

**IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN DAMPAK PEMBAKARAN  
SENYAWA KARBON BERBASIS *SOCIOSCIENTIFIC ISSUE* UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN ARGUMENTASI PESERTA DIDIK  
SMA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia



oleh

Raden Devita Feliyanthi Somadipraja

NIM 1805732

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2022**

**IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN DAMPAK PEMBAKARAN  
SENYAWA KARBON BERBASIS *SOCIOSCIENTIFIC ISSUE* UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN ARGUMENTASI PESERTA DIDIK  
SMA**

Oleh:

Raden Devita Feliyanthi Somadipraja  
NIM 1805732

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Kimia  
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Raden Devita Feliyanthi Somadipraja 2022  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

**IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN DAMPAK PEMBAKARAN  
SENYAWA KARBON BERBASIS *SOCIOSCIENTIFIC ISSUE* UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN ARGUMENTASI PESERTA DIDIK  
SMA**

Oleh :

Raden Devita Feliyanthi Somadipraja

NIM 1805732

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Hernani, M.Si

NIP. 196711091991012001

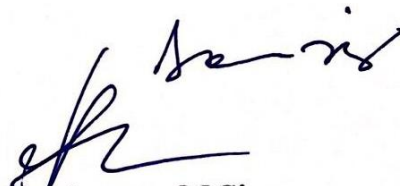
Pembimbing II



Drs. Ali Kusrijadi, M.Si

NIP. 196706291992031001

Mengetahui Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196310291987031001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Implementasi Pembelajaran Dampak Pembakaran Senyawa Karbon Berbasis *Socioscientific Issue* untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Peserta Didik SMA“ ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 23 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



**Raden Devita Feliyanthi Somadipraja**

**Implementasi Pembelajaran Dampak Pembakaran Senyawa Karbon  
Berbasis *Socioscientific Issue* Untuk Meningkatkan Kemampuan  
Argumentasi Peserta Didik SMA**

**Abstrak**

Penelitian ini dilakukan untuk mengimplementasikan pembelajaran dampak pembakaran senyawa karbon berbasis *Socio-Scientific Issue* (SSI) guna meningkatkan kemampuan argumentasi peserta didik SMA. Desain penelitian menggunakan desain Pre Eksperimental dengan metode *One Group Pretest-Posttest*. Penelitian ini melibatkan 20 peserta didik SMA jenjang kelas XI di salah satu SMA Negeri Kota Bandung. Instrumen penelitian yang digunakan ialah instrumen soal *pretest* dan *posttest* yang berbentuk tes uraian. Tes yang diujikan berkenaan dengan pemanasan global, hujan asam, dan *smog and fog*. Perlakuan terhadap peserta didik yang diberikan berupa pembelajaran dampak pembakaran senyawa karbon berbasis SSI dengan model pembelajaran *Problem Based Learning Virginia Initiative for Science Teaching and Achievement* (PBL VISTA) tahun 2014. Hasil penelitian menunjukkan: 1) Persentase keterlaksanaan dilihat pada data hasil observasi aktivitas pendidik dan peserta didik, diperoleh persentase aktivitas pendidik sebesar 75,3% dan aktivitas peserta didik sebesar 73,9%; 2) penilaian hasil *pretest* dan *posttest* adalah sebagai berikut klaim 70,3% dan 75,4% , bukti 8,27% dan 11,6%, dan penalaran 5,06% dan 5,13%. Hasil uji beda *pretest* dan *posttest* kemampuan berargumentasi melalui *t-test paired two sample for means* (uji P) untuk klaim, bukti, dan penalaran berturut-turut adalah 0,001, 0,019, 0,014. Keseluruhan nilai tersebut lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  yang berarti ada perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*.

Kata Kunci: Argumentasi, Bukti, Klaim, PBL VISTA, Penalaran, *Posttest*, *Pretest*, *Socio-Scientific Issue*.

