



Tersedia online di EDUSAINS  
Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>  
EDUSAINS, 9(2), 2017, 153-164



### Research Artikel

## REKONSTRUKSI BAHAN AJAR IPA BERMUATAN *NATURE OF SCIENCE* PADA TOPIK PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Yulius Lumban Tobing , Ahmad Mudzakir

Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia  
yulius@tobing.or.id

### Abstract

The purpose of this study was to obtain a pre-conception of learners and scientists perspective on the concept of climate change, global warming and relations between them; know the characteristics of teaching materials; and find an expert assessment of the design of instructional materials. The method used in this study is a mixed methods using sequential eksploratoris design by adapting the Model of Educational Reconstruction (MER). Instruments are interview form, text analysis sheet, validation indicators sheet and cognitive aspects of learning objectives and affective aspects, validation concept analysis sheet, validation design teaching materials sheet, readability test and scientific literacy test. Results of interviews to 10 junior high school students showed a pre-conception of learners with different perspectives of scientists on global warming and climate change. Characteristics of teaching material produced are (a) developed accordance reflection of learners pre-conceptions and the scientist's perspective (b) accessible, (c) equipped with aspects of nature of science (NOS), and (d) using a sequence of teaching and learning of Science and Technology Literacy (STL) by adopting a learning phase *Chemie im a Context* (ChiK).

**Keywords:** teaching material; nature of science; and model of educational reconstruction

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh pre-konsepsi peserta didik dan perspektif saintis terhadap konsep pemanasan global, perubahan iklim dan hubungan keduanya; mengetahui karakteristik bahan ajar; dan menemukan penilaian ahli terhadap rancangan bahan ajar tersebut. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed methods* menggunakan desain eksploratoris sekuensial dengan mengadaptasi *Model of Educational Reconstruction*. Teknik pengumpulan data menggunakan pedoman wawancara, lembar analisis teks, lembar validasi indikator dan tujuan pembelajaran aspek kognitif dan aspek afektif, lembar validasi analisis konsep, lembar validasi bahan ajar, serta lembar uji keterbacaan dan test literasi. Hasil wawancara kepada 10 siswa SMP menunjukkan pre-konsepsi peserta didik yang berbeda dengan perspektif saintis tentang pemanasan global dan perubahan iklim. Karakteristik bahan ajar yang dihasilkan adalah (a) refleksi pre-konsepsi peserta didik dan perspektif saintis, (b) *accessible*, (c) dilengkapi dengan aspek *nature of science* (NOS) dan (d) menggunakan urutan pembelajaran Sains dan Teknologi Literasi (STL) dengan mengadaptasi tahap pembelajaran *Chemie im Kontext* (ChiK).

**Kata Kunci:** bahan ajar, *nature of science*; dan *model of educational reconstruction*

**Permalink/DOI:** <http://dx.doi.org/10.15408/es.v9i2.2653>

### PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah salah satu mata pelajaran yang dibutuhkan siswa dalam mempelajari fenomena alam yang terjadi disekeliling mereka. Mata pelajaran ini diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berfikir, kemampuan belajar, memiliki sikap peduli dan

bertanggung jawab terhadap lingkungan serta berorientasi pada masalah kontekstual yang dihadapi siswa sehingga bersifat aplikatif (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Selain itu juga pendidikan sains secara umum memiliki tujuan yaitu meningkatkan literasi sains. Hal ini dikarenakan literasi sains sudah menjadi

tujuan pendidikan sains secara menyeluruh (*National Research Council, 1996*).

*Programme for International Student Assessment (PISA)* merupakan studi internasional yang menilai literasi siswa berumur 15 tahun. PISA mendefinisikan literasi sains sebagai penggunaan pengetahuan untuk mengidentifikasi pertanyaan, menemukan pengetahuan baru, menjelaskan fenomena alam dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang ada terkait tentang isu-isu sains (OECD, 2007). Berdasarkan hasil studi keikutsertaan Indonesia tidak mengalami kemajuan dalam pencapaian literasi sains siswa. Hal ini dilihat dari skor literasi sains peserta didik Indonesia dari tahun 2000-2012 berturut-turut adalah 393, 361, 393, 383, 382 (OECD, 2003; 2004; 2007; 2010; 2014).

Rendahnya capaian literasi tersebut dapat diartikan bahwa siswa belum menggunakan pengetahuan yang dimiliki untuk menghadapi permasalahan yang kompleks pada kehidupan nyata. Guru sains saat ini pada umumnya masih bergantung pada buku teks dalam melaksanakan pembelajaran di sekolah. Ini merupakan tantangan yang harus dihadapi mengingat pentingnya bahan ajar dalam proses pembelajaran, maka salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah mengembangkan bahan ajar yang dapat meningkatkan pemahaman dan pengaplikasian sains peserta didik dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk meningkatkan pemahaman sains, dan mengaplikasikan konten sains serta minat terhadap sains, dapat dilakukan dengan menerapkan bahan ajar yang merepresentasikan *nature of science* (NOS). Pemahaman terhadap *nature of science* (NOS) memainkan peran yang penting dalam perkembangan literasi sains (Holbrook dan Rannikmae, 2009). Penerapan NOS dalam pembelajaran dapat meningkatkan pengetahuan terhadap konten sains, pemahaman sains, minat terhadap sains, pengambilan keputusan dan transfer pembelajaran (McComas, 2002). Hal ini belum ditemukan secara eksplisit dimuat di dalam buku siswa IPA kelas VII (Wahono *et al.*, 2014).

Hasil analisis yang dilakukan penulis terhadap buku siswa IPA kelas VII (Wahono *et al.*, 2014), aspek-aspek NOS tidak secara eksplisit

direpresentasikan dalam buku tersebut. Menurut Quigley *et al.* (2011) dan Abd-El-Khalick *et al.* (2008) bahwa aspek NOS kurang efektif jika direpresentasikan secara implisit. Berdasarkan hal ini, maka penulis akan melakukan penelitian mengenai rekonstruksi bahan ajar IPA pada topik pemanasan global dan perubahan iklim yang dirancang dengan menggunakan aspek-aspek NOS yang belum di temukan di buku siswa IPA kelas VII.

