

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. Literasi Sains

Secara harfiah, literasi berasal dari kata *literacy*, yang berarti melek huruf atau gerakan pemberantasan buta huruf (Echols dan Shadily, 1990). Sedangkan istilah sains berasal dari kata *science* yang berarti ilmu pengetahuan. Sains merupakan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis untuk menguasai pengetahuan, fakta-fakta, konsep-konsep, prinsip-prinsip, proses penemuan dan memiliki sikap ilmiah (Depdiknas, 2003, hlm.6). Literasi sains menurut PISA 2015, yaitu kemampuan mempelajari isu-isu yang berhubungan dengan sains dan gagasan-gagasan sains sebagai cerminan warga negara yang baik. Seseorang yang memiliki kemampuan literasi sains mampu mengaitkan berbagai alasan dari permasalahan yang berhubungan dengan sains dan teknologi (OECD, 2016, hlm. 20). Menurut Poedjiadi (2010, hlm. 123), seseorang yang memiliki kemampuan literasi sains adalah orang yang memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan konsep-konsep sains yang diperoleh dalam pendidikan sesuai dengan jenjangnya serta mengenal produk teknologi yang ada di sekitarnya dan dampaknya, serta mampu menggunakan dan memeliharanya.

Berdasarkan ketiga definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa literasi sains adalah kemampuan seseorang menggunakan ilmu pengetahuan atau konsep-konsep sains yang dimilikinya untuk dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sains dan teknologi. Berikut ini aspek literasi sains menurut OECD (2016, hlm. 21) pada PISA 2015 terdiri dari empat domain atau aspek yang saling berkaitan. Berikut ini penjelasan singkat dari empat aspek tersebut.

Tabel 2.1  
Aspek literasi sains pada PISA 2015

|             |   |
|-------------|---|
| Konteks     | Personal, isu lokal/nasional dan global, baik yang saat ini dan masa lampau yang membutuhkan pemahaman sains dan teknologi.   |
| Pengetahuan | Memahami fakta, konsep dan penjelasan teori yang membentuk dasar dari pengetahuan sains, seperti pengetahuan alam dan perkakas peradaban kuno, teknologi (pengetahuan konten), bagaimana pengetahuan dihasilkan (pengetahuan prosedural) dan pemahaman yang mendasari pemikiran untuk berbagai prosedur dan dasar kebenaran yang digunakan (pengetahuan epistemik). |
| Kompetensi  | Kemampuan untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan mendesain pertanyaan ilmiah dan menginterpretasi data serta fakta/bukti secara ilmiah.   |
| Sikap       | Sikap yang menunjukkan ketertarikan terhadap sains dan teknologi, penilaian   |

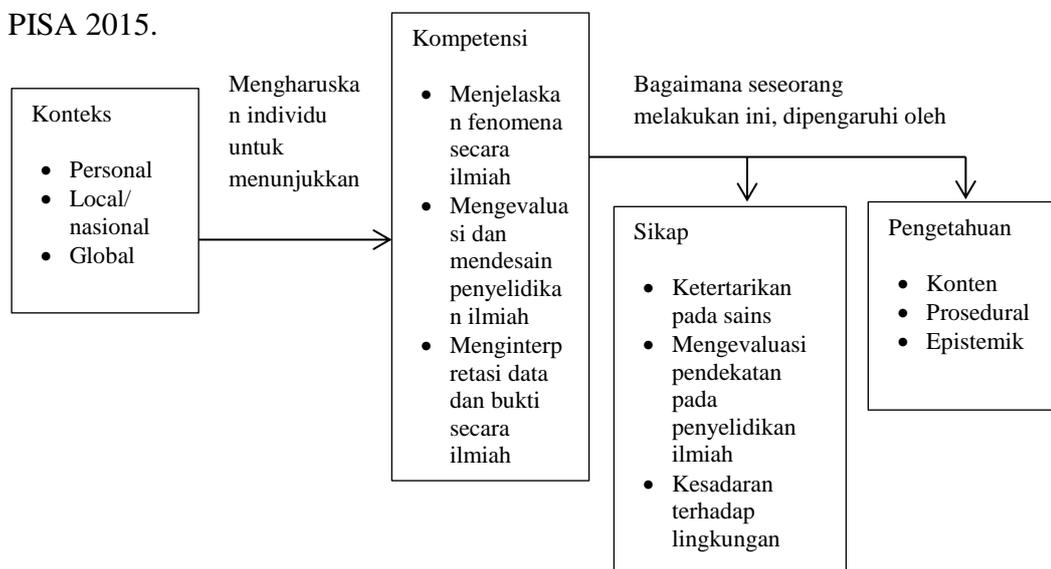
**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

|  |  |
|--|--|
|  | pendekatan sains dan penyelidikan yang tepat dan persepsi serta kesadaran mengenai isu atau permasalahan lingkungan. |
|--|--|

Di bawah ini gambar hubungan antara ke empat aspek dalam literasi sains pada PISA 2015.



(OECD, 2016, hlm. 21)

Gambar 2.1 Hubungan keempat aspek literasi sains pada PISA 2015

Berdasarkan gambar di atas, hubungan antara keempat aspek dari PISA 2015, yaitu aspek konteks dapat menunjukkan kompetensi siswa, kompetensi yang ditunjukkan siswa dipengaruhi oleh aspek sikap dan pengetahuan.

Berikut ini penjelasan rinci keempat aspek dalam literasi sains pada PISA 2015 menurut OECD (2016, hlm. 20-37).

### 1. Aspek Konteks

Literasi sains pada PISA tidak terbatas pada konteks sains sekolah. Penilaian literasi sains pada PISA 2015, fokus pada situasi yang berhubungan dengan diri sendiri, keluarga dan teman sebaya (personal), masyarakat (lokal/nasional) dan kehidupan di seluruh dunia (global). Topik berbasis teknologi dapat digunakan sebagai konteks yang umum. Adapun konteks yang dipilih berdasarkan relevansi, minat dan kehidupan siswa yaitu, kesehatan dan penyakit, sumber daya alam, lingkungan, bahaya dan perkembangan teknologi.

Annisa Oktaviani, 2017

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

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

Salah satu konteks yang digunakan dalam penilaian literasi sains pada PISA 2015 adalah teknologi. Berdasarkan hal itu, perlu adanya suatu pandangan dan pendekatan baru yang menggabungkan sains dan teknologi dalam pembelajaran. Tala (2009, hlm.275) mengungkapkan bahwa peran kognitif teknologi yang sangat penting di dalam konstruksi pengetahuan sains, menunjukkan diperlukannya suatu pandangan baru yang menyatukan sains dan teknologi serta pertimbangannya dalam pendidikan sains. Pandangan tersebut kini dikenal sebagai tekno-sains. Latour (dalam Tala, 2009, hlm. 276) mengemukakan pengertian tekno-sains sebagai perluasan makna dari sains dan teknologi karena tuntutan perubahan sosial yang meliputi aspek produksi, konsumsi, dan distribusi data.

Tala (2009, hlm. 276) mengemukakan bahwa hubungan antara sains dan teknologi dapat digambarkan melalui dua jalur, yaitu teknologi berbasis sains dan sains berbasis teknologi. Jalur pertama, yaitu teknologi berbasis sains, menggambarkan bahwa sains dikembangkan agar dapat diterapkan di dalam solusi praktis sehingga diciptakan suatu teknologi baru. Sementara itu, jalur kedua, yaitu sains berbasis teknologi, menggambarkan bahwa pengembangan suatu konsep atau teori sains memerlukan bantuan teknologi untuk melakukan interpretasi data terhadap fenomena yang terjadi. Chair, dkk (1989, hlm. 13) juga mengungkapkan bahwa sains menjelaskan apa yang terlihat atau yang dapat diobservasi dan teknologi memberikan solusi untuk permasalahan yang ada di lingkungan masyarakat. Dua pendapat ahli ini menunjukkan bahwa meskipun pada dasarnya terdapat perbedaan antara sains dan teknologi, namun kedua aspek tersebut tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

Menurut Ruiz dkk (2014, hlm. 90), tekno-sains berfokus pada siswa untuk memfasilitasi pemahaman akan pengalaman dan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dengan cara menerapkan hasil pembelajaran di lingkungan sosial dan memberi siswa partisipasi dalam pengambilan keputusan pada isu sosial yang berkaitan dengan sains dan teknologi. Adapun tujuan umum pembelajaran tekno-sains menurut Ruiz dkk (2014, hlm. 90), yaitu: meningkatkan literasi ilmiah dan teknologi siswa, membangun minat terhadap ilmu pengetahuan

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

dan teknologi pada diri siswa, mempromosikan kontekstualisasi sosial penelitian ilmiah dan membantu siswa memperbaiki pemikiran kritis, penalaran logis, pemecahan masalah kreatif dan membuat keputusan.