**Implementation of Learning on the Impact of Combustion of Carbon  
Compounds Based on Socioscientific Issues to Improve the Argumentation  
Ability of High School Students**

**Abstract**

This research was conducted to implement socioscientific issue (SSI) based learning on the impact of burning carbon compounds in order to improve the argumentation skills of high school students. The research design used a Pre Experimental design with the One Group Pretest-Posttest method. This study involved 20 high school students in class XI in one of the Bandung City Senior High Schools. The research instrument used was the pretest and posttest questions in the form of a description test. The tests tested relate to global warming, acid rain, and smog and fog. The treatment given to students is in the form of learning the impact of burning carbon compounds based on SSI with the Virginia Initiative for Science Teaching and Achievement (PBL VISTA) problem based learning model in 2014. The percentage of implementation is seen in the data from the observations of the activities of educators and students, the percentage of activity is obtained educators by 75.31% and students by 73.99%. The results showed the assessment of the pretest and posttest results were as follows: claims 70.26% and 75.38%, evidence 8.27% and 11.6%, and reasoning 5.06% and 5.13%. The results of the different test through t-test paired two sample for means (P test) for claims, evidence, and reasoning are 0.001984539, 0.018657319, 0.014197536, respectively. This value is usually smaller than  $\alpha = 0.05$ , which means that there is a significant difference between the pretest and posttest scores. Thus, these results indicate an increase in the argumentation ability of students after being given treatment, namely SSI-based learning with the PBL VISTA model.

**Keywords:** Argumentation, Evidence, Claims, Reasoning, Posttest, Pretest, PBL VISTA, Socioscientific Issue.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan bagi penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini. Atas izin dan pertolongan-Nya, tesis dengan judul “*Implementasi Pembelajaran Dampak Pembakaran Senyawa Karbon Berbasis Socioscientific Issue untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Peserta Didik SMA*” ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurah bagi Rasulullah SAW, keluarga, sahabat, serta seluruh pengikutnya.

Penelitian mengenai Implementasi Pembelajaran Dampak Pembakaran Senyawa Karbon Berbasis Socioscientific Issue untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi. Skripsi ini memuat informasi bagaimana keterlaksanaan implementasi pembelajaran dampak pembakaran senyawa karbon berbasis *socioscientific issue* dalam meningkatkan kemampuan argumentasi peserta didik SMA dan bagaimana peningkatan kemampuan argumentasi peserta didik SMA setelah diterapkannya pembelajaran berbasis *socioscientific issue* pada konteks dampak pembakaran senyawa karbon. Skripsi ini pula ditujukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Kimia pada Program Studi Pendidikan Kimia Departemen Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari, bahwa dalam proses penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi penyajian dan metode keilmuan yang digunakan dalam penelitian ini, oleh karena itu penulis memohon maaf serta mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun guna perbaikan lebih lanjut. Akhir kata penulis berharap, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, khususnya pendidik dan peserta didik di jenjang SMA.

Bandung, Agustus 2022

Raden Devita Felianthi Somadipraja

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan skripsi ini. Namun, banyak pihak pula yang telah membantu baik dengan ilmu, doa, ataupun dorongan semangat sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan tesis ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih serta penghargaan yang tinggi kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Perie Prihadi, S.T dan Ibu Lina Helina (Alm), Suami tercinta Atep Rian Nurhadi, M.Pd serta seluruh keluarga atas segala dukungan baik berupa doa, materi maupun motivasi.
2. Ibu Dr. Hernani, M.Si selaku pembimbing I yang telah begitu banyak meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan pengarahan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Ali Kusrijadi, M.Si selaku pembimbing II yang selalu menyempatkan waktu disela-sela kesibukan beliau untuk memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Sri Mulyani, M.Si selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia yang selalu memberikan bimbingan dan memotivasi penulis selama menjadi mahasiswa.
5. Dr. Hendrawan, M.Si selaku ketua Departemen Pendidikan Kimia yang selalu memberikan bimbingan dan memotivasi penulis selama menjadi mahasiswa.
6. Drs. Wahyu Rahayu., Sri Suratmie, S.Pd., Dr. Hernani, M.Si dan Drs. Ali Kusrijadi, M.Si, yang telah bersedia menjadi validator.
7. Seluruh staf dosen dan karyawan Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI, terimakasih atas segala inspirasi dan semangat yang telah diberikan.
8. Rekan-rekan satu payung penelitian KBK *Chemistry Literacy for ESD and Teacher Professional Development* dan rekan-rekan pendidikan kimia A 2018 atas segala dukungan dan bantuan yang telah diberikan selama penyusunan berlangsung.
9. Kepada keluarga besar SMAN 8 Bandung khususnya Kepala Sekolah, Wakasek Kurikulum, Guru Kimia, dan seluruh siswa yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan berlangsung.