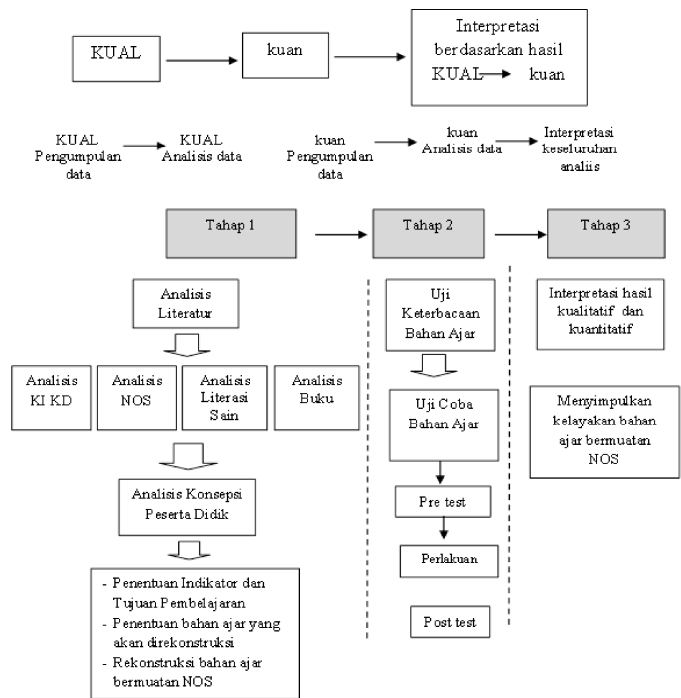
## METODE

Pada penelitian ini menggunakan *mixed methods sequential exploratory design* yang terdiri dari dua tahapan yang berbeda yaitu kualitatif kemudian diikuti kuantitatif (Creswell & Clark, 2007). *Exploratory design* melibatkan pengumpulan data dan analisis data kualitatif pada tahap pertama yang kemudian diikuti oleh pengumpulan dan analisis data kuantitatif pada tahap kedua yang didasarkan pada hasil-hasil tahap pertama. Berikut skema strategi eksploratoris sekuensial yang digambarkan pada gambar 1.

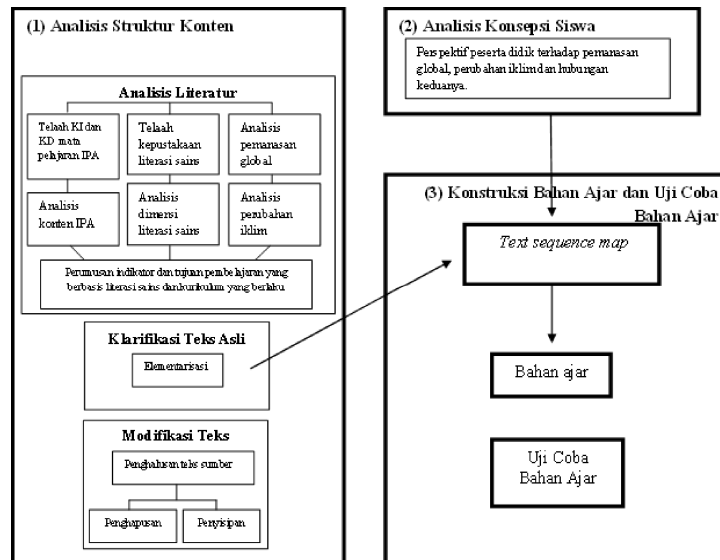
Penelitian yang digunakan dengan mengadaptasi Model of Educational Reconstruction (MER) yang dikembangkan oleh Duit (2007). MER memiliki tiga komponen yaitu klarifikasi dan analisis konten keilmuan, penelitian pada pengajaran dan pembelajaran, pengembangan dan evaluasi pembelajaran. Sesuai dengan MER, alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 2.

Objek pada penelitian ini terdiri dari tiga buku yaitu Buku IPA 2013 kelas VII (Wahono *et.al*, 2013), *Glencoe Science the Air Around You* (Snyder & Zike, 2005) dan *Global Warming* (Houghton, 2004), sedangkan subjek penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP yang diwawancara untuk melihat pre-konsepsi dan uji coba bahan ajar bahan ajar yang telah direkonstruksi.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah pedoman wawancara, lembar validasi indikator dan tujuan pembelajaran, lembar analisis teks, lembar validasi bahan ajar, lembar uji keterbacaan dan lembar tes pretest dan posttest serta angket respon siswa.



Gambar 1. Explanatory Design (Creswell & Clark, 2007)



Gambar 2. Skema Alur Penelitian yang Dimodifikasi Ulang dari Kattmann (dalam Duit et al., 2012)

Analisis data hasil wawancara yang dilakukan kepada peserta didik SMP kelas VII untuk mendapatkan pre-konsepsi peserta didik tentang pemanasan global dan perubahan iklim. Hasil data wawancara kemudian dibandingkan dengan perspektif saintis yang didapatkan dari hasil analisis teks terhadap beberapa buku teks. Hasil perbandingan ini digunakan sebagai refleksi pembuatan bahan ajar.

Analisis data validasi bahan ajar menggunakan *content validity ratio* (CVR) (Lawshe, 1975). Uji validasi dilakukan oleh lima validator ahli yang untuk menilai kesesuaian indikator dan tujuan pembelajaran serta bahan ajar yang dikembangkan. Hasil CVR yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan CVR *Critical* untuk lima validator dengan  $\alpha=0,05$  (Wilson et al., 2012) seperti yang disajikan pada tabel 1. Untuk lima validator dan uji dua pihak maka nilai CVR

*critical* 0,877. Jika nilai CVR hitung lebih besar dari pada CVR tabel maka hasil validasi dinyatakan valid dan sebaliknya. Uji keterbacaan diberikan kepada peserta didik dengan menentukan ide pokok dari bagian paragraf yang diberikan kemudian ditentukan skor untuk jawaban yang benar seluruh siswa dan ditentukan persentasinya. Hal yang serupa untuk analisis data angket respon peserta didik.