## 2. Aspek Kompetensi

Terdapat tiga kompetensi untuk literasi sains pada PISA 2015 yang harus dimiliki siswa untuk konteks yang telah ditentukan.

### a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah

Mengenali, memberi dan mengevaluasi berbagai penjelasan mengenai berbagai fenomena alam dan teknologi, seperti:

- a) Mengingat kembali dan menerapkan pengetahuan sains yang tepat.
- b) Mengidentifikasi, menggunakan, dan membuat model serta gambaran yang bersifat menjelaskan.
- c) Membuat prediksi dan memberikan alasannya dengan tepat.
- d) Menyarankan hipotesis yang bersifat menjelaskan.
- e) Menjelaskan implikasi pengetahuan ilmiah yang berguna untuk masyarakat.

### b. Mengevaluasi dan mendesain pertanyaan ilmiah

Menjelaskan dan menilai penyelidikan ilmiah serta mengajukan cara untuk merumuskan pertanyaan secara ilmiah, seperti:

- a) Mengidentifikasi pertanyaan penyelidikan dalam suatu studi ilmiah.
- b) Membedakan antara pertanyaan yang dapat dan yang tidak dapat diselidiki secara ilmiah.
- c) Mengajukan cara untuk pertanyaan penyelidikan secara ilmiah.
- d) Mengevaluasi cara menyelidiki pertanyaan yang diberikan secara ilmiah.
- e) Menjelaskan dan mengevaluasi bagaimana ilmuwan memastikan data bersifat reliabel, serta penjelasan bersifat objektif dan dapat digeneralisasi.

### c. Menginterpretasi data dan fakta secara ilmiah

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

Menganalisis dan mengevaluasi data, klaim, dan argumen ilmiah dalam berbagai representasi serta menarik kesimpulan yang tepat, seperti:

- a) Mengubah data dari satu representasi ke representasi lainnya.
- b) Menganalisis dan menafsirkan data serta menarik kesimpulan dengan tepat.
- c) Mengidentifikasi asumsi, fakta, dan penalaran di dalam teks yang berhubungan dengan sains.
- d) Membedakan antara argumen yang berlandaskan dengan yang tidak berlandaskan teori dan fakta ilmiah.
- e) Mengevaluasi argumen dan fakta ilmiah dari berbagai sumber (misalnya koran, internet, jurnal).

### **3. Aspek Pengetahuan**

#### **a. Pengetahuan Konten**

Pada aspek pengetahuan, konten pengetahuan literasi sains pada PISA terdiri dari bidang ilmu fisika, kimia, biologi, bumi dan ruang angkasa. Konten pengetahuan literasi sains untuk bidang ilmu fisika, yaitu:

- a) Struktur materi (contoh: model partikel, ikatan)
- b) Sifat materi (contoh: perubahan wujud, termal dan konduktivitas elektrik)
- c) Perubahan kimia pada materi (contoh: reaksi kimia, transfer energi, asam/basa)
- d) Energi dan perubahannya (contoh: konservasi, penghamburan, reaksi kimia)
- e) Interaksi antara energi dengan materi (contoh: panjang gelombang cahaya dan radio, panjang gelombang bunyi dan gempa bumi)

#### **b. Pengetahuan Prosedural**

Pengetahuan prosedural dapat dianggap sebagai pengetahuan tentang prosedur standar yang digunakan ilmuwan untuk mendapatkan data yang valid. Pengetahuan semacam ini diperlukan agar siswa dapat melakukan penyelidikan ilmiah dan terlibat dalam tinjauan fakta yang digunakan untuk mendukung pernyataan tertentu. Pengetahuan prosedural untuk literasi sains pada PISA, seperti:

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

- a) Konsep variabel, termasuk variabel bebas, terikat dan kontrol.
- b) Konsep perhitungan, seperti kuantitatif, kualitatif, dan penggunaan skala variabel kontinyu.
- c) Cara menaksir dan meminimalisir ketidakpastian, seperti pengulangan perhitungan.
- d) Cara umum meringkas dan merepresentasikan data menggunakan tabel, grafik dan carta serta penggunaannya secara tepat.

#### c. Pengetahuan Epistemik

Menurut Duschl (dalam OECD, 2016, hlm. 27), pengetahuan epistemik mengacu pada pemahaman tentang peran konsepsi dan penentuan ciri-ciri yang utama bagi proses pembentukan pengetahuan dalam sains. Seseorang yang memiliki pengetahuan semacam ini bisa menjelaskan perbedaan teori ilmiah dan hipotesis dengan fakta ilmiah dan observasi.

Konstruksi dan fitur pendefinisian sains pada pengetahuan epistemik, yaitu:

- a) Dasar dari observasi ilmiah, fakta, hipotesis, model dan teori.
- b) Fungsi dan tujuan sains (untuk menghasilkan penjelasan tentang alam) yang membedakannya dengan teknologi (untuk menghasilkan solusi optimal bagi kebutuhan manusia) serta hal yang mendukung pertanyaan dan data yang tepat baik ilmiah maupun teknologi.
- c) Nilai sains seperti komitmen untuk publikasi, objektivitas dan eliminasi bias.
- d) Dasar pemikiran yang digunakan dalam sains seperti deduktif, induktif, kesimpulan dan penjelasan terbaik serta analogi dan berbasis model.

#### 4. Aspek Sikap

Salah satu tujuan pendidikan sains adalah mengembangkan sikap yang mengarahkan siswa untuk terlibat dengan isu-isu ilmiah. Sikap menjadi bagian dari literasi sains. Aspek sikap untuk literasi sains meliputi ketertarikan pada sains dan teknologi, kesadaran lingkungan dan menilai pendekatan ilmiah untuk penyelidikan. Ketiga bidang pada aspek ini dianggap sebagai inti dari literasi sains

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

dan dipilih karena merupakan sikap positif terhadap sains, kepedulian terhadap lingkungan, cara hidup yang ramah lingkungan dan penilaian pendekatan ilmiah untuk penyelidikan bagi individu yang memiliki kemampuan literasi sains.

## **2.2. Latar Belakang Pengembangan Kurikulum 2013**

Kurikulum merupakan salah satu komponen dalam pendidikan yang memberikan kontribusi signifikan untuk menghasilkan peserta didik yang berkualitas karena kurikulum menjadi acuan dalam pelaksanaan pembelajaran di sekolah. Perubahan kurikulum di Indonesia tentunya dilakukan untuk memperbaiki kurikulum-kurikulum sebelumnya agar pembelajaran di sekolah menjadi lebih baik.

Kurikulum yang sekarang digunakan di sekolah adalah kurikulum 2013. Kurikulum 2013 ini dikembangkan karena beberapa alasan atau latar belakang, diantaranya yaitu tantangan internal dan tantangan eksternal. Adapun tantangan internal berkaitan dengan kondisi pendidikan yang berhubungan dengan tuntutan pendidikan yang mengacu kepada 8 (delapan) standar nasional pendidikan, yaitu standar isi, standar proses, standar kompetensi lulusan, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar sarana dan prasarana, standar pengelolaan, standar pembiayaan, dan standar penilaian pendidikan (Kemendikbud, 2013, hlm. 2).

Tantangan eksternal yang menjadi alasan dikembangkannya kurikulum 2013 berkaitan dengan arus globalisasi dan berbagai isu yang terkait dengan masalah lingkungan hidup, kemajuan teknologi dan informasi, kebangkitan industri kreatif dan budaya, dan perkembangan pendidikan di tingkat internasional. Tantangan eksternal juga terkait dengan pergeseran kekuatan ekonomi dunia, pengaruh dan imbas teknosains serta mutu, investasi, dan transformasi bidang pendidikan. Keikutsertaan Indonesia di dalam studi International, yaitu *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) dan *Program for International Student Assessment* (PISA) sejak tahun 1999 juga menunjukkan bahwa capaian anak-anak Indonesia tidak menggembirakan dalam beberapa kali laporan yang dikeluarkan TIMSS dan PISA (Kemendikbud, 2013, hlm. 2).

**Annisa Oktaviani, 2017**

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

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

Kimia sebagai bagian dari sains tentunya memiliki andil dalam hal ini, sehingga pada pengembangannya kurikulum kimia juga mengalami perubahan. Pengembangan kurikulum kimia di SMA/MA dilakukan dalam rangka mencapai dimensi kompetensi pengetahuan, kerja ilmiah, serta sikap ilmiah sebagai perilaku sehari-hari dalam berinteraksi dengan masyarakat, lingkungan dan pemanfaatan teknologi, seperti yang tergambar pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Kerangka Pengembangan Sains

Gambar 2.2 di atas menunjukkan bahwa peserta didik harus mampu menerapkan kompetensi sains yang di pelajari di sekolah menjadi perilaku dalam kehidupan masyarakat dan memanfaatkan masyarakat serta lingkungan sebagai sumber belajar (Kemendikbud, 2016, hlm 6). Dengan latar belakang pengembangan dan tujuan kurikulum kimia ini, diharapkan dapat menjawab tantangan internal dan eksternal serta meningkatkan literasi sains pada PISA yang selalu diikuti oleh siswa-siswa Indonesia setiap tiga tahun sekali.

