ilmiah yang disebut *Technoscience Education* atau Pembelajaran Teknosains. Pembelajaran Teknosains dapat diartikan sebagai cara bagaimana mengetahui dan bekerja suatu teknologi berkembang dengan penjelasan sains ataupun sebaliknya, sains dapat menjadi suatu gagasan yang membawa teknologi itu menjadi ada (Chamizo, 2013). Teknosains menjelaskan bahwa teknologi dalam sains menjadi aspek penting dalam membantu proses pemahaman sains. Penerapan teknoains dalam pembelajaran kimia dimulai dengan memastikan bahwa peserta didik beralih dari model ke membangun model, yaitu pemodelan untuk menjelaskan konten kimia tertentu (Tala, 2009). Teknosains dalam bidang kimia disebut dengan *Technochemistry* (Chamizo, 2013).

Pembelajaran Teknosains yang dipilih pada penelitian ini adalah Pembelajaran Teknokimia dengan menggunakan material cairan ionik sebagai model. Cairan ionik memiliki keterkaitan yang kuat antara aspek sains dan teknologi didalamnya. Sains dan teknologi dijumpai oleh suatu rekayasa atau *engineering*. Kemudahan rekayasa pada garam cairan ionik dapat disesuaikan dengan teknologi yang diinginkan. Rekayasa pada kation pada garam cairan ionik (misal kation *imidazolium* menjadi *fatty imidazolinium* yang memiliki ikatan rangkap dan gugus amida) dapat mengubah sifat fisikokimianya (Hardian, Mudzakir, & Sumarna, 2010).

Rekayasa pada cairan ionik dapat dilakukan pada rekayasa kation yakni dengan mengubah kation menjadi tidak simetris pada struktur molekulnya sehingga memiliki titik leleh yang lebih rendah. Rekayasa gugus alkil pada kation *imidazolium* dapat dilakukan untuk mendapatkan sifat fisikokimia yang diinginkan. Rekayasa molekul cairan ionik dapat dilakukan dengan mudah bahkan dapat dilakukan oleh peserta didik sekolah menengah sekalipun. Salah satu teknologi yang menjanjikan dan berpotensi memenuhi tantangan masa depan dalam

penggunaan jangka panjang adalah pemanfaatan sumber energi sel surya dengan menggunakan tipe sel surya organik.

Sel surya organik yang direkayasa menggunakan pewarna organik diekstrak dari tanaman untuk meniru proses tanaman dan ganggang tertentu mengkonversi sinar matahari menjadi energi layaknya proses fotosintesis. Teknologi ini dilakukan untuk mendapatkan material elektrolit redoks baru dari sel surya tersensitasi zat warna atau *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC). Meskipun sel-sel surya masih dalam tahap relatif awal pengembangan, namun DSSC memberikan solusi perolehan energi listrik dengan biaya murah dan pabrikasi yang relatif mudah dibandingkan alternatif perolehan energi listrik seperti pada sel surya silikon yang mahal. DSSC juga merupakan calon yang menarik sebagai sumber energi baru terbarukan (Cass, 2008).

Penelitian sebelumnya terkait pembelajaran DSSC telah dilakukan oleh Chien, Su, Chou, & Li (2018) yang berorientasi pada pembelajaran DSSC melalui latihan laboratorium guna memberikan visualisasi perubahan energi cahaya menjadi energi listrik dan memahami prinsip kerja surya sel serta menambah konsep penggunaan tanaman. Penelitian pembelajaran DSSC oleh Smith, Crone, & Subramanian (2013) yang berorientasi pada demonstrasi energi surya menggunakan bahan rumah tangga yang ramah lingkungan guna menunjukkan kemudahan teknologi yang mudah dimengerti oleh peserta didik. Pembelajaran DSSC oleh Enciso, Luzuriaga, & Botasini (2018) berkaitan dengan pembelajaran aplikatif ilmu dasar kimia melalui mikrokontroler open-source dan sel surya sebagai saklar yang bergantung pada kondisi pencahayaan ruangan.