10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, yang telah memberikan doa dan segala bentuk dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Mudah-mudahan segala bentuk partisipasi dari berbagai pihak terkait dapat menjadi berkah dan semua kebaikan dibalas oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa tesis yang telah disusun ini masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat terutama bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN COVER</b> .....	i
<b>HALAMAN HAK CIPTA</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Struktur Organisasi Skripsi .....	5
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Education for Sustainable Development</i> .....	7
2.2 Pendidikan Kimia dalam <i>Education for Sustainable Development</i> ...	10
2.3 Pendekatan ESD berbasis Socioscientific Issue (SSI) .....	13
2.4 Sikap Peduli Lingkungan .....	19
2.5 Dampak Pembakaran Senyawa Karbon .....	19
2.6 Argumentasi Ilmiah .....	34

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Desain Penelitian .....	38
3.2 Partisipan .....	38
3.3 Instrumen Penelitian .....	39
3.4 Prosedur Penelitian .....	40
3.5 Teknik Analisis Data .....	46

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Keterlaksanaan Implementasi Pembelajaran Dampak Pembakaran Senyawa Karbon Berbasis <i>Socioscientific Issue</i> .....	52
4.2 Profil Kemampuan Argumentasi Peserta Didik SMA Berdasarkan Hasil Pretest dan Posttest .....	65

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Simpulan .....	66
5.2 Implikasi .....	66
5.3 Rekomendasi .....	67

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	68
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN A</b> .....	74
-------------------------	----

<b>LAMPIRAN B</b> .....	107
-------------------------	-----

<b>LAMPIRAN C</b> .....	159
-------------------------	-----

<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	196
----------------------------	-----

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Skema <i>One Group Pretest-Posttest design</i> .....	38
Tabel 3.2 Instrumen dan Data Penelitian .....	39
Tabel 3.2 Rubrik penilaian dan kriteria pemahaman konsep salah satu pertanyaan prakonsepsi .....	39
Tabel 3.3 Kriteria Penilaian Aktivitas Pendidik dan Peserta Didik.....	47
Table 3.4 Rubrik penilaian hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .....	47
Tabel 3.5 Kategori Kemampuan Argumentasi Setiap Aspek .....	48
Tabel 4.1. Keterlaksanaan Pembelajaran Aktivitas Pendidik dan Peserta Didik .....	56
Tabel 4.2. Perbaikan indikator kompetensi yang kurang sederhana, dan sulit dipahami .....	62
Tabel 4.3. Hasil Data Posttest untuk Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov...	63
Tabel 4.4. Hasil <i>T-test Paired Two Sample for Means</i> untuk Aspek Klaim....	63
Tabel 4.5. Hasil <i>T-test Two Paired Sample for Means</i> untuk Aspek Bukti. ....	64
Tabel 4.6 Hasil <i>T-test Two Paired Sample for Means</i> untuk Aspek Penalaran	64
Tabel 4.7. Hasil Ringkasan Uji T pada Seluruh Aspek Argumentasi .....	65