### 2.3. Bahan Ajar

Menurut Prastowo (2012, hlm. 17), bahan ajar pada dasarnya merupakan segala bahan (baik informasi, alat, maupun teks) yang disusun secara sistematis, yang menampilkan kompetensi yang akan dikuasai siswa dan digunakan dalam proses pembelajaran dengan tujuan perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran. Selain itu, Majid (2011, hlm. 173) juga menyatakan bahwa bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan ajar

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

memungkinkan siswa untuk mencapai suatu kompetensi tertentu. Oleh karena itu, sangat penting bagi seorang tenaga pendidik memiliki kompetensi mengembangkan bahan ajar untuk mendukung siswa mencapai kompetensi yang telah ditentukan.

Bahan ajar menurut Sutedjo (2008, hlm. 2-3) memuat materi, pesan atau isi mata pelajaran yang berupa ide, fakta, konsep, prinsip, kaidah, atau teori yang tercakup dalam mata pelajaran sesuai disiplin ilmu serta informasi lain dalam pembelajaran. Namun, terkadang sulit untuk dapat membedakan antara fakta, konsep, prinsip dan prosedur. Berikut ini perbedaan-perbedaan isi materi pelajaran.

Tabel 2.2  
Perbedaan isi materi pelajaran

| No | Jenis    | Pengertian  |
|----|----------|---|
| 1  | Fakta    | Mudah dilihat, menyebutkan nama, jumlah dan bagian-bagiannya.<br>Contoh:<br>Negara RI merdeka pada tanggal 17 Agustus 1945; seminggu ada 7 hari; Ibu Kota Negara RI Jakarta; Ujung Pandang terletak di Sulawesi Selatan.  |
| 2  | Konsep   | Definisi, identifikasi, klarifikasi, ciri-ciri khusus.<br>Contoh:<br>Hukum ialah peraturan yang harus dipatuh-taati, dan jika dilanggar dikenai sanksi berupa denda atau pidana.  |
| 3  | Prinsip  | Penerapan dalil, hukum, rumus (diawali dengan jika ....., maka ...)<br>Contoh:<br>Hukum permintaan dan penawaran (Jika penawaran tetap permintaan naik, maka harga akan naik)   |
| 4  | Prosedur | Bagan arus atau bagan alur ( <i>flowchart</i> ), algoritma langkah-langkah mengerjakan sesuatu secara urut.<br>Contoh:<br>Langkah-langkah menjumlahkan pecahan ialah:<br>1. Menyamakan penyebut.<br>2. Menjumlahkan pembilang dengan pembilang dari penyebut yang telah disamakan.<br>3. Menuliskan dalam bentuk pecahan hasil penjumlahan pembilang dan penyebut yang telah disamakan. |

Buku sebagai salah satu bahan ajar diklasifikasikan oleh Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional (2004, hlm. 4) menjadi empat jenis, yaitu buku teks pelajaran, buku pengayaan, buku referensi dan buku panduan pendidik. Untuk memudahkan dalam memberikan klasifikasi dan pengertian pada buku pendidikan, dikelompokkan berdasarkan ruang lingkup kewenangan dalam

**Annisa Oktaviani, 2017**  
*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

pengendalian kualitasnya, yaitu menjadi buku teks pelajaran dan buku nonteks pelajaran, contohnya buku pengayaan.

## **2.4. Buku Pengayaan**

### **2.4.1 Pengertian Buku Pengayaan**

Buku pengayaan adalah buku berisi materi yang dapat memperkaya buku teks pendidikan dasar, pendidikan menengah dan perguruan tinggi (Pusat Perbukuan Diknas, 2008). Buku pengayaan merupakan buku yang memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan penguasaan iptek, keterampilan, dan membentuk kepribadian peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan dan masyarakat pembaca lainnya. Buku jenis ini tidak semata-mata dimaksudkan hanya untuk peserta didik namun dapat pula digunakan oleh pihak lain atau masyarakat pada umumnya (Pusat Perbukuan, 2008, hlm. 8). Buku pengayaan termasuk ke dalam jenis buku nonteks. Buku nonteks pelajaran merupakan buku-buku yang tidak digunakan secara langsung sebagai buku sumber untuk mempelajari salah satu bidang studi pada lembaga pendidikan (Pusat Perbukuan, 2008, hlm. 2).

Selain itu, Sitepu (2012, hlm. 16) juga mengungkapkan bahwa buku pengayaan atau buku pelengkap memberikan informasi yang melengkapi buku pelajaran pokok, pengayaan yang dimaksud adalah memberikan informasi tentang bahasan pokok tertentu yang ada dalam kurikulum secara lebih luas dan/lebih dalam. Buku ini tidak disusun sepenuhnya berdasarkan kurikulum baik dari tujuan, materi pokok, dan metode penyajiannya. Berdasarkan definisi mengenai buku pengayaan menurut beberapa ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa buku pengayaan merupakan buku pelengkap yang berisi informasi yang dapat memperkaya pengetahuan siswa mengenai suatu materi tertentu. Buku pengayaan yang dikembangkan merupakan buku pendukung untuk mata pelajaran kimia kelas XII semester 1 dengan pokok bahasan mengenai salah satu sifat unsur timah.

### **2.4.2 Karakteristik Buku Pengayaan**

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

Adapun karakteristik atau ciri-ciri dari buku pengayaan menurut Pusat Perbukuan (2008, hlm. 2), yaitu:

- 1) Buku yang dapat digunakan di sekolah atau lembaga pendidikan, namun bukan merupakan buku acuan wajib bagi peserta didik dalam mengikuti kegiatan pembelajaran.
- 2) Buku-buku yang menyajikan materi untuk memperkaya buku teks pelajaran, atau sebagai informasi tentang iptek secara dalam dan luas atau buku panduan bagi pembaca.
- 3) Buku-buku nonteks pelajaran tidak diterbitkan secara berseri berdasarkan tingkatan kelas atau jenjang pendidikan.
- 4) Materi atau isi dari buku nonteks pelajaran dapat dimanfaatkan oleh pembaca dari semua jenjang pendidikan dan tingkatan kelas atau lintas pembaca, sehingga materi buku nonteks pelajaran dapat dimanfaatkan pula oleh pembaca secara umum.
- 5) Penyajian buku nonteks pelajaran bersifat longgar, kreatif, dan inovatif sehingga tidak terikat pada ketentuan-ketentuan proses dan sistematika belajar, yang ditetapkan berdasarkan ilmu pendidikan dan pengajaran.

### **2.4.3 Jenis-jenis Buku Pengayaan**

Buku pengayaan dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu buku pengayaan pengetahuan, buku pengayaan keterampilan dan buku pengayaan kepribadian (Pusat Perbukuan, 2008, hlm. 8-15).

#### **1) Buku Pengayaan Pengetahuan**

Buku pengayaan pengetahuan adalah buku-buku yang diperuntukkan bagi pelajar untuk memperkaya pengetahuan dan pemahamannya, baik pengetahuan lahiriah maupun pengetahuan batiniah. Buku jenis ini merupakan buku-buku yang diperlukan pelajar atau pembaca pada umumnya agar dapat membantu peningkatan kompetensi kognitifnya.

#### **2) Buku Pengayaan Keterampilan**

Buku pengayaan keterampilan adalah buku-buku yang memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan kemampuan dasar para pembaca dalam

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

rangka meningkatkan aktivitas yang praktis dan mandiri. Dalam buku tersebut termuat materi yang dapat meningkatkan, mengembangkan, dan memperkaya dalam kemampuan menghitung, memberi nama, menghubungkan dan mengkomunikasikan kepada orang lain sehingga mendorong untuk berkarya dan bekerja secara praktis.

### 3) Buku Pengayaan Kepribadian

Buku pengayaan kepribadian merupakan buku-buku yang dapat meningkatkan kualitas kepribadian, sikap dan pengalaman batin pembaca. Dari perspektif buku pendidikan, buku pengayaan kepribadian diharapkan dapat mendukung pencapaian tujuan pendidikan secara umum.