Tabel 1. Nilai Kritis CVR (Wilson *et al*, 2012)

N	Nilai Signifikan Untuk Uji Satu Pihak			
	0,10	0,05	0,025	0,01
N	Nilai Signifikan Untuk Uji Dua Pihak			
	0,20	0,10	0,05	0,02
5	0,573	0,736	0,877	0,990
6	0,523	0,672	0,800	0,990
7	0,485	0,622	0,741	0,974
8	0,453	0,582	0,693	0,911

Analisis data hasil pre-test dan post-test menggunakan software SPSS 16.0 untuk melihat terdapat pengaruh atau tidak terhadap penggunaan bahan ajar yang telah direkonstruksi. Uji statistika non parametrik yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan uji tanda.

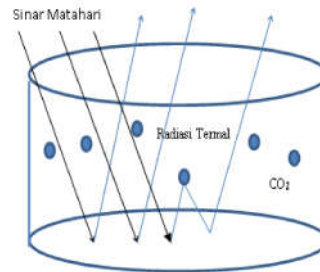
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Prespektif Saintis Terhadap Pemanasan Global Dan Perubahan Iklim**

Perspektif saintis terhadap konsep perubahan iklim, pemanasan global dan hubungan keduanya diperoleh dengan melakukan analisis teks. Menurut Snyder dan Zike (2005) pengertian iklim adalah pola cuaca yang terjadi di suatu daerah selama bertahun-tahun. Berdasarkan hal ini perubahan iklim adalah perubahan pola cuaca yang terjadi di suatu daerah selama bertahun-tahun. Beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan iklim adalah tabrakan meteorit, letusan gunung berapi, pergerakan bumi diluar angkasa, pergerakan lempeng kerak bumi, jumlah energi matahari (Snyder & Zike, 2005).

Seperti yang dikemukakan Houghton (2004) bahwa prinsip dasar yang harus dipahami tentang pemanasan global adalah tentang keseimbangan energi. Perbandingan energi yang menghangatkan bumi harus seimbang dengan radiasi termal yang dipancarkan ke luar angkasa. Gambar 3

menunjukkan bahwa perbandingan antara radiasi matahari yang menghangatkan permukaan bumi dengan radiasi termal dari bumi serta atmosfer yang dipancarkan ke luar angkasa harus seimbang.

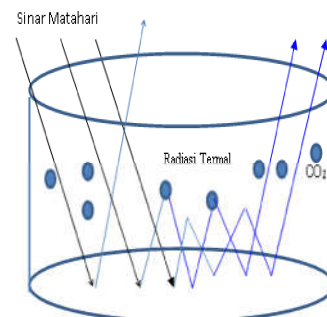


Gambar 3. Keseimbangan Radiasi Matahari

Keterangan gambar 3 keseimbangan radiasi matahari: 26 % dipantulkan oleh awan atau partikel lain di atmosfer, 4% dipantulkan oleh permukaan bumi, 64% radiasi inframerah ke luar angkasa dari awan dan atmosfer, 6% radiasi inframerah langsung oleh permukaan bumi. (Mun, 1998)

Jika keseimbangan ini terganggu maka akan terjadi peningkatan temperatur permukaan bumi. Penyebab utama dari terganggunya keseimbangan ini adalah meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer terutama adalah karbondioksida. Proses ini sering dikenal dengan efek rumah kaca. Proses terjadinya efek rumah kaca dapat dilihat pada gambar 4.

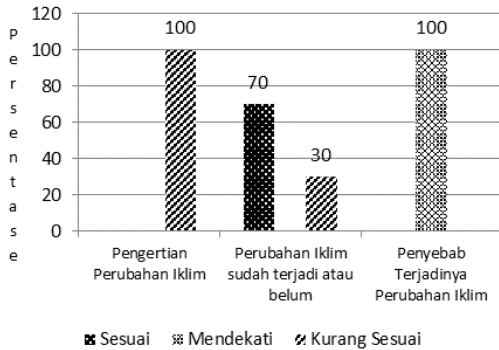
Radiasi matahari memanaskan permukaan bumi dan beberapa di pantulkan ke atmosfer. Beberapa gas yang dikenal dengan gas rumah kaca menyerap panas yang dipantulkan dari permukaan kemudian memancarkan kembali ke bumi. Hal inilah yang menyebabkan temperatur atmosfer dan bumi meningkat. Peningkatan gas rumah kaca akan mengakibatkan meningkatnya efek rumah kaca. Jika efek rumah kaca meningkat maka pemanasan global di bumi juga akan mengalami peningkatan (Houghton, 2004).



Gambar 4. Perspektif Saintis tentang Efek Rumah Kaca

**Data Wawancara Pre-Konsepsi Peserta Didik**

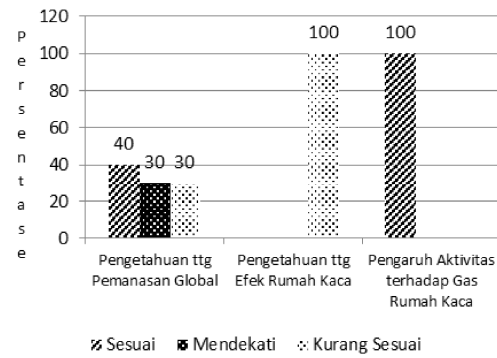
Pertanyaan pada wawancara dibagi menjadi 4 bagian. Pada bagian pertama terdiri dari 3 pertanyaan yaitu pertanyaan 1 sampai 3 fokus pada perubahan iklim. Bagian ini digunakan untuk melihat pengetahuan siswa tentang perubahan iklim. Hasil wawancara dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Wawancara Bagian Pertama

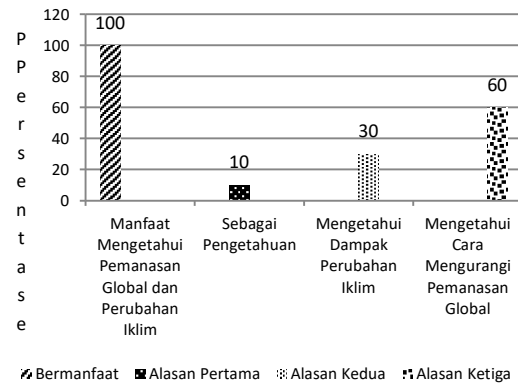
Pada bagian kedua, untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam menghubungkan perubahan iklim dengan bidang sains (biologi, kimia, dan fisika) yang berkaitan dengan perubahan iklim. Dari jawaban siswa, 100% menjawab bahwa perubahan iklim berkaitan dari ketiga bidang ilmu yaitu biologi, kimia dan fisika. Siswa sudah dapat menghubungkan bidang sains dengan perubahan iklim.