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva kenaikan yang stabil baru-baru ini dalam konsentrasi CO <sub>2</sub> di atmosfer.....	20
Gambar 2.2 menunjukkan siklus karbon dalam ekosistem bumi kita.....	20
Gambar 2.3 Radiasi matahari yang masuk dan radiasi yang keluar dari permukaan bumi .....	21
Gambar 2.4 Mekanisme terjadinya efek rumah kaca.....	22
Gambar 2.5 Peta peningkatan prediksi suhu pada tahun 2050.....	23
Gambar 2.6 Proses pembentukan hujan asam .....	26
Gambar 2.7 Hutan yang rusak akibat hujan asam.....	27
Gambar 2.8 Pengaruh hujan asam pada patung marmer George Washington di Washington Square, New York City. Foto diambil dengan perbedaan 50 tahun (1944-1994).....	27
Gambar 2.9 Prosedur umum untuk menghilangkan SO <sub>2</sub> dari pembakaran bahan bakar fosil.....	28
Gambar 2.10 Hutan yang rusak akibat hujan asam.....	29
Gambar 2.11 Hutan yang rusak akibat hujan asam.....	30
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	41
Gambar 4.1 Rumusan masalah yang dibuat peserta didik terhadap fenomena hujan asam.....	56
Gambar 4.2 Peta pertanyaan untuk fenomena hujan asam. ....	57
Gambar 4.3 Jawaban siswa terhadap pertanyaan yang mengenai penyebab bumi mengalami kenaikan suhu .....	58
Gambar 4.4 Hasil jawaban siswa yang memiliki ketiga aspek argumentasi....	59
Gambar 4.5. Jawaban siswa terhadap solusi untuk mengurangi asap kabut....	60
Gambar 4.6. (a) hasil rata-rata penilaian pretest, (b) hasil rata-rata penilaian posttest .....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A.1 Lembar validasi instrument soal pretest dan posttest .....	74
Lampiran A.2 Soal Pretest .....	88
Lampiran A.3 Soal Posttest.....	93
Lampiran A.4 Rubrik Penilaian Jawaban Pretest dan Posttest .....	98
Lampiran B.1 Hasil Validasi Instrument Soal Pretest dan Posttest .....	107
Lampiran B.2 Hasil jawaban soal pretest.....	121
Lampiran B.3 Hasil jawaban soal posttest .....	130
Lampiran B.4 Hasil Penilaian Jawaban Siswa .....	139
Lampiran B.5 Hasil Observasi Keterlaksanaan Aktivitas Pendidik dan Peserta Didik .....	147
Lampiran C.1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....	159
Lampiran C.2 Media Power Point Pembelajaran Dampak Pembakaran Senyawa Karbon.....	165
Lampiran C.3 Lembar Kerja Peserta Didik.....	171
Lampiran C.4 Bahan Ajar .....	174
Lampiran C.5 Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	192
Lampiran C.6 Surat Permohonan Izin Penelitian.....	195

## DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. (2020). *Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Aksi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/ Sustainable Development Goals (SDGs)*. Jakarta: Kementerian PPN/ Bappenas
- Bathgate, M., Crowell, A., Schunn, C., Cannady, M. & Dorph, R. (2015). The Learning Benefits of Being Willing and Able to Engage in Scientific Argumentation. *International Journal of Science Education* 37(10) 1590-1612. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1045958>.
- Berman H. B. (2012). *Hypothesis Test: Difference Between Means*. [online] diakses pada 08 Agustus 2022 tersedia di <https://stattrek.com/hypothesis-test/difference-in-means>
- Bradley J. D. (2005). Chemistry Education for Development. *Chemical Education International*, Diakses pada tanggal 01 Juli 2022, di <http://old.iupac.org/publications/cei/vol6/index.html>
- Bricker, L. & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92(3), 473–498.
- Burmeister, M., Rauch, F. & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 59-68.
- Cahyono, W. E.(2010). *Pengaruh Pemanasan Global Terhadap Lingkungan Bumi*. Peneliti Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara, LAPAN
- Chang, Raymond. (2010). *Chemistry, Tenth Edition*. McGraw-Hill. New York
- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L. and Applebaum, S. (2012). Contextualizing Nature of Science Instruction in Socioscientific Issues. *International Journal of Science Education*, 34 (15): 2289–2315. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667582>
- Eilks, I., Nielsen, J. A., & Hofstein, A. (2014). Learning about the role of science in public debate as an essential component of scientific literacy. In C. Bruguière, A. Tiberghien, P. Clément (Eds.), *Topics and trends in current science education* (pp. 85-100). Dordrecht: Springer.
- Gusnita, D. (2014). *Pencemaran SMOG (Asap Kabut) Sebagai Dampak Aktivitas Antropogenik*. Berita Dirgantara Vol.15 No. 2
- Godish, T. (2004). *Air Quality*. Lewis Publishers, A CRC Press Company, Lo
- GW U. K. (2001). *Climate Change*. <http://www.greenhouse-warming.org.uk/>  
*Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>.
- Herman, B. C., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., & Newton, M. H. (2017). A Socioscientific Issues Approach to Environmental Education. *Environmental Discourses in Science Education*, 145–161. doi:10.1007/978-3-319-67732-3\_11.