#### 2.4.4 Komponen Dasar dan Komponen Utama Buku Pengayaan

Dalam menulis buku nonteks, penulis perlu memahami komponen dasar dan komponen utama dalam pembuatan buku nonteks pelajaran (Pusat Perbukuan, 2008, hlm. 64-83).

##### 1) Memahami Komponen Dasar

a. Karakteristik buku memiliki kriteria sebagai berikut.

- a) Materi buku yang dikembangkan bukan merupakan acuan wajib bagi peserta didik dalam mengikuti salah satu pelajaran tertentu.
- b) Materi buku tidak dilengkapi dengan instrumen evaluasi dalam bentuk pertanyaan, tes, ulangan, LKS atau bentuk lainnya.
- c) Penerbitan buku tidak disajikan secara serial berdasarkan tingkat kelas.
- d) Materi buku dapat dimanfaatkan oleh pembaca lintas jenjang pendidikan dan tingkat kelas.

b. Struktur buku memiliki kriteria sebagai berikut.

- a) Bagian awal minimal terdiri dari kata pengantar atau prakata dan daftar isi.
- b) Bagian isi merupakan materi buku.
- c) Bagian akhir minimal terdapat bagian daftar pustaka yang dapat dilengkapi dengan indeks, glosarium atau lampiran.

c. Komponen grafika, dengan kriteria sebagai berikut.

- a) Buku dijilid dengan rapi dan kuat.

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

- b) Buku menggunakan huruf dan/atau gambar/ilustrasi yang terbaca.
  - c) Buku dicetak dengan jelas dan rapi.
  - d) Buku menggunakan kertas berkualitas dan aman.
- 2) Mengembangkan Komponen Utama
- a. Komponen materi memiliki kriteria sebagai berikut.
    - a) Materi yang mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional.
    - b) Materi yang tidak bertentangan dengan ideologi dan kebijakan politik negara.
    - c) Materi yang menghindari masalah SARA, bias, jender serta pelanggaran HAM.
    - d) Materi yang ditulis sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sah dan akurat.
    - e) Mengoptimalkan penggunaan sumber-sumber yang sesuai dengan kondisi di Indonesia.
    - f) Materi atau isi buku mengembangkan kecakapan akademik, sosial dan kejujuran untuk memecahkan masalah.
  - b. Komponen penyajian, dengan kriteria sebagai berikut.
    - a) Penyajian materi buku dilakukan secara runtun, bersistem, lugas dan mudah dipahami.
    - b) Penyajian materi lebih mendalam, menyeluruh, dan meluas.
    - c) Penyajian materi mengembangkan kreativitas dan kemampuan berinovasi.
  - c. Komponen bahasa dan/atau ilustrasi, dengan kriteria sebagai berikut.
    - a) Buku yang menuntut kehadiran ilustrasi, maka penggunaan ilustrasi (gambar, foto, diagram, tabel, lambang) harus dilakukan sesuai dan proporsional.
    - b) Dalam menggunakan istilah atau simbol harus baku.
    - c) Dalam menggunakan bahasa, yang meliputi ejaan, kata, kalimat, dan paragraf harus tepat, lugas dan jelas sesuai dengan kaidah penulisan bahasa Indonesia yang benar yaitu Ejaan Yang Disempurnakan (EYD).
  - d. Komponen grafika, dengan kriteria sebagai berikut.

- a) Desain kulit buku, yang meliputi tata letak, tipografi, atau ilustrasi yang menarik, sederhana, dan mencerminkan isi buku.
- b) Desain isi buku, meliputi tata letak konsisten, harmonis dan lengkap, serta menggunakan tipografi yang sederhana, mudah dibaca dan dipahami.

## **2.5. Tujuan Pembelajaran**

### **2.5.1 Pengertian Tujuan Pembelajaran**

Mager (dalam Setiawati, 2014, hlm. 3) mengatakan bahwa tujuan pembelajaran adalah perilaku yang hendak dicapai atau yang dapat dikerjakan oleh siswa pada kondisi dan tingkat kompetensi tertentu. Menurut Dejnozka dan Kavel (dalam Siswanto, Wagiran, Komarian dan Hamidah, 2010, hlm. 7) tujuan pembelajaran adalah suatu pernyataan spesifik yang dinyatakan dalam bentuk perilaku yang diwujudkan dalam bentuk tulisan yang menggambarkan hasil belajar yang diharapkan. Slavin (dalam Siswanto, dkk, 2010, hlm. 7) juga menyatakan bahwa tujuan pembelajaran merupakan pernyataan mengenai keterampilan atau konsep yang diharapkan dapat dikuasai oleh peserta didik pada akhir periode pembelajaran. Dari ketiga pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran merupakan kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik setelah proses atau kegiatan pembelajaran dilakukan.

Penyusunan tujuan pembelajaran merupakan tahapan yang penting dalam pengembangan desain pembelajaran karena dari tahap ini dapat ditentukan bagaimana pembelajaran akan dilakukan, metode apa yang akan diterapkan, model apa yang akan digunakan, media apa yang akan dipilih untuk menunjang pembelajaran agar tercapai tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan sehingga pembelajaran di kelas menjadi terarah dan bermakna.

### **2.5.2 Fungsi dan Manfaat Perumusan Tujuan Pembelajaran**

Menurut Soekoer (dalam Siswanto, 2008, hlm. 4), tujuan pembelajaran berfungsi sebagai acuan dari semua komponen rancangan atau desain instruksional. Oleh karena itu, tujuan pembelajaran harus dirumuskan secara tepat

sesuai dengan kemampuan aktual yang harus dimiliki oleh peserta didik setelah selesai proses pembelajaran.

Tujuan pembelajaran harus dirumuskan paling awal sebelum komponen-komponen lain, seperti materi belajar, kegiatan belajar, evaluasi hasil belajar, metode, media dan sarana belajar. Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari perumusan tujuan pembelajaran adalah: (1) menentukan tujuan proses pembelajaran, (2) menentukan persyaratan awal pembelajaran (materi prasyarat), (3) merancang strategi pembelajaran, (4) memilih media pembelajaran, (5) menyusun instrumen evaluasi pembelajaran dan (6) melakukan tindakan perbaikan pembelajaran (Siswanto, dkk, 2010, hlm. 8).

Adapun manfaat tujuan pembelajaran lain menurut Sukmadinta (dalam Yustitia, 2017, hlm. 85) yaitu: (1) memudahkan dalam mengkomunikasikan maksud kegiatan belajar mengajar kepada siswa, sehingga siswa dapat melakukan perbuatan belajarnya secara lebih mandiri; (2) memudahkan guru memilih dan menyusun bahan ajar; (3) membantu memudahkan guru menentukan kegiatan belajar dan media pembelajaran; (4) memudahkan guru mengadakan penilaian.

### **2.5.3 Merumuskan Tujuan Pembelajaran**

Menurut Siswanto, dkk (2010, hlm. 7) tujuan pembelajaran dirumuskan dalam bentuk perilaku spesifik, aktual dan terukur sesuai yang diharapkan terjadi, dimiliki atau dikuasai siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran tertentu. Penentuan tujuan pembelajaran dapat disusun berdasarkan kemampuan yang telah diklasifikasi oleh Bloom dkk. Kemampuan-kemampuan hasil belajar diklasifikasikan oleh Benjamin S. Bloom pada tahun 1956. Tujuan pembelajaran dibagi menjadi beberapa domain dan setiap domain tersebut dibagi kembali ke dalam pembagian yang lebih rinci berdasarkan hirarkinya. Tujuan pembelajaran dibagi ke dalam tiga domain, yaitu: domain kognitif, domain afektif dan domain psikomotor (Yustitia, 2017, hlm. 86).

Domain kognitif meliputi kemampuan mengingat dan menyatakan kembali konsep atau prinsip yang telah dipelajari serta kemampuan-kemampuan intelektual, seperti mengaplikasikan prinsip atau konsep, menganalisis,

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

mensintesis, dan mengevaluasi. Domain afektif mencakup pemilihan minat, sikap dan nilai-nilai yang ditanamkan melalui proses pembelajaran. Sedangkan untuk domain psikomotor mencakup kemampuan-kemampuan yang berupa keterampilan fisik (motorik) atau keterampilan manipulatif, seperti keterampilan menyusun alat-alat percobaan dan melakukan percobaan (Firman, 2013, hlm. 14).

Standar proses adalah kriteria mengenai pelaksanaan pembelajaran pada satuan pendidikan untuk mencapai standar kompetensi lulusan sehingga standar proses dikembangkan mengacu pada standar kompetensi lulusan dan standar isi yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Pemerintah nomor 32 tahun 2013 tentang Standar Nasional Pendidikan. Oleh karena itu, jelas arahan pembelajaran mencakup pengembangan ranah sikap, pengetahuan dan keterampilan yang dielaborasi setiap satuan pendidikan (Permendikbud No. 22, hlm. 2 - 3).