Penelitian pendukung lainnya pada tataran universitas telah dihasilkan produk antara lain sintesis dan karakterisasi kristal cair ionik berbasis garam *fatty imidazolinium* sebagai elektrolit redoks pada DSSC (Hardian, 2010), pengembangan kit dan prosedur praktikum DSSC dan potensinya untuk membangun literasi sains peserta didik SMA (Lestari, 2016), dan rekonstruksi bahan ajar DSSC untuk meningkatkan kemampuan VNOST mahasiswa calon guru kimia (Ramadani, 2018) melalui ujicoba keterbacaan dalam skala terbatas (10

Dian Mustikasari, 2019

DESAIN DIDAKTIS PEMBELAJARAN *DYE SENSITIZED SOLAR CELLS* UNTUK PENGUATAN *VIEW OF NATURE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY* MAHASISWA CALON GURU KIMIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

mahasiswa responden). Penelitian yang telah dilakukan tersebut belum diimplementasikan di kelas serta keterkaitannya dengan VNOST mahasiswa calon guru kimia juga belum dipelajari.

Berdasarkan penelitian terdahulu maka penelitian ini membahas mengenai **Disain Didaktis Pembelajaran *Dye Sensitized Solar Cells* untuk Penguatan *View Nature of Sains and Technology* Mahasiswa calon guru Kimia**. Penelitian ini penting dilakukan berdasarkan hasil studi GCI, GII dan PISA yang menunjukkan rendahnya tingkat inovasi yang dipengaruhi oleh kurangnya pemahaman sains dan teknologi yang dipandang sebagai masalah serius dan perlu dicarikan jalan pemecahannya dengan baik dan komprehensif.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, diketahui beberapa masalah yang terjadi dalam proses pembelajaran yaitu:

1. Pentingnya menciptakan lulusan yang berkualitas, kompetitif, dan kreatif sehingga memiliki daya saing tinggi dalam menghadapi perkembangan revolusi industri 4.0.
2. Rendahnya tingkat inovasi teknologi di Indonesia terhadap pengetahuan sains dan kesiapan teknologi berdasarkan hasil studi GCI dan GII di Indonesia.
3. Pentingnya pencapaian dan peningkatan pada literasi sains peserta didik di Indonesia baik literasi lama maupun literasi baru.
4. Perlunya penguasaan mahasiswa calon guru terhadap *View of Nature of Science and Technology* sebagai salah satu dimensi utama dalam pencapaian literasi sains lama ataupun literasi baru.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka permasalahan umum yang akan dijawab pada penelitian ini adalah “bagaimana desain didaktis pembelajaran *Dye Sensitized Solar Cells* yang dapat digunakan untuk penguatan *View of Nature*

*of Science and Technology* mahasiswa calon guru kimia?”. Permasalahan tersebut diuraikan menjadi pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pemahaman awal (sebelum) dan akhir (sesudah) *View of Nature of Science and Technology* mahasiswa calon guru kimia?
2. Bagaimana *Learning Obstacle* (hambatan belajar) yang dihadapi oleh mahasiswa calon guru kimia dalam memahami *Dye Sensitized Solar Cells*?
3. Bagaimana pola konstruksi pemahaman *View of Nature of Science and Technology* yang diperoleh oleh mahasiswa calon guru kimia?
4. Bagaimana potensi desain didaktis pembelajaran *Dye Sensitized Solar Cells* untuk menguatkan pemahaman *View of Nature of Science and Technology* mahasiswa calon guru kimia?