- Hidayati, R., (2001). *Masalah Perubalian Iklim di Indonesia Beberapa Contoh Kasus*, Makalah Falsafah Sains, Program Doktor, IPB, Bogor.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education: A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany and the USA. *Int. J. Sci. Math. Educ.* 9. 1459–1483.
- Houghton, J. (2005). *Global warming*. Reports on Progress in Physics 68, 1343–1403.
- Houghton J. (2004). *Global warming: The complete briefing, 3rd edn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hug, B., & McNeill, K. L. (2008). Use of first-hand and second-hand data in science: Does data type influence classroom conversation?. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1725-1751
- Kind, P. M., Kind, V., Hofstein, A., & Wilson, J. (2011). Peer Argumentation in the School Science Laboratory-Exploring Effects of Task Features. Vol 33 pp 2527-2558 ISSN 0950-0693 (print)/ ISSN 1464-5289 (online)/ 11/182527-32. United Kingdom: *International Journal of Science Education*.
- Klafki, W. (2000). *Didaktik Analysis as the core for preparation of instruction*. In I. Westbury, S. Hopmann and K. Riquarts (ed.). Teaching as a reflective practice: the German Didaktik tradition (pp. 85–108). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Klosterman, M., Sadler, T., & Brown, J. (2012). Viral news: Media literacy for the 21st century. *Science Scope*, 35(9), 61-69
- Koculu, A., & Topcu, M., S. (2021). Socio-scientific Issues in Education for Sustainable Development. In S. Erten (Ed.). *Different Perspectives on Environmental Education* (pp. 135–145). ISRES Publishing
- Kumala, L.H. (2017). *Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Kelas XI IPA MAN 1 Pati Melalui Penulisan Laporan Praktikum Asam Basa dan Larutan Penyangga Berorientasi Science Writing Heuristic (SWH)*. Universitas Islam Negeri Walisongo. [Http://eprints.walisongo.ac.id/7861/1/Skripsi.pdf](http://eprints.walisongo.ac.id/7861/1/Skripsi.pdf)
- Latif, V. (1996). *Pemanasan Global dan Pola Penyakit*. Bandung: Pikiran Rakyat
- Laurie, R., Nonoyama-Tarumi, Y., McKeown, R., & Hopkins, C. (2016). Contributions of Education for Sustainable Development (ESD) to Quality Education: A Synthesis of Research. *Journal of Education for Sustainable Development* 10:2 (2016): 226–242
- Lee, M. K., & Erdogan, I. (2007). The effect of science–technology–society teaching on students’ attitudes toward science and certain aspects of creativity. *Int. J. Sci. Educ.* 29, 1315–1328.
- Loyens, Jones, Mikkers dan Gog. 2015. Problem-Based Learning as a Facilitator of Conceptual Change. *Journal Learning and Instruction*. Vol. 38, (34-42).