Pada bagian ketiga wawancara digunakan untuk mengetahui pengetahuan siswa tentang pengetahuan siswa terhadap pemanasan global, efek rumah kaca, serta pengaruh aktivitas manusia terhadap peningkatan gas rumah kaca. Gambaran terhadap hasil wawancara bagian ketiga ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil Wawancara Bagian Ketiga

Bagian keempat digunakan untuk mengetahui pandangan, sikap dan kesadaran lingkungan siswa tentang manfaat mengetahui perubahan iklim dan pemanasan global serta cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi peningkatan jumlah gas rumah kaca. Hasil wawancara bagian keempat dapat dilihat pada gambar 7.



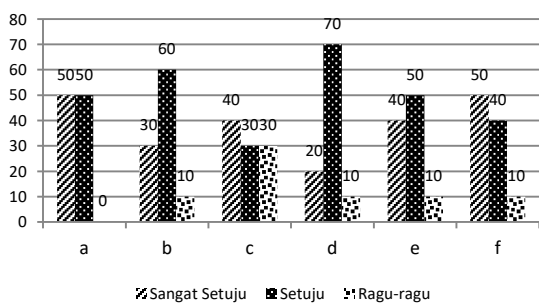
Gambar 7. Hasil Wawancara Bagian Keempat

Setelah melakukan wawancara, siswa diminta untuk mengisi kuesioner yang berisi pernyataan-pernyataan positif. Pernyataan pertama mendapat respon 50% siswa sangat setuju, dan 50% siswa setuju. Dari pernyataan ini siswa menunjukkan bahwa masyarakat harus mengetahui tentang isu pemanasan global. Pernyataan kedua mendapat respon dari siswa 30% sangat setuju, 60% setuju dan 10% setuju. Hal ini menunjukkan bahwa siswa menyadari bahwa pemanasan global memiliki keterkaitan dengan pengetahuan ilmiah.

Pernyataan ketiga menyatakan mendapat respon 30% siswa masih ragu-ragu. Artinya, masih ada siswa yang masih memiliki keraguan bahwa

pemanasan global dapat menyebabkan perubahan iklim global. Pernyataan empat tentang aktivitas manusia dapat meningkatkan pemanasan global. Pernyataan ini mendapat respon 20% siswa sangat setuju, 70% siswa setuju dan hanya 10% respon siswa ragu-ragu. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mengetahui bahwa aktivitas yang dilakukan manusia dapat menyebabkan meningkatnya pemanasan global.

Pernyataan ke empat respon 40% siswa sangat tertarik, 50% siswa tertarik dan 10% cukup. Dari hasil respon siswa ini menunjukkan bahwa siswa memiliki ketertarikan untuk mempelajari lebih lanjut tentang pemanasan global dan perubahan iklim. Pernyataan ke enam menyatakan bahwa bahan ajar disekolah seharusnya memuat aplikasi materi dalam kehidupan sehari-hari. Pernyataan ini mendapat respon 50% siswa sangat setuju, 40% siswa setuju dan 10% ragu-ragu.



Gambar 8. Hasil Kuisisioner Siswa

Keterangan Gambar: (a) Masyarakat seharusnya mengetahui prinsip pemanasan global; (b) Pemanasan global mengandung pengetahuan ilmiah; (c) Pemanasan global merupakan penyebab perubahan iklim; (d) Aktivitas manusia dapat meningkatkan pemanasan global; (e) Saya tertarik dalam mengetahui lebih lanjut mengenai pemanasan global dan perubahan iklim; (f) Bahan ajar seharusnya memuat materi dalam kehidupan sehari-hari

### Analisis Data Hasil Validasi

Butir penilaian pada validasi ahli terhadap indikator dan tujuan pembelajaran terdiri dari kesesuaian indikator dengan KI dan KD, kesesuaian indikator dengan aspek kompetensi dan aspek sikap PISA, kesesuaian tujuan pembelajaran dengan indikator, serta kesesuaian tujuan pembelajaran dengan aspek NOS. Nilai validasi indikator dan tujuan pembelajaran aspek kognitif mendapatkan nilai rata-rata CVI adalah 0,98 sedangkan aspek

sikap mendapatkan nilai CVI 1. Penilaian kesesuaian bahan ajar pemanasan global dan perubahan iklim dikelompokkan menjadi lima bagian antara lain tahap kontak, tahap keingintahuan, tahap elaborasi, tahap pengambilan keputusan dan tahap nexus serta aspek NOS dan latihan soal yang dimuat dalam bahan ajar juga dilakukan validasi ahli. Hasil nilai validasi bahan ajar secara keseluruhan adalah 0,99.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Validasi Ahli Bahan Ajar

Tahap	Nilai CVI
Tahap kontak	0,97
Tahap keingintahuan	1
Tahap elaborasi	1
Tahap pengambilan keputusan	1
Tahap nexus	0,98
CVI rata-rata	0,99

### Data Uji Keterbacaan dan Angket Respon Siswa

Uji keterbacaan bahan ajar diberikan kepada siswa kelas VII A dengan jumlah 23 siswa. Seluruh siswa diminta untuk menentukan ide pokok dari setiap paragraf yang disajikan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, secara umum siswa dapat menentukan ide pokok dari bagian bahan ajar sebesar 91,54% dari total 46 bagian yang diberikan. Hasil respons siswa dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Angket Respon Peserta Didik

No	Aspek	Butir Soal	Rata-Rata	Presentase
1	Kemenerikan	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	4,47	89,46 %
2	Kemudahan	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	4,35	87,08 %
3	Kemanfaatan	17, 18, 19, 20	4,57	91,52 %
<b>Total</b>		20 Soal	4,46	89,35%

### Data Hasil Pretest dan Posttest

Peserta didik diberikan soal sebelum dan sesudah mempelajari bahan ajar sebanyak 23 siswa pada kelas VII B. Tabel 8 menunjukkan deskripsi data pretest dan posttest.