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan maka tujuan utama pada penelitian ini adalah “Untuk mengetahui desain didaktis pembelajaran *Dye Sensitized Solar Cells* yang dikembangkan untuk penguatan *View of Nature of Science and Technology* mahasiswa calon guru kimia”. Tujuan lain yang ingin diperoleh adalah didapatkannya informasi mengenai hambatan belajar konsep kimia pada konteks teknologi *Dye Sensitized Solar Cells*, pola konstruksi pemahaman *View of Nature of Science and Technology* serta rancangan desain didaktis yang memuat keduanya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat dicapai dari beberapa segi praktis sebagai berikut:

1. Bagi pendidik, hasil penelitian ini dapat memberikan suatu produk berupa desain didaktis bermuatan *View of Nature of Science and Technology* pada konteks teknologi *Dye Sensitized Solar Cells*.
2. Bagi peneliti, dapat dijadikan sebagai bahan rujukan terkait desain didaktis khususnya dengan konteks *Dye Sensitized Solar Cells*.

Dian Mustikasari, 2019

DESAIN DIDAKTIS PEMBELAJARAN *DYE SENSITIZED SOLAR CELLS* UNTUK PENGUATAN *VIEW OF NATURE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY* MAHASISWA CALON GURU KIMIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## 1.6 Definisi Operasional

Agar penelitian ini lebih terarah maka penelitian ini dibatasi pada proses pembelajaran untuk menguatkan pemahaman *View of Nature of Science and Technology* melalui desain didaktis pembelajaran *Dye Sensitized Solar Cells* untuk mahasiswa calon guru kimia.

### 1. Desain Didaktis

Suatu teknik pengelolaan dalam kegiatan belajar mengajar untuk mencari pemecahan masalah-masalah dengan mengoptimalkan interaksi antara pendidik, peserta didik dan materi yang diajarkan untuk memperbaiki pendidikan.

### 2. *View of Nature of Science and Technology* (VNOST)

VNOST merupakan suatu pandangan atau konsepsi yang dimiliki seseorang terhadap hakikat sains dan teknologi. Pemahaman terhadap hakikat sains dan teknologi merupakan salah satu komponen penting dari literasi sains yang dapat dijadikan indikator ketercapaian literasi sains.

### 3. *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC)

DSSC adalah sel surya yang dapat mengkonversi energi foton menjadi energi listrik dan dibentuk dengan struktur sandwich serta memiliki tiga bagian utama yaitu kaca konduktor, TiO<sub>2</sub> dan dye alami.

## 1.7 Struktur Organisasi Tesis

Tesis ini terdiri atas lima (5) bab. Setiap bab memiliki isi yang berbeda dan saling berkaitan. Rincian tentang isi dari masing-masing bab diuraikan sebagai berikut. Bab 1 berisi tentang latar belakang masalah yang diikuti oleh identifikasi masalah dan rumusan masalah. Kemudian dilanjutkan dengan tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika tesis atau struktur organisasi tesis.

Bab 2 berisi tentang tinjauan pustaka yang diantaranya membahas literasi sains dan *View of Nature of Science and Technology*, pendidikan tekno-sains, cairan

ionik dan elektrolit redoks dalam sel surya tersensitasi pewarna sebagai Model pendidikan teknokimia, desain didaktis dan pola konstruksi yang merupakan dasar dalam landasan penelitian. Setelah pembahasan mengenai teori yang dijadikan landasan penelitian, disajikan kerangka pikir penelitian dalam bentuk narasi maupun bagan.

Bab 3 berisi tentang metode penelitian dan pengembangan produk penelitian yang meliputi desain penelitian, objek dan subjek penelitian, instrumen penelitian. Selanjutnya diikuti oleh prosedur penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik pengolahan data.

Bab 4 membahas tentang gambaran *View of Nature of Science and Technology* mahasiswa calon guru kimia, gambaran prakonsepsi kimia terkait konteks teknologi *Dye Sensitized Solar Cells*, pola konstruksi *View of Nature of Science and Technology* yang dibangun oleh mahasiswa calon guru kimia, dan potensi desain didaktis pembelajaran *Dye Sensitized Solar Cells* untuk penguatan *View of Nature of Science and Technology*. Selanjutnya diikuti oleh bab 5 yang merupakan penutup. Bab 5 berisi kesimpulan, implikasi, saran dan rekomendasi.