- Mamlok-Naaman, R., & Mandler, D. (2020). Education for Sustainable Development in High School through Inquiry-Type Socio-Scientific Issues. *Chemistry Education for a Sustainable Society* Volume 1: High School, Outreach, & Global Perspectives ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC
- Mamlok-Naaman R., Katchevich D., Malka Y., Burmeister M., Feierabend T. & Eilks I., (2015). Learning about sustainable development in socio-scientific issues based chemistry lessons on fuels and bioplastics. In Z. Vania and L. Mammimo (Eds.), *World Wide Trend On Green Chemistry*. (pp. 45–60). UK: Royal Society of Chemistry.
- Mandler, D.; Mamlok-Naaman, R.; Blonder, R.; Yayon, M.; Hofstein. (2012). A. High-School Chemistry Teaching Through Environmentally Oriented Curricula. *Chem. Educ. Res. Pract.* 13, 80–92.
- Marks, R., & Eilks, I. (2009). Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: Concept, examples, and experiences. *Int. J. Environ. Sci. Educ.* 4, 231–245.
- Matahelumual, B., C. (2010). Potensi terjadinya hujan asam di Kota Bandung. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 1 No. 2 Agustus 2010: 59 – 70
- McKeown, R. (2002). *The ESD toolkit 2.0*. Retrieved from the World Wide Web. Diakses 01 Juli 2022, di <http://www.esdtoolkit.org>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2012). *Supporting Grade 5 – 8 Students in Constructing Explanation in Science: The claim, evidence, reasoning and rebuttal framework for talk and writing*. New York: Pearson Allyn & Bacon.
- McNeill, K.L., & Krajcik, J. (2006). *Middle School Students' Use of Appropriate and Inappropriate Evidence in Writing Scientific Explanations*. Proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition.
- Melbourne, D. A. (2014). *A New Method For Testing Normality Based Upon A Characterization of The Normal Distribution*. Thesis.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Nugraheni, D., Mulyanni, S., & Ariani, S. R. D. (2013). Pengaruh Pembelajaran Bervisi Dan Berpendekatan Sets Terhadap Prestasi Belajar Ditinjau Dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Sman 2 Sukoharjo Pada Materi Minyak Bumi Tahun Pelajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, Vol. 2 No. 3 Tahun 2013
- Nursisto (1999). *Penuntun Mengarang*. Yogyakarta: Adi Cita.
- OECD (2019). *PISA 2018 Result Combined Executive Summaries*. PISA-OECD Publishing

- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Osborne, J., Driver, R., & Simon, S. (1998). Attitudes to science: Issues and concerns. *Sch. Sci. Rev.* 79, 27–33.
- Permendikbud. (2016). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesian No. 24 Tahun 2016 Tentang *Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*.
- Pilot, A. & Bulte, A. M. W. (2006). Special issue: Context based chemistry education. *Int. J. Sci. Educ.* 28(9), 953–1112.
- Purwanti, (2015). Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan dan Implementasinya. *Jurnal Riset Pedagogik*, 14-20.
- Purwanto, N. (2010). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Ratag, M. A. (2007). *Perubahan iklim: perubahan variasi curah hujan, cuaca dan iklim ekstrim*. Greenpeace Southeast Asia Focus Group Discussion, 1 Maret 2007, Jakarta. Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG).
- Ratchlif. (2003). Teaching for Understanding of Science Contexts Sosiosaintifik Issue: Evidence from Century science courses. *Journal of research*.46(8): 945-959
- Robelia, B., McNeill, K., Wammer, K., & Lawrenz F. (2010). Investigating the impact of adding an environmental focus to a developmental chemistry course. *J. Chem. Educ.* 87, 216–221.
- Sadler, T.D., Romine, W.L. & Topçu, M.S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38:10, 1622-1635, DOI: 10.1080/09500693.2016.1204481
- Sadler, T. (2011). Situating socioscientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In T. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 1-9). New York: Springer.
- Sadler, T. D., & Zeidler D. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *J. Res. Sci. Teach.* 46(8), 909–921.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4–27. <http://doi.org/10.1002/sce.10101>
- Safitri, R., Jannah, M., Mutia, S. (2017). Penerapan Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Pembelajaran IPA Di Kelas IV MIN Tungkop Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.