Tabel 4. Deskripsi Data *Pretest* dan *Posttest*

	Pretest	Posttest
--	---------	----------

Jumlah Sampel	23	23
Skor Minimum	8	20
Skor Maksimum	62	83
Rata-rata	32,96	59,61
Standar Deviasi	17,854	16,497

Untuk melihat terdapat apakah terdapat perbedaan nilai literasi sains siswa sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar secara statistik maka dilakukan uji hipotesis dari perlakuan yang diberikan. Uji normalitas sebaran data dilakukan dengan menggunakan statistik *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk*. Data berdistribusi normal jika angka signifikansi yang diperoleh pada uji statistik lebih besar dari 0,05. Teknik analisis dilakukan dengan menggunakan program *SPSS-PC 16.0 for Windows*. Ringkasan hasil analisis normalitas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan Hasil Uji Normalitas Data

Perlakuan	df	Kolmogorov-Smirnov		Shapiro-Wilk	
		df	Sig.	df	Sig.
Pre-test	23	0,220	0,877	23	0,009
Post-test	23	0,127	0,945	23	0,233

Keterangan:

df = *Degree of freedom* (derajat kebebasan)

Sig. = Signifikansi

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai *pretest* tidak berdistribusi normal hal ini dikarenakan dari nilai-nilai statistik *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk* menunjukkan angka-angka dengan taraf signifikansi lebih kecil dari 0,05. Sedangkan nilai *posttest* berdistribusi normal karena nilai statistik *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk* menunjukkan angka-angka dengan taraf signifikansi lebih besar dari 0,05.

Karena terdapat data yang tidak berdistribusi normal maka pengujian selanjutnya menggunakan uji nonparametrik yaitu uji tanda untuk dilakukan pengujian hipotesis. Hipotesis dalam uji coba bahan ajar ini adalah sebagai berikut:

Ho: Tidak terdapat perbedaan rata-rata skor literasi sains siswasebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar bermuatan NOS pada topik pemanasan global dan perubahan iklim.

Hi : Terdapat perbedaan rata-rata skor literasi sains siswasebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar bermuatan NOS pada topik pemanasan global dan perubahan iklim.

Tabel 6 merupakan ringkasan uji tanda yang telah dilakukan dengan program *SPSS-PC 16.0 for Windows* yaitu *sign test*.

Tabel 6. Ringkasan Hasil *Sign Test*

	post_test	-
	pre_test	
Sig. (2-tailed)	0,000	

Keterangan:

Sig. = Signifikansi

Berdasarkan Tabel 10 pengambilan keputusan pada *sign test* dilakukan dengan membandingkan sig. (2-tailed) dengan  $\frac{1}{2}\alpha$ . Bila nilai dari sig. (2-tailed)  $> \frac{1}{2}\alpha$ , maka H0 diterima. Karena sig. (2-tailed)  $0,000 < 0,025$ , maka H0 ditolak. Berdasarkan uraian tersebut maka, dapat diambil keputusan terdapat perbedaan yang signifikan nilai literasi sains siswa antara sebelum menggunakan bahan ajar dengan sesudah menggunakan bahan ajar.

Proses rekonstruksi bahan ajar mengadaptasi MER yang terdiri dari tiga tahapan yaitu analisis struktur konten, analisis pre-konsepsi siswa dan konstruksi bahan ajar serta uji coba. Pada tahap pertama dilakukan analisis terhadap KI dan KD, analisis literasi sains, dan analisis terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Hasil analisis terhadap KI dan KD mata pelajaran IPA kelas VII menunjukkan bahwa isu tentang pemanasan global sudah dimasukkan ke dalam kurikulum. Namun tentang perubahan iklim belum direpresentasikan ke dalam buku IPA. Buku IPA kelas VII hanya menjelaskan bahwa perubahan iklim adalah dampak yang ditimbulkan oleh pemanasan global.

Topik perubahan iklim merupakan salah satu topik yang penting bagi siswa. Penyebab pemanasan global berdasarkan buku 2 dan 3 menunjukkan bahwa dapat terjadi secara alami dan akibat dari aktivitas manusia. Hal ini sependapat dengan Wheeler dan Braun (2013) bahwa perubahan iklim dapat terjadi hasil dari secara alamiah, dan aktivitas manusia melalui emisi gas

rumah kaca seperti karbon dioksida, metana, dan perubahan penggunaan lahan.

Hasil analisis terhadap KD IPA, literasi sains dan aspek NOS menghasilkan indikator dan tujuan pembelajaran yang digunakan sebagai acuan dalam rekonstruksi bahan ajar. Indikator dan tujuan pembelajaran disesuaikan dengan aspek literasi sains dan aspek NOS kemudian di uji ahli untuk melihat kesesuaiannya.

Penilaian ahli terhadap indikator dan tujuan pembelajaran aspek sikap dan kognitif terdiri dari beberapa kriteria diantaranya kesesuaian indikator dengan KI dan KD, kesesuaian indikator dengan aspek kompetensi dan aspek sikap PISA, kesesuaian tujuan pembelajaran dengan indikator, serta kesesuaian tujuan pembelajaran dengan aspek NOS dinilai oleh lima orang ahli.

Nilai CVI dari validasi dari indikator dan tujuan pembelajaran aspek kognitif mendapat nilai 0,98 sedangkan indikator dan tujuan pembelajaran aspek sikap mendapatkan nilai 1. Jika dibandingkan dengan CVR *critical* tabel menunjukkan nilai lebih besar maka dapat disimpulkan indikator dan tujuan pembelajaran telah sesuai atau valid berdasarkan kriteria penilaian ahli.