Setiap ranah memiliki lintasan perolehan (proses psikologis) nya masing-masing. Berikut ini rincian sikap, pengetahuan dan keterampilan yang menjadi ranah kompetensi sesuai dengan standar kompetensi lulusan. Kompetensi dasar merupakan gambaran mengenai kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik yang mencakup aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan. Oleh karena itu, perumusan tujuan pembelajaran harus dibuat berdasarkan kompetensi dasar dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, dengan mencakup ranah sikap, pengetahuan dan keterampilan (Permendikbud No 22, 2016, hlm 6).

Kaidah yang digunakan untuk perumusan tujuan pembelajaran yaitu kaidah ABCD (*Audience, Behavior, Condition* dan *Degree*) dengan penjelasan sebagai berikut.

*Audience* adalah siapa yang akan menggunakan bahan ajar. Misalnya siswa kelas 10. *Behaviour* adalah perilaku hasil belajar yang diharapkan dicapai siswa berdasarkan tuntutan kompetensi dasar. Perilaku hasil belajar ini harus dapat diamati dan dapat diukur. Misalnya, dapat menyebutkan letak unsur tertentu pada tabel periode unsur. Berikut ini kata kerja operasional yang mengacu pada taksonomi tertentu.

**Annisa Oktaviani, 2017**

**PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA**

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

Tabel 2.3  
Kata Kerja Operasional

| Aspek   | Tingkatan         | Kata Kerja Operasional   |
|---|-------------------|--|
| Kognitif menurut Anderson dan Krathwohl: Taksonomi Bloom Hasil Revisi (Krathwohl, 2002; Thomas, 2005) | Mengingat (C1)    | Mendefinisikan<br>Mengetahui<br>Mendaftar<br>Menghafal<br>Memberi nama<br>Mengingat kembali  |
|   | Memahami (C2)     | Mengklasifikasikan<br>Mengambarkan<br>Membedakan<br>Menjelaskan<br>Memberi contoh<br>Memprediksi<br>Menguraikan                    |
|   | Menerapkan (C3)   | Melengkapi<br>Mendemonstrasikan<br>Mengembangkan<br>Mengoperasikan<br>Menghitung<br>Menggunakan<br>Menulis kembali<br>Meramalkan   |
|   | Menganalisis (C4) | Mengidentifikasi<br>Mendiferensiasikan<br>Mengilustrasikan<br>Mengambil kesimpulan<br>Menghubungkan<br>Menelaah                    |
|   | Mengevaluasi (C5) | Menilai<br>Membandingkan<br>Menyimpulkan<br>Mengkritik<br>Mempertimbangkan kebenaran<br>Membuktikan<br>Mempertentangkan<br>Memilih |
|   | Mencipta (C6)     | Menggabungkan<br>Menyusun<br>Membangun<br>Menciptakan<br>Merencanakan<br>Memproduksi   |
| Afektif menurut Krathwohl dkk. (dalam Thomas, 2005, hlm. 16)  | Menerima (A1)     | Menerima<br>Memilih<br>Mengikuti<br>Menganut<br>Mematuhi   |
|   | Merespon (A2)     | Mendukung<br>Menghargai<br>Menyetujui<br>Menyambut<br>Mengisi waktu  |

Annisa Oktaviani, 2017

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

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

| Aspek                          | Tingkatan                        | Kata Kerja Operasional  |
|--------------------------------|----------------------------------|---|
|                                | Menilai (A3)                     | Mengasumsikan<br>Meyakini<br>Mengimani<br>Menekankan<br>Menyumbang  |
|                                | Mengorganisasikan (A4)           | Mengimbangkan<br>Mengklasifikasikan<br>Mempertahankan<br>Membentuk pendapat<br>Membuat rumusan  |
|                                | Karakterisasi menurut Nilai (A5) | Mengubah perilaku<br>Mempengaruhi<br>Menunjukkan<br>Memecahkan<br>Memperbaiki   |
| Psikomotor menurut Dave (1970) | Meniru (P1)                      | Menyalin<br>Mengikuti<br>Mereplikasi<br>Mengulangi  |
|                                | Manipulasi (P2)                  | Membuat kembali<br>Membangun<br>Melakukan<br>Melaksanakan<br>Menerapkan   |
|                                | Presisi (P3)                     | Menunjukkan<br>Melengkapi<br>Memperlihatkan<br>Menyempurnakan<br>Mengkalibrasi<br>Mengendalikan   |
|                                | Artikulasi (P4)                  | Mengkonstruksi<br>Mengatasi<br>Menggabungkan<br>Mengintegrasikan<br>Mengadaptasi<br>Mengembangkan<br>Merumuskan<br>Memodifikasi<br>Mengontrol |
|                                | Naturalisasi (P5)                | Mendesain<br>Menentukan<br>Mengelola<br>Menciptakan   |

*Condition* merupakan kondisi, sarana dan prasarana yang menunjang untuk mengukur tercapainya kompetensi. Contohnya, apabila kompetensi yang dituntut siswa dapat menyebutkan letak unsur tertentu pada tabel periode unsur maka diperlukan nama unsur beserta nomor atom sebagai kondisi harus tersedia. *Degree* adalah derajat pencapaian kompetensi yang menunjukkan keberhasilan

Annisa Oktaviani, 2017

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

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

siswa. Berdasarkan contoh di atas, maka rumusan tujuan pembelajaran berbunyi, “Apabila diberikan unsur tertentu dan nomor atomnya, siswa kelas 10 dapat menyebutkan letak unsur tersebut pada tabel periodik unsur dengan tepat” (Siswanto, dkk, 2010, hlm. 12-13).

Tujuan pembelajaran harus disusun dengan baik karena tujuan pembelajaran menggambarkan apa yang harus dilakukan oleh siswa agar hasil belajar yang dicapai sangat baik. Selain itu, tujuan pembelajaran yang disusun juga menjadi acuan dalam mengembangkan bahan ajar. Tujuan pembelajaran digunakan dalam analisis wacana untuk mengembangkan bahan ajar.

## **2.6. Analisis Wacana**

Definisi wacana menurut Kridalaksana (2008, hlm. 259) yaitu satuan bahasa terlengkap; dalam hierarki gramatikal merupakan suatu gramatikal tertinggi atau terbesar. Wacana direalisasikan dalam bentuk karangan yang utuh (novel, buku, seri ensiklopedia, dan sebagainya), paragraf, kalimat atau kata yang membawa amanat yang lengkap. Sejalan dengan itu, Alwi (2003, hlm. 419) menyatakan wacana adalah rentetan kalimat yang berkaitan yang menghubungkan proposisi yang satu dengan lainnya dalam kesatuan makna.

Analisis wacana merupakan istilah yang umum digunakan untuk berbagai pendekatan dalam analisis penggunaan bahasa, baik dalam bentuk bahasa tulisan, bahasa lisan atau peristiwa semiotik lainnya. Analisis wacana yang dilakukan dibatasi hanya pada analisis wacana atau teks dengan teks yang dimaksud dibatasi pada ekspresi alfabetik dalam bentuk rangkaian kata dan kalimat yang membangun paragraf (atau kumpulan paragraf) dari suatu teks sebagai sebuah wacana. Analisis dilakukan dalam rangka pengembangan bahan ajar, hal ini diperlukan agar proses pengembangan dapat dilakukan secara efisien dan penyampain informasi dapat terkendali baik dari segi konten maupun dari segi konteksnya tanpa mengabaikan aspek pedagogiknya (Setiadi, 2014, hlm. 1).

Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan pada analisis wacana.

- 1) Penghalusan teks sumber

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

Langkah awal pada tahap ini adalah menyiapkan teks sumber untuk dihaluskan menjadi teks dasar. Teks sumber disusun dari berbagai bahan bacaan (teks asli) sehingga diperoleh wacana teks yang cakupan bahasannya selengkap mungkin. Penghalusan dilakukan untuk meningkatkan ketepatan dan kejelasan teks dalam rangka membantu pembaca agar dapat memahami wacana tersebut.

Penghalusan dilakukan dengan cara penghapusan atau penyisipan. Penghapusan dilakukan terhadap kata yang diulang atau berlebihan tanpa mengurangi makna dari kalimat sebelumnya. Sedangkan penyisipan dilakukan dengan memasukkan kata atau frasa tertentu untuk memapankan makna dari kalimat tersebut (Setiadi, 2014, hlm. 3).