- Sari, W. (2018). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Berpendekatan Sains, Lingkungan, Teknologi, Masyarakat (Salingtemas) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Minyak Bumi* [Skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Prodi Pendidikan Kimia
- Schwarz, B.B. & Baker, M. J. (2017). *Dialogue, Argumentation and Education: History, Theory and Practice*. New York, Cambridge University Press.
- Shwartz, A. T. (2006). Contextualized chemistry education: The American experience. *Int. J. Sci. Educ.* 28(9), 977–998.
- Singer, P.C., & W. Stumm. (1970). Acidic mine drainage: the rate determining step. *Science*. 167: 1121-1123
- Siska, S., Triani, W., Yunita, Y., Maryuningsih, Y., & Ubaidillah, M. (2020). Penerapan Pembelajaran Berbasis Socio Scientific Issues Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah. *EduSains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, Vol.8 No.1; 2020.
- Stolz, M., Witteck, T., Marks, R., & Eilks, I. (2013). Reflecting socio-scientific issues for science education coming from the case of curriculum development on doping in chemistry education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technological Education*, 9, 273-282. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.945a>
- Stuckey, M., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Eilks, I. (2015). The Meaning of ‘Relevance’ in Science Education and Its Implications for the Science Curriculum. *Stud. Sci. Educ.*, 49, 1–34.
- Sudijono, A. (1996). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : PT. Raja. Grafindo Persada
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung : Tarsito
- Tetjuari, P. (2021). *Kabut Asap Tebal Menutupi Ibu Kota India, Sekolah dan Kantor Pemerintah di New Delhi Diliburkan Sementara*. Diakses 21 Februari 2022, dari [https://www.google.com/amp/s/depok.pikiran-rakyat.com/internasional/amp/pr\\_093025931/kabut-asap-tebal-menutupi-ibu-kota-india-sekolah-dan-kantor-pemerintah-di-new-delhi-diliburkan-sembentara](https://www.google.com/amp/s/depok.pikiran-rakyat.com/internasional/amp/pr_093025931/kabut-asap-tebal-menutupi-ibu-kota-india-sekolah-dan-kantor-pemerintah-di-new-delhi-diliburkan-sembentara)
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tytler, R. (2012). Socio-scientific issues, sustainability and science education. *Research in Science Education*, 42, 155–163. doi:10.1007/s11165-011-9262-1.
- UNESCO. (2021). *What is Education for sustainable development?* <https://en.unesco.org/themes/education-sustainable-development/what-is-esdU.S>
- UNESCO. (2016). *The Education for All Development Index*. Diakses tanggal 18 Agustus 2022 dari <http://en.unesco.org/gem-report/education/alldevelopment-index>

- UNESCO. (2012). *Shaping the Education of Tomorrow - 2012 Report on the UN Decade of Educational of Sustainable Development, Abridged*. Paris: UNESCO
- UNESCO. (2005). *Contributing to More Sustainable Future: Quality Education, Life Skills, and Education for Sustainable Development*. Paris: UNESCO
- VISTA. (2014). *How to Develop A Problem Based Science Unit*. Diakses pada tanggal 01 Agustus 2022 di <https://vista.gmu.edu>
- Wahdan, W. Z., Sulistina, O., Sukarianingsih, D. (2017). Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Materi Ikatan Kimia Peserta Didik SMA, MAN, Dan Perguruan Tinggi Tingkat I. *Jurnal Pembelajaran Kimia*. Vol 2 (2). DOI: <http://dx.doi.org/10.17977/um026v2i22017p030>
- Wardani, A. D., Yulianti, L., Taufiq, A., & Artikel Abstrak, I. (2018). Kualitas Argumentasi Ilmiah Siswa pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(10), 1364-1372. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>
- Ware, S. A. (2001). Teaching chemistry from a societal perspective. *Pure Appl. Chem.* 73(7), 1209–1214.
- Wheeler, K. (2000). Sustainability from five perspectives. In K. A. Wheeler and A. P Bijur (ed.). *Education for a sustainable future* (p. 2–6). New York: Kluwer
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., & Stanley, G. G. (2004). *General Chemistry Seventh Edition*. Washington: Thomson Brooks/Cole.
- Yacoubian, H. A., & Khishfe, R. (2018). Argumentation, critical thinking, nature of science and socioscientific issues: a dialogue between two researchers. *International Journal of Science Education*. Volume 40 (7). <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1449986>
- Yaumi, M. (2014). *Pendidikan Karakter; landasan, pilar, dan implementasi*. Jakarta: Kharisma Putra Utama
- Zeidler, D.L., & Nichols, B.H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. DOI:10.1007/BF03173684