Analisis literatur selanjutnya dilakukan untuk melihat perspektif saintis terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Berdasarkan hasil analisis teks tentang perubahan iklim dan pemanasan global menunjukkan bahwa perubahan iklim dapat terjadi secara alami. Penyebab utama perubahan iklim saat ini adalah peningkatan efek rumah kaca sehingga meningkatnya suhu secara global di bumi. Pemahaman terhadap perubahan iklim dapat difasilitasi dengan penyajian materi tentang penyebab, dampak dan upaya penanggulangan terhadap pemanasan global yang merupakan salah faktor penyebab perubahan iklim saat ini (Liarakou *et.al.*, 2011).

Tahap kedua dalam rekonstruksi bahan ajar adalah analisis terhadap pre-konsepsi siswa terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Pre-konsepsi peserta didik yang pertama terhadap perubahan iklim. Secara umum siswa sudah mengetahui istilah perubahan iklim. Istilah perubahan iklim siswa dapatkan dari buku pelajaran, pemberitaan di televisi, ataupun dari

surat kabar namun siswa tidak dapat menjelaskan tentang perubahan iklim. Dari jawaban yang diberikan siswa sudah dapat menyebutkan ciri dari perubahan iklim namun tidak dapat menjelaskannya. Beberapa jawaban siswa dalam menjelaskan perubahan iklim yaitu: “Pernah mendengar tentang perubahan iklim, perubahan iklim adalah peralihan dari iklim satu ke iklim yang lain contohnya iklim tropis ke sub tropis.” (Siswa A, siswa kelas VII SMP), “Tau, Perubahan suhu.” (Siswa C, Siswa kelas VII SMP), “Tahu, perubahan yang tadinya musim penghujan menjadi musim kemarau.” (Siswa J, siswa kelas VII SMP).

Pre-konsepsi kedua tentang pengaruh aktivitas manusia terhadap perubahan iklim. Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa siswa sudah mengetahui bahwa aktivitas manusia dapat berkontribusi menjadi penyebab perubahan iklim. Aktivitas manusia yang berkontribusi dalam perubahan iklim diantaranya kebakaran hutan, penebangan hutan, asap kendaraan, asap pabrik serta meningkatnya karbon dioksida merupakan pandangan dan pengetahuan siswa. Siswa belum mampu menghubungkan antara pengaruh aktivitas manusia terhadap pemanasan global yang menjadi penyebab terjadinya perubahan iklim. Berikut ini beberapa jawaban siswa mengenai penyebab perubahan iklim:

Mengetahui, perubahan iklim disebabkan karena terjadi kebakaran hutan, penebangan hutan, meningkatnya karbonmonoksida (Siswa A, siswa kelas VII SMP).

Karena banyaknya CO<sub>2</sub>, penebangan pohon, asap kendaraan, asap pabrik, kebakaran hutan (Siswa F, siswa kelas VII SMP).

Ya, karena lapisan atmosfer menipis (Siswa I, siswa kelas VII SMP).

Pre-konsepsi, siswa belum dapat menghubungkan efek rumah kaca dengan naiknya rata-rata suhu secara global bumi. Selain itu juga, siswa memiliki pengetahuan yang salah mengenai efek rumah kaca. Siswa menjelaskan efek rumah kaca adalah efek yang disebabkan oleh kaca pada gedung atau rumah-rumah yang ada. Kaca pada gedung atau perumahan akan memantulkan radiasi matahari kembali ke atmosfer, semakin banyak pertumbuhan gedung atau perumahan yang



memakai kaca maka semakin meningkat pemantulan radiasi sehingga akan menyebabkan meningkatnya suhu atmosfer bumi. Berikut ini beberapa jawaban siswa ketika di wawancara mengenai proses efek rumah kaca:

Cahaya matahari yang memancar ke kaca akan dipantulkan lagi ke atmosfer menyebabkan suhu bumi menjadi panas dan es di kutub mencair (Siswa D, siswa kelas VII SMP).

Panas bumi di pantulkan lagi oleh rumah kaca dan tidak dapat keluar sehingga meningkatnya suhu bumi (Siswa B, siswa kelas VII SMP).

Cahaya matahari yang terpantulkan oleh rumah kaca kembali lagi ke atmosfer menyebabkan cahaya matahari tidak bisa di serap oleh bumi sehingga suhu di atmosfer meningkat (Siswa J, siswa kelas VII SMP).

Hasil wawancara menunjukkan bahwa terdapat pre-konsepsi siswa yang salah terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Niebert dan Gropengiesser (2013) tentang konsepsi siswa terhadap perubahan iklim. Masih ditemukan konsepsi siswa yang salah terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Perbandingan perspektif saintis dan pre-konsepsi siswa dijadikan salah satu acuan dalam merekonstruksi bahan ajar.

Pada tahap ketiga dalam langkah rekonstruksi bahan ajar adalah melakukan rekonstruksi bahan ajar berdasarkan analisis struktur konten dan analisis pre-konsepsi siswa. Karakteristik bahan ajar hasil rekonstruksi adalah bahan ajar dikembangkan berdasarkan refleksi pre-konsepsi siswa dan perspektif saintis, sesuai dengan tingkat kognitif siswa, bahan ajar dilengkapi dengan aspek *nature of science* (NOS) dan bahan ajar menggunakan urutan pengajaran dan pembelajaran Sains dan Teknologi Literasi (STL) dengan mengadaptasi tahap pembelajaran *Chemie im Kontext* (ChiK). Pada tahap rekonstruksi dilakukan juga penyisipan aspek NOS. Aspek NOS yang disisipkan dalam bahan ajar adalah kreativitas, subjektivitas, empiris dan penanaman sosial budaya. Penyisipan dilakukan karena berdasarkan hasil analisis terhadap buku IPA kelas VII belum merepresentasikan aspek NOS secara eksplisit. Hal

ini juga ditemukan oleh Abd-El-Khalick *et al.* (2008) terhadap buku SMA selama empat dekade ditemukan bahwa buku teks masih merepresentasikan aspek NOS secara implisit dan tidak terdapat perbedaan selama empat dekade. Bahan ajar adalah salah satu bagian yang penting dalam proses pembelajaran sehingga bahan ajar tersebut perlu dievaluasi untuk melihat kesesuaian bahan ajar dengan tujuan yang telah dikembangkan (Umoke, 2015).