## 2) Penurunan Struktur Makro

Pada tahap ini, setiap bab atau pokok bahasan pada bahan ajar atau wacana tersebut dianalisis dan dipetakan ke dalam model representasi teks dalam bentuk struktur makro. Struktur makro merupakan model dua dimensi, yaitu dimensi progresi dan dimensi elaborasi. Dimensi progresi dipetakan ke bawah sedangkan dimensi elaborasi dipetakan ke samping. Model tersebut mengisyaratkan sebagai fungsinya dalam menjaga kejelasan antar hubungan unit-unit teks dan ketepatan struktur materi subyek dari ilmu yang diwakilinya dalam berbagai tingkat (Setiadi, 2014, hlm. 6).

Menurut Setiadi (2014, hlm. 7) struktur makro dan peta konsep merupakan hal yang berbeda. Peta konsep adalah konsep-konsep yang terkandung dalam wacana ke dalam struktur hirarki konsep dan kaitan antar label konsep akan mengikuti aturan pembuatan peta konsep. Sedangkan struktur makro lebih dari pemetaan bagaimana konsep-konsep tersebut dieksplanasi dalam wacana.

## 3) Penurunan Keterampilan Intelektual

Setiap kalimat dalam paragraf memiliki tujuan eksplanasi, demikian juga sebuah paragraf yang terdapat di dalam kalimat atau wacana. Tujuan kalimat atau tujuan paragraf merupakan tindakan pedagogi penulis yang pada akhirnya bagi pembaca menjadi jenis keterampilan intelektual yang ingin dicapai melalui eksplanasi yang diekspresikan dalam paragraph atau kalimat yang bersangkutan (Setiadi, 2014, hlm. 10). Penurunan keterampilan intelektual dari suatu wacana

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

dapat ditempuh melalui analisis tujuan kalimat atau tujuan paragraph dari wacana, yang pada akhirnya tindakan pedagogi terhadap materi subyek menjadi lebih eksplisit sebagai modus kewacanaan (Setiadi, 2014, hlm. 11).

#### 4) Penurunan Instrumen Evaluasi

Dari hasil tahap sebelumnya, penurunan keterampilan intelektual akan didapat rujukan untuk pengembangan alau evaluasi yang dapat mengukur tujuan dari eksplanasi. Pengembangan instrumen evaluasi dapat dikendalikan dengan menempatkan struktur keterampilan intelektual sebagai indikator pencapaian tujuan. Dengan merujuk pada keterampilan intelektual dari wacana, soal-soal evaluasi dapat dikembangkan dalam rangka mengukur ketercapaian tindakan eksplanasi tersebut. Dengan demikian, akan diketahui kesesuaian keterampilan yang dicapai pembaca dengan yang penulis berikan di wacana (Setiadi, 2014, hlm 11-12).

#### 5) Analisis Komponen Piktorial Pendukung Teks

Dalam penulisan buku teks, tentu dibutuhkan media pendukung teks berupa foto, gambar, bagan, grafik dan bentuk piktorial lainnya. Untuk mendapatkan komponen piktorial pendukung teks, keterampilan intelektual menjadi faktor pengendali dalam menentukan ilustrasi yang dipilih. Komponen piktorial yang ditampilkan harus sesuai dengan deskripsi yang diberikan dalam wacana. Jika paragraf menyajikan analogi sesuatu, maka piktorial yang dipilih berupa gambaran dari apa yang dijadikan analogi tersebut (Seiadi, 2014, hlm. 12).

## 2.7. Uji Keterbacaan

Menurut Alwi, Dardjowidjojo, Lapoliwa dan Moeliono (2007, hlm. 83), baca atau membaca memiliki arti, yaitu 1) melihat dan memahami isi dari apa yang tertulis (dengan mengucapkan atau hanya dalam hati), 2) mengeja atau melafalkan apa yang tertulis, 3) mengucapkan, 4) mengetahui, meramalkan dan 5) memperhitungkan, memahami. Sedangkan keterbacaan berasal dari kata “*readability*” yang merupakan turunan dari bentuk dasarnya “*readable*” artinya ‘dapat dibaca’ atau ‘terbaca’. Kata “terbaca” memiliki beberapa arti, yaitu 1) telah

**Annisa Oktaviani, 2017**

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

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

dibaca; 2) dapat dibaca; 3) dapat diramalkan atau diketahui. keterbacaan memiliki arti perihal dapat dibacanya teks secara cepat, mudah dipahami dan diingat. Selain itu, Harjasunaja dan Mulyati (1997, hlm 106) juga mengungkapkan bahwa keterbacaan adalah ihwal terbaca-tidaknya suatu bahan bacaan tertentu oleh pembacanya. Keterbacaan merupakan ukuran tentang sesuai tidaknya suatu bacaan bagi pembaca tertentu dilihat dari segi tingkat kesukaran atau kemudahan wacana.

Tiga hal yang berkaitan dengan keterbacaan, yaitu kemudahan, kemenarikan dan keterpahaman. Kemudahan membaca berhubungan dengan bentuk tulisan, seperti jarak spasi dan ukuran huruf. Kemenarikan berkaitan dengan minat pembaca, ide pada bacaan dan keindahan gaya tulisan pada wacana. Keterpahaman berhubungan dengan karakteristik kata dan kalimat (Gilliland, 1972, hlm. 92). Suatu kalimat dipengaruhi oleh jenis kalimat dan kata yang digunakan untuk menyampaikan gagasan. Panjang pendek atau sederhana-kompleksnya kalimat berpengaruh terhadap mudah-sukarnya suatu kalimat untuk dipahami. Panjang-pendeknya kalimat dapat dilihat dari cacah kata dalam satu kalimat. Sederhana-kompleksnya kalimat dapat dilihat dari penggunaan jenis kalimat, kata penghubung, dan atau tanda bacanya. Pemilihan kata juga dapat berpengaruh terhadap sukar-mudahnya (tingkat keterbacaan) pemahaman kalimat. Kata-kata yang berfrekuensi pemakaian tinggi (lazim) lebih mudah dipahami dibanding kata-kata yang jarang dipakai atau jarang dijumpai.

Dari definisi mengenai keterbacaan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa keterbacaan adalah ukuran terbaca-tidaknya atau mudah-sukarnya suatu bacaan untuk dapat diingat dan dipahami oleh pembaca dengan cepat. Selain itu, jelas bahwa keterbacaan sangat erat kaitannya dengan pemahaman pembaca mengenai teks atau wacana dalam buku bacaan itu sendiri. Oleh karena itu, penting adanya kesesuaian antara bahan bacaan dengan tingkat kemampuan pembaca agar minat pembaca dapat terus meningkat.

Pada dasarnya, faktor yang mempengaruhi pemahaman pembaca terhadap bahan bacaan secara umum adalah pembacaan dan bahan bacaan itu sendiri. Faktor pembaca dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti latar belakang

pembaca, motivasi kecerdasan dan kematangan. Sedangkan untuk faktor bahan bacaannya, umumnya dipengaruhi oleh panjang kalimat dan kesulitan kata. Semakin panjang kalimat dan kata-kata, semakin sulit bahan bacaan untuk dipahami.

Pengukuran keterampilan pembaca terhadap bahan bacaan dikenal sebagai uji keterbacaan menggunakan formula uji keterbacaan yang sesuai. Hasil uji keterbacaan dianalisis untuk mengetahui tingkat keterampilan dan kategori bahan bacaan berdasarkan skor keterampilan yang diperoleh. Analisis dilakukan dengan cara membagi jumlah jawaban benar dengan jumlah seluruh siswa kemudian dikalikan 100%, sesuai dengan rumus berikut:

$$K = \frac{Jb}{S}$$

Keterangan:

K = Keterampilan

Jb = jumlah jawaban benar siswa

S = Jumlah jawaban benar seluruhnya

Pengkategorian dari skor yang diperoleh dilakukan berdasarkan kategori keterampilan teks menurut Rankin dan Culhane:

Tabel 2.4

Kategori keterampilan teks menurut Rankin dan Culhane

| <b>K</b>             | <b>Tingkat Keterampilan</b>     |
|----------------------|---------------------------------|
| $60 < K \leq 100 \%$ | Tinggi (Kategori Mandiri)       |
| $40 < K \leq 60 \%$  | Sedang (Kategori Instruksional) |
| $K \leq 40 \%$       | Rendah (Kategori Sulit)         |

Berikut ini penjelasan untuk setiap kategori keterampilan teks pada bahan ajar.

#### 1. Independen

Independen merupakan kategori untuk bahan ajar yang sudah mandiri. Artinya bahan ajar ini dapat digunakan secara mandiri oleh siswa tanpa bantuan dari guru ataupun instruktur.

#### 2. Instruksional

Annisa Oktaviani, 2017

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

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

Instruksional merupakan kategori untuk bahan ajar yang penggunaannya masih membutuhkan bimbingan dari guru atau instruktur.