Penilaian ahli terhadap bahan ajar dibagi ke dalam enam bagian yaitu tahap kontak, tahap *curiosity*, tahap elaborasi, tahap pengambilan keputusan, tahap nexus dan soal latihan. Kriteria penilaian pada penilaian bahan ajar adalah kesesuaian tujuan pembelajaran dengan materi, ketepatan materi dengan aspek NOS, ketepatan penggunaan ilustrasi/ gambar/ simbol/ sketsa dalam membantu pemahaman konsep siswa, kesesuaian penggunaan bahasa/ kalimat dalam setiap paragraf dengan kemampuan membaca siswa, kelayakan untuk digunakan oleh Siswa SMP.

Tabel 7. Nilai CVI dari Validasi Bahan Ajar

Tahap	Nilai CVI
Tahap kontak	0,97
Tahap kuriositi	1
Tahap elaborasi	1
Tahap pengambilan keputusan	1
Tahap nexus	0,98
CVI rata-rata	0,99

Penilaian ahli terhadap bahan ajar mendapatkan nilai rata-rata CVR adalah 0,99. Berdasarkan perbandingan CVR tabel hal ini maka dapat disimpulkan bahan ajar bermuatan NOS layak dan dapat digunakan oleh siswa SMP.

Tahap pertama uji coba tersebut adalah uji keterbacaan bahan ajar diberikan kepada siswa kelas VII A. Siswa diminta untuk menentukan ide pokok dari bagian bahan ajar yang diberikan selain itu juga, siswa diminta untuk memberikan respons tentang kejelasan paragraf yang diberikan. Berdasarkan hal ini, menunjukkan bahwa bahan ajar memiliki keterbacaan yang baik. Menilai keterbacaan sebuah teks diperlukan untuk mengetahui apakah teks yang dikembangkan

dipahami oleh peserta didik (Ayodele & Olagoke, 2013).

Uji coba bahan ajar kedua tentang pengaruh penggunaan bahan ajar terhadap nilai literasi sains siswa. Uji coba penggunaan bahan ajar dilakukan pada kelas VII B. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data nilai literasi sains siswa adalah lembar soal literasi sains berupa soal uraian yang diberikan sebelum (pretest) menggunakan bahan ajar dan setelah (posttest) menggunakan bahan ajar.

Berdasarkan analisis deskriptif pada penelitian ini menunjukkan bahwa skor rata-rata sebelum menggunakan bahan ajar adalah 32,96 sedangkan skor rata-rata sesudah menggunakan bahan ajar adalah 59,61. Berdasarkan perbandingan skor rata-rata ini terlihat bahwa skor rata-rata literasi sains siswa sesudah menggunakan bahan ajar lebih tinggi dari pada skor rata-rata literasi sains siswa sebelum menggunakan bahan ajar. Nilai rata-rata sesudah menggunakan bahan ajar masih relatif kecil. Selama ini pengalaman siswa tidak pernah diberikan latihan soal seperti soal-soal yang dirilis untuk menilai literasi sains oleh PISA. Latihan soal yang sering diberikan guru berupa pertanyaan yang menuntut siswa hafalan, sehingga ketika dilakukan penelitian banyak siswa yang mengalami kesulitan ketika mengerjakan soal.

Pembelajaran yang selama ini dilakukan cenderung *teacher centered* di mana peran guru lebih dominan dalam proses pembelajaran atau dapat artikan bahwa guru berperan sebagai sumber pengetahuan utama selama pembelajaran. Jadi, ketika siswa diberikan tugas untuk menemukan pengetahuan dengan cara membaca bahan ajar yang telah dikembangkan mengalami kesulitan. Ketika guru sebagai pusat dalam proses pembelajaran membuat proses penyampaian informasi hanya berjalan searah, yaitu dari guru ke siswa. Hal ini menyebabkan siswa lebih pasif dalam mengeksplorasi pengetahuan dalam pembelajaran, karena pembelajaran berfokus pada aktivitas guru dalam penyampaian materi. Siswa cenderung menghafalkan konsep-konsep tanpa memahami lebih lanjut dari konsep-konsep yang diberikan. Kurang pahami siswa terhadap materi yang diberikan akan berpengaruh terhadap literasi sains.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai literasi sains siswa meningkat setelah menggunakan bahan ajar bermuatan NOS pada topik pemanasan global dan perubahan iklim. Berdasarkan uji tanda yang telah dilakukan terlihat pengaruh penggunaan bahan ajar terhadap skor literasi sains siswa dengan nilai signifikansi 0,00. Angka signifikansi yang diperoleh ini lebih kecil daripada taraf signifikansi  $\frac{1}{2}\alpha$  (0,025). Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai literasi sains siswa sebelum dengan nilai literasi sains siswa sesudah menggunakan bahan ajar.

Pemahaman terhadap aspek NOS berperan dalam meningkatkan literasi sains siswa (Holbrook dan Rannikmae, 2009). Hal ini dikarenakan pemahaman terhadap aspek NOS merupakan salah satu yang harus dimiliki siswa untuk meningkatkan literasi sains selain memahami materi dan *scientific inquiry*. Pemahaman terhadap NOS salah satunya dapat difasilitasi dengan penggunaan buku teks yang merepresentasikan aspek NOS (Lederman *et al.*, 2012). Penggunaan bahan ajar yang bermuatan NOS dapat digunakan untuk membantu siswa dalam meningkatkan literasi sains siswa.