### 3. Frustrasi

Frustrasi merupakan kategori untuk bahan ajar yang gagal dan tidak dapat digunakan oleh siswa. Hal ini diakibatkan oleh kebahasaan dalam bahan ajar yang sulit dipahami oleh siswa (Rankin dan Culhane dalam Ashri, 2015, hlm. 57-58).

Uji pemahaman terhadap bahan bacaan menggunakan pokok uji pilihan berganda. Pokok uji pilihan berganda adalah pokok uji yang terdiri dari suatu pernyataan yang belum lengkap dan untuk melengkapi pernyataan tersebut disediakan beberapa pernyataan sambungan, salah satu diantaranya merupakan jawaban benar (kunci jawaban). Dapat pula, pokok uji pilihan berganda berupa pertanyaan yang diikuti dengan beberapa alternatif untuk jawabannya. Salah satu diantara alternatif tersebut adalah jawabannya.

Pernyataan atau pertanyaan pada pokok uji pilihan berganda disebut stem. Sedangkan alternatif-alternatif jawaban disebut opsi. Alternatif jawaban benar disebut kunci dan alternatif jawaban salah disebut pengecoh (distraktor). Berikut ini pedoman untuk penulisan pokok uji pilihan berganda.

1. Hanya ada satu kunci.
2. Pengecoh harus menarik perhatian.
3. Kata negatif (tidak, bukan, kecuali) harus digaris bawahi atau ditulis dengan huruf besar atau huruf miring agar terlihat jelas.
4. Hindari adanya pernyataan opsi seperti “tidak satupun jawaban di atas benar” atau “semua jawaban di atas benar”.
5. Alternatif-alternatif jawaban hendaknya homogen, dalam arti berada dalam satu konteks.
6. Panjang masing-masing opsi hendaknya relatif sama. Jangan ada kecenderungan bahwa kunci selalu lebih panjang dari pengecoh-pengeohnya.
7. Hindari ketergantungan satu pokok uji pada jawaban pada pokok uji lainnya.

8. Jika persoalan dalam pokok uji menyangkut hitungan maka pengecohnya harus diambil dari akibat kesalahan yang mungkin dilakukan siswa akibat kecerobohan atau ketidaktahuan.
9. Kunci hendaknya diletakkan secara acak (tidak berpola).
10. Hendaknya satu pokok uji dituliskan pada halaman yang sama, jangan ada pokok uji yang stem dan opsinya ditulis di halaman yang terpisah.
11. Jika stem merupakan kalimat yang belum lengkap, maka di ujung kalimat dituliskan empat titik (...), tiga titik untuk menggantikan jawaban dan satu titik teakhir merupakan titik penutup kalimat dan opsi harus diawali dengan huruf kecil. Jika stem berupa kalimat tanya, maka kalimat opsi diawali oleh huruf besar (Firman, 2013, hlm. 27-28).

## **2.8. Deskripsi Konteks Kaca Konduktif dan Konten Kimia Terkait**

### **2.8.1 Konteks Kaca Konduktif FTO (*Flourine Tin Oxide*)**

Oksida konduktif transparan atau kaca konduktif merupakan bahan yang sangat penting untuk aplikasi pembaharuan energi dan penghematan untuk energi terbarukan. Oksida konduktif transparan memang sangat menarik karena menunjukkan transparansi yang tinggi pada daerah sinar tampak dan memiliki konduktivitas yang sangat baik (Obaida, Moussa dan Boshta, 2015, hlm, 239) sehingga banyak digunakan dalam aplikasi yang luas seperti sel surya dan berbagai jenis perangkat optoelektronik, contohnya perangkat layar datar atau *flat panel display*. ( Riveros, Romero dan Gordillo, 2006, hlm. 1042).

Pertama kali oksida konduktor transparan dilaporkan oleh Badeker di tahun 1907. Oksida konduktor transparan (*Transparent conductor oxide* atau TCO) atau lebih dikenal sebagai kaca konduktif yang pertama adalah film CdO yang dibuat dengan cara oksidasi melalui pemanasan logam kadmium (Cd). Metode penguapan setelah mengoksidasi logam untuk membentuk oksida logam merupakan metode yang paling pertama untuk membuat kaca konduktif. Oksida timah dideposisi menggunakan metode ini kira-kira di tahun 1937. Namun semenjak CdO dinyatakan berbahaya maka CdO tidak lagi digunakan (Bright, 2007, hlm. 38)

**Annisa Oktaviani, 2017**

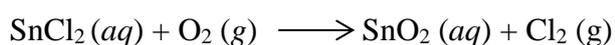
**PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA**

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

Sampai kira-kira 50 tahun setelah penemuan CdO, perkembangan penelitian tentang kaca konduktif berjalan lambat, tetapi pada tahun 1940-an ketika metode deposisi *pyrolysis* digunakan untuk membuat kaca konduktif SnO<sub>2</sub> dari SnCl<sub>4</sub>, penelitian tentang kaca konduktif kembali berkembang. Selain kaca konduktif SnO<sub>2</sub> yang menggunakan metode *pyrolysis*, kaca konduktif indium oksida (*Indium Oxide* atau IO) juga dibuat dengan metode deposisi *pyrolysis* dari InCl<sub>4</sub>. Kaca konduktif yang paling sering digunakan pada 50 tahun terakhir sampai sekarang adalah indium oksida yang didoping dengan timah, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Sn, yang biasanya disebut sebagai *indium-tin-oxide* atau ITO. Kaca konduktif ITO digunakan sebagai elektroda transparan di hampir semua layar datar (*flat panel display* atau FPD). Selain Indium (In) dan Timah (Sn), material lain juga sedang dikembangkan untuk membuat kaca konduktif seperti Zinc (Zn) dan Antimon (Sb). Perkembangan kaca konduktif juga sangat dipengaruhi oleh perkembangan teknologi. (Bright, 2007, hlm. 38)

Beberapa metode yang telah digunakan untuk pembuatan kaca konduktif diantaranya adalah *spray pyrolysis deposition* (SPD), *Chemical vapor deposition* (CVD), *flame assisted spray deposition* (FASD) dan *sputtering* DC (Widiyandari, dkk. 2012, hlm. 1). Dari keempat metode yang telah digunakan, metode *spray pyrolysis deposition* (SPD) banyak dipilih dalam penelitian karena ekonomis (Mwathe, dkk. 2014, hal. 748), menggunakan alat yang sederhana dan tidak memerlukan vakum (Obaida, Moussa dan Boshta, 2015, hlm. 240).

Pada pembuatan kaca konduktif, dibutuhkan substrat dan prekursor. Substrat yang digunakan pada pembuatan kaca FTO adalah kaca jenis soda-kapur (*soda-lime glass*) yaitu kaca mikroskopis atau preparat karena material ini sangat murah dan mudah di dapat. Larutan prekursor yang disemprotkan adalah timah oksida yang dipreparasi dengan melarutkan SnCl<sub>2</sub> ke dalam etanol dan menambahkan amonium flourida sebagai doping F.



Larutan prekursor disemprotkan ke substrat yang telah dipanaskan dengan suhu 500°C (Obaida, dkk. 2015, hlm 240).

**Annisa Oktaviani, 2017**

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

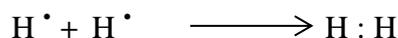
Universitas Pendidikan Indoenesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Oksida timah atau SnO<sub>2</sub> merupakan semikonduktor dengan celah pita sebesar 3,6 eV pada 298 K. Konduktivitas lemah dari film timah oksida sesuai dengan melipatgandakan peluang sebagai pendonor ion. Dopan seperti antimon, sb, indium, In dan flour, F sudah banyak digunakan sebagai dopan dengan timah oksida. Flour digunakan karena memiliki jari-jari ion yang mirip (1.17 Å untuk F<sup>-</sup> dan 1,22 Å untuk O<sup>2-</sup>) Flour akan mensubstitusi anion (O<sup>2-</sup>) pada SnO<sub>2</sub> dan berperan sebagai pendonor (Elangovan dan Ramamurthi, 2005, hlm. 234).

## 2.8.2 Konten Kimia SMA Terkait Konteks Kaca Konduktif FTO

### A. Ikatan Kovalen

Meskipun konsep molekul telah diperkenalkan sejak abad ke-17, tetapi bagaimana dan mengapa molekul terbentuk baru bisa dimengerti para kimiawan pada awal abad ke-20. Terobosan besar yang pertama datang dari Gilbert Lewis yang mengajukan bahwa ikatan kimia melibatkan penggunaan elektron secara bersama-sama oleh atom-atom yang berikatan. Lewis menggambarkan pembentukan ikatan pada molekul H<sub>2</sub> sebagai berikut.



Jenis pasangan elektron seperti ini adalah salah satu contoh dari **ikatan kovalen**, ikatan yang terbentuk dari pemakaian-bersama dua elektron oleh atom. Senyawa kovalen adalah senyawa yang hanya mengandung ikatan kovalen. Secara sederhana, pasangan elektron yang digunakan bersama sering dinyatakan satu garis. Jadi, ikatan kovalen dalam molekul hidrogen dapat ditulis sebagai H-H. Pada ikatan kovalen, setiap elektron dalam pasangan elektron ikatan yang digunakan bersama ditarik oleh inti dari kedua atom yang berikatan (Chang, 2003, hlm. 265).

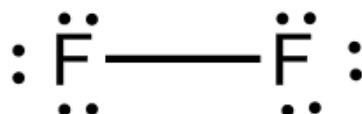
Ikatan kovalen hanya melibatkan elektron valensi. Pada molekul flourin, F<sub>2</sub>. Konfigurasi elektron flour adalah 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>5</sup>. Elektron pada orbital 1s tidak terlibat dalam pembentukan ikatan karena tingkat energinya rendah dan lebih banyak berada di dekat inti. Pada gambar di bawah, dari ketujuh elektron valensi yang dimiliki F (elektron pada orbital 2s<sup>2</sup> 2p<sup>5</sup>), hanya satu elektron yang tidak

Annisa Oktaviani, 2017

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

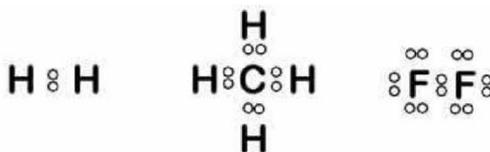
Universitas Pendidikan Indoenesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

berpasangan, sehingga pembentukan molekul  $F_2$  dapat dinyatakan sebagai berikut (Chang, 2003, hlm. 265).



Gambar 2.3 Struktur lewis  $F_2$

Berdasarkan jumlah elektron yang digunakan untuk berikatan, ikatan kovalen terbagi menjadi dua, yaitu ikatan kovalen tunggal dan ikatan kovalen rangkap. Ikatan kovalen tunggal adalah ikatan yang terbentuk dari penggunaan bersama sepasang elektron (Sunarya, 2010, hlm. 371). Contohnya:  $H_2$ ,  $CH_4$ , dan  $F_2$ .



Gambar 2.4 Struktur lewis  $H_2$ ,  $CH_4$ , dan  $F_2$ .

Sedangkan ikatan kovalen rangkap adalah ikatan yang terbentuk jika dua atom menggunakan dua atau lebih pasangan elektron secara bersama-sama. Ikatan antara dua atom yang menggunakan bersama dua pasang elektron disebut ikatan rangkap dua, contohnya molekul  $CO_2$  dan  $C_2H_4$ .



Gambar 2.5 Struktur lewis  $C_2H_4$  dan  $CO_2$ .

Ikatan rangkap tiga terbentuk jika dua atom menggunakan bersama tiga pasang elektron seperti molekul  $N_2$  (Chang, 2013, hlm.266).



Gambar 2.6 Struktur lewis  $N_2$

## B. Kimia Unsur Golongan Utama

Unsur-unsur Golongan IV A yang meliputi karbon (C), silikon (Si), timah (Sn), germanium (Ge), dan timbal (Pb) menunjukkan kecenderungan yang lebih tegas dibandingkan unsur pada golongan sebelumnya. Pada umumnya unsur pada golongan IV A membentuk senyawa dengan bilangan oksidasi +4. Senyawa-senyawa tersebut umumnya bersifat kovalen (Sunarya. 2010, hlm. 407). Timah, salah satu bagian dari unsur golong IV A ditemukan di alam dalam bentuk senyawanya. Mineral yang mengandung timah berupa kasiterit atau *tistone*. Kasiterit merupakan mineral oksida dari timah ( $\text{SnO}_2$ ). Selain itu, timah juga dapat diperoleh dari mineral *stannite* ( $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ ) dan *cylindrite* ( $\text{PbSn}_4\text{FeSb}_2\text{S}_{14}$ ) (Rufaida, dkk. 2015, hlm. 57)

Timah (II) merupakan agen pereduksi yang baik. Timah (IV) lebih stabil dibandingkan timah (II). Ion timah (II) mudah dioksidasi oleh agen pengoksidasi yang sangat kuat seperti larutan kalium permanganat dalam kondisi asam. Berikut ini beberapa sifat fisika dari timah.

Tabel 2.5  
Sifat fisika unsur timah

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Nomor Atom           | 50                       |
| Konfigurasi elektron | [Kr] $4d^{10} 5s^2 5p^2$ |
| Wujud (25°C)         | Padatan                  |
| Titik leleh (°C)     | 232                      |
| Titik didih (°C)     | 2.623                    |
| Jari-jari atom (pm)  | 141                      |

(Rufaida, dkk. 2015, hlm. 63)

Timah berada dalam dua bentuk alotrop, yakni timah putih dan timah abu. Bentuk yang umum adalah timah putih berupa logam yang lunak dan dapat menghantarkan listrik pada suhu kamar, tetapi konduktivitasnya berkurang jika suhu dinaikkan secara perlahan. Pada keadaan transisi (13°C), timah putih dapat berubah menjadi timah abu, suatu semikonduktor yang getas (Sunarya. 2010, hlm. 409). Timah merupakan semikonduktor dengan celah energi terendah dibandingkan karbon, silikon dan germanium, yaitu hanya sebesar 0,1 eV dan disebut sebagai semikonduktor instrinsik karena murni tidak ada pengotor (atom) lain (Vlack, 1992, hlm.171).

Annisa Oktaviani, 2017

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA

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

### C. Sistem Periodik Unsur: Jari-jari atom

Pada tabel periodik menunjukkan sifat-sifat unsur yang cenderung beraturan baik dalam golongan yang sama maupun dalam periode yang sama. Keteraturan ini dampak dari konfigurasi elektronnya, diantaranya yaitu jari-jari atom dan jari-jari ion. Jari-jari atom adalah setengah jarak antara dua inti pada atom-atom yang berdekatan. Untuk unsur-unsur yang berupa molekul diatomik, jari-jari atomnya adalah setengah jarak antara inti dua atom dalam molekul tertentu (Chang, 2003, hlm. 235).

Pada periode yang sama dari kiri ke kanan, unsur-unsur golongan utama menunjukkan kecenderungan penurunan jari-jari atomnya. Hal ini disebabkan jumlah elektron valensi bertambah demikian pula muatan inti bertambah. Peningkatan jumlah elektron dalam kulit valensi dan muatan inti berdampak pada pentabiran (penghalangan) muatan inti efektif. Oleh karena bilangan kuantum utama dalam satu periode adalah sama, maka elektron pada sub kulit terluar lebih tertarik ke inti, akibatnya tarikan muatan inti terhadap elektron meningkat. Dampak dari peningkatan kekuatan tarikan inti terhadap elektron valensi adalah menurunnya jari-jari atom yang lebih didominasi oleh kenaikan muatan inti dibandingkan peningkatan jumlah elektron valensi. Dalam segolongan yang sama dari atas ke bawah, unsur-unsur utama menunjukkan kecenderungan peningkatan jari-jari atomnya. Hal ini lebih disebabkan oleh bertambahnya bilangan kuantum utama dari pada oleh muatan inti.

Unsur-unsur transisi cenderung tidak menunjukkan penurunan jari-jari atomnya pada periode yang sama pada periode yang sama dari kiri ke kanan. Hal ini disebabkan oleh orbital d atau f yang memerisai sangat efektif. Sedangkan dalam segolongan mengalami penurunan jari-jari atom dari atas ke bawah relative lebih besar dibandingkan penurunan jari-jari dalam segolongan unsur utama sebab dengan bertambahnya orbital d atau f akan berdampak pada ukuran atom yang jauh lebih besar dibandingkan penambahan orbital s atau p pada unsur-unsur utama (Sunarya, 2010, hlm 341-342).

**Annisa Oktaviani, 2017**

*PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN KONTEKS KACA KONDUKTIF DAN POTENSINYA UNTUK MEMBANGUN LITERASI SAINS SISWA SMA*

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

Jari-jari ion adalah jari-jari kation atau anion. Jika atom netral diubah menjadi suatu ion, maka ukurannya akan berubah. Jika atom membentuk anion, ukuran jari-jarinya bertambah karena muatan inti tetap sama tetapi tolak-menolak yang dihasilkan dari elektron yang ditambahkan akan memperbesar daerah awan elektron. Di sisi lain, kation lebih kecil dari atom netral, oleh karena pelepasan satu elektron atau lebih mengurangi tolak-menolak elektron-elektron tetapi muatan inti tetap sama, sehingga awan elektron mengkerut (Chang, 2003, hlm. 237).