Pendidikan sains berkewajiban mengomunikasikan konsep dan proses dari disiplin sains. Namun, realita banyak pengalaman siswa yang terbatas pada persepsi isi dan praktek dalam sains. Dalam pengembangan literasi sains, siswa membutuhkan *habits of mind* untuk membuat Keputusan pribadi atau sosial. Pemahaman terhadap NOS dan *scientific inquiry* adalah konteks untuk mengembangkan *habits of mind* (Lederman *et al.*, 2013).

## PENUTUP

Pada penelitian ini dihasilkan bahan ajar bermuatan NOS pada topik pemanasan global dan perubahan iklim yang memenuhi kriteria valid, mudah digunakan, menarik dan bermanfaat bagi peserta didik yang belum dimuat di dalam buku siswa IPA kelas VII. Bahan ajar yang direkonstruksi berdasarkan pre-konsepsi peserta didik dan prespektif saintis yang menggunakan tahapan pembelajaran pembelajaran Sains dan Teknologi Literasi (STL) dengan mengadaptasi tahap pembelajaran *Chemie im Kontext* (ChiK). Berdasarkan hasil uji coba menunjukkan terdapat

perbedaan yang signifikan nilai literasi siswa sebelum dengan sesudah mempelajari bahan ajar. Nilai literasi sains siswa sesudah menggunakan bahan ajar lebih tinggi dari pada sebelum menggunakan bahan ajar.

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka diajukan beberapa saran untuk pembelajaran dan saran untuk penelitian selanjutnya. Pada penelitian ini mengacu pada MER dalam mengembangkan bahan ajar yang bermuatan NOS. Namun dalam penelitian ini tidak menilai bagaimana aspek NOS yang dimiliki oleh siswa. Penelitian berikutnya dapat melihat bagaimana aspek NOS yang dimiliki oleh siswa dalam pembelajaran.

Penelitian ini hanya mengungkapkan empat aspek NOS dalam bahan ajar perubahan iklim dan pemanasan global yaitu pada aspek subjektivitas, empiris, penanaman sosial budaya, dan kreativitas. Peneliti berikutnya diharapkan dapat mengungkapkan aspek NOS yang lain melalui pengembangan bahan ajar dengan topik yang berbeda.

Uji keterbacaan bahan ajar pada penelitian yang dilakukan hanya menggunakan penentuan ide pokok oleh siswa. Pada penelitian pengembangan bahan ajar berikutnya disarankan untuk melakukan uji tes rumpang untuk melihat keterbacaan bahan ajar.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan kasihNYA penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini yaitu Bapak Dr. Ahmad Muzakir, M.Si yang telah memberikan waktu, tenaga dan pemikiran yang sangat membantu dalam menyelesaikan penelitian ini

#### DAFTAR PUSTAKA

Abd-El-Khalick F, Waters M, Le A. 2008. Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four

decades. *Journal Of Research In Science Teaching*, 45(7): 835–855.

Adisendjaja YH. 2012. *Analisis Buku Ajar Biologi SMA Kelas X di Kota Bandung Berdasarkan Literasi Sains*. Bandung: Pendidikan Biologi

Duit R, Harald Gropengieber, Ulrich Kattmann, Michael Komorek, Ilka Parchmann. 2012. The model of educational reconstruction – a framework for improving teaching and learning science In: Jorde D, Dillon, *Sci. Educ. Res. and Pract. in Europe: Retrospective and Prospective*, 5, 13–37. Netherlands: Sense Publishers

Houghton J. 2004. *Global Warming*. United States of America: Cambridge University Press

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Kurikulum 2013 Kompetensi Dasar Sekolah Menengah Pertama (SMP)/Madrasah Tsanawiyah (MTS)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Lawshe CH. 1975. A Quantitative Approach to Content Validity. *Personnel Psychology*. (28): 563-575

Lederman NG, Antink A, Bartos S. 2012. Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: a pathway to developing scientifically literate citizenry. *Sci & Educ* DOI 10.1007/s11191-012-9503-3

Lederman NG, Lederman JS, Antink A. 2013. Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3): 138-147

McComas *et al.* 2002 . The role and character of the nature of science In: McComas, W.F., *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*: 3-39. United States of America: Kluwer Academic Press.

- Mun, Yuri. 1998. Earth Radiation Budget. [Online] diakses dari <https://marine.rutgers.edu/cool/education/classes/yuri/erb.html> pada 05 Januari 2018
- National RC. 1996. *National Science Education Standards*. Washington, Dc: National Academy Press.
- Nentwig P, Parchmann I. 2002. Chemie im context-from situated learning in relevant contexts to a systematic development of basic chemical concepts. *Makalah Simposium Internasional IPN-UYSEG Oktober 2002*, Kiel Jerman
- Niebert K, Gropengiesser H. 2013. The model of educational reconstruction: a framework for the design of theory based content specific interventions. The Example of Climate Change. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *Educational desing research – Part B: Illustrative cases*: 511-531. Enschede, the Netherlands: SLO.
- OECD. 2003. *Literacy skills for the world of tomorrow - Further results from PISA 2000*. OECD Publishing
- OECD. 2004. *Learning for tomorrow's world – First results from PISA 2003*. OECD Publishing
- OECD. 2007. *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world, vol. 1*. OECD Publishing.
- OECD. 2010. *PISA 2009 results: what students know and can do – student performance in reading, mathematics and science (volume 1)*. OECD Publishing.
- OECD. 2014. *PISA 2012 Results: What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. OECD Publishing.
- Snyder SL, Zike D. 2005. *The Air Around You*. United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Umoke CC, Nwafor CE. 2015. Evaluation of some approved computer studies textbooks in use in juniorsecondaryschools inebonyi state of nigeria. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 2(8): 123-141
- Quigley C, Pongsanon K, Akerson VL. 2011. If we teach them, they can learn: Young students views of nature of science during an informal science education program. *J Sci Teacher Educ*, (22): 129–149
- Wahono, Fida Rahmadiarti, Siti Nurul Hiday. 2014. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wheeler, Braun. 2013. *Climate change impacts on global food security*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science
- Wilson R., Wei Pan, Donald A. Achumsky. 2012. Recalculation of the critical values for lawshe's content validity ratio. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, XX(X), 1–14. DOI: 10.1177/0748175612440286.