

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERORIENTASI LITERASI SAINS DAN
GREEN CHEMISTRY PADA TOPIK SEL SURYA**

SKRIPSI

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



Disusun oleh

Neneng Irawati

NIM 1902930

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA FAKULTAS PENDIDIKAN
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

BANDUNG

2024

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERORIENTASI LITERASI SAINS DAN
GREEN CHEMISTRY PADA TOPIK SEL SURYA**

Oleh:

Neneng Irawati

**Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar**

Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia

© Neneng Irawati 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

**Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan
dicetak ulang, difotocopy, atau cara lainnya tanpa seizin dari penulis.**

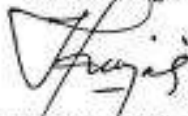
LEMBAR PENGESAHAN

NENENG IRAWATI

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERORIENTASI LITERASI SAINS DAN GREEN
CHEMISTRY PADA TOPIK SEL SURYA**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing

Pembimbing I



Drs. Ali Kusfijadi, M.Si.

NIP. 196706291992031001

Pembimbing II



Dr. Hernani, M.Si

NIP. 1967110919910121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia



Dr. Wiji, M.Si.

NIP. 197204302001121001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan E-Modul Berorientasi Literasi Sains dan *Green Chemistry* pada Sel Surya” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya dengan bantuan dosen pembimbing yaitu Bapak Drs. Ali Kusrijadi, M.Si. dan Ibu Dr. Hernani, M.Si. 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 ini.

Bandung, Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Neneng Irawati

NIM 1902930

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul berorientasi Literasi Sains dan *Green Chemistry* pada Topik Sel Surya”. Shalawat dan salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya, dan umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pensisikan jenjang S1 pada program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun sebagai perbaikan bagi penulis kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama bagi pembaca.

Bandung, Januari 2024



Neneng Irawati

1902930

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat tersusun dengan baik dengan bantuan berbagai pihak terkait, atas izin Allah. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis beserta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan secara moral dan moril sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Drs. Ali Kusrijadi, M.Si dan Ibu Dr. Hernani, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan dan saran selama proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Wiji, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Program Sarjana dan Magister yang telah membantu penulis selama perkuliahan.
4. Bapak Dr. rer. nat. Asep Supriatna, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan.
5. Guru Kimia yang sudah bersedia dan membantu menjadi validator.
6. Seluruh pihak yang telah membantu selama perkuliahan dan proses penyusunan skripsi yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga Allah membalas kebaikan kepada seluruh pihak terkait dengan balasan terbaik.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menghasilkan e-modul berorientasi literasi sains dan *green chemistry* pada topik Sel Surya. Latar belakang dikembangkannya penelitian ini adalah rendahnya literasi sains siswa Indonesia pada studi PISA 2018 dan mendukung kelestarian lingkungan melalui prinsip *green chemistry*. Metode penelitian yang digunakan adalah *Education Design Research* dengan model pengembangan plomp yang terdiri dari tahap *Preliminary research* dan tahap *Development* atau *prototyping phase*. Penelitian dilaksanakan di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Cirebon dengan partisipan tiga orang guru kimia serta dua orang dosen ahli sebagai validator dan sepuluh orang siswa untuk menguji keterbacaan. Hasil validasi e-modul yang dikembangkan secara umum telah memenuhi kriteria kelayakan e-modul dengan beberapa saran perbaikan berupa perbaikan kalimat, kejelasan gambar, serta penyesuaian tujuan pembelajaran. Hasil uji keterbacaan e-modul memiliki tingkat keterbacaan tinggi dengan kategori *independent* atau mandiri dalam memahami e-modul yang dikembangkan. dan respon tanggapan menunjukkan presentase 88,7 menunjukkan kategori dari e-modul yang dikembangkan yaitu sangat baik.

Kata kunci : *Green Chemistry*, Literasi Sains, E-Modul, Sel surya

ABSTRACT

This research aims to product an e-modules based on science literacy and green chemistry on the topic of solar cells. The background of the development of this research is the low science literacy of Indonesian students in the 2018 PISA study and supporting environmental sustainability through green chemistry principles. The research method used is Education Design Research with the Plomp development model consisting of Preliminary research phase and Development or prototyping phase. The research was conducted in one of the public high schools in Cirebon Regency with participants of three chemistry teachers and two expert lecturers as validators and ten students to test readability. The results of the validation of the e-module developed in general have met the criteria for e-module feasibility with some suggestions for improvement in the form of sentence improvement, clarity of images, and adjustment of learning objectives. The results of the e-module readability test have a high level of readability with an independent or independent category in understanding the e-module developed. and the response shows a percentage of 88.7 indicating the category of the e-module developed is very good.

Key Words : Green Chemistry, Science Literacy, E-Modul, solar cell

DAFTAR ISI

Contents

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Pembatasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Struktur Organisasi.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 E-Modul.....	9
2.2 Literasi Sains.....	9
2.3 <i>Green Chemistry</i>	27
2.4 Sel Surya.....	29
2.5 Aspek Konten dalam e-Modul.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Desain Penelitian	38
3.3 Partisipan dan Lokasi Penelitian	40
3.4 Teknik Pengumpulan Data	41
3.5 Instrumen Penelitian	41
3.6 Teknik Pengolahan Data	43
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	45

4.1	Pengembangan E-Modul Berorientasi Literasi Sains dan <i>Green Chemistry</i> Pada Topik Sel Surya	45
4.2	Hasil Validasi Pengembangan E-Modul	69
4.3	Hasil Pengujian Keterbacaan Peserta Didik.....	74
4.4	Hasil Angket Respon Peserta Didik	75
BAB V KESIMPULAN.....		80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Implikasi.....	81
5.3	Rekomendasi	81
DAFTAR PUSTAKA.....		82
LAMPIRAN.....		88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Aspek Literasi Sains.....	10
2. 2 Aspek Konteks Literasi Sains.....	12
2. 3 Perbandingan Modul Elektronik dan Cetak.....	23
3. 1 Teknik Pengumpulan Data.....	41
3. 2 Tujuan Pembelajaran Aspek Sikap.....	41
3. 3 Tujuan Pembelajaran Aspek Pengetahuan.....	41
3. 4 Tujuan Pembelajaran Aspek Keterampilan.....	42
3. 5 Format Validasi Teks Dasar.....	42
4. 1 Analisis Kurikulum Merdeka.....	48
4. 2 Capaian Pembelajaran pada Konteks dan Konten Sel Surya.....	49
4. 3 Analisis aspek sains PISA 2018.....	51
4. 4 Contoh Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Sikap.....	53
4. 5 Contoh Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Pengetahuan.....	53
4. 6 Contoh Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Keterampilan.....	54
4. 7 Contoh Perumusan Konten dan Konteks.....	55
4. 8 Daftar bacaan tambahan.....	67
4. 9 Perbaikan temuan 1.....	69
4. 10 Perbaikan temuan 2.....	71
4. 11 Perbaikan temuan 3.....	71
4. 12 Perbaikan temuan 4.....	72
4. 13 Hasil Uji Keterbacaan Peserta Didik.....	75
4. 14 Hasil Angket Respon Peserta Didik.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Hubungan Aspek Literasi Sains	11
2. 2 Skema Sel Surya	31
3. 1 Alur Penelitian.....	40
4. 1 Cover E-Modul	62
4. 2 Daftar Isi.....	63
4. 3 Pendahuluan	63
4. 4 Informasi Kegiatan Pembelajaran	64
4. 5 Rangkuman	65
4. 6 Penilaian Diri	66
4. 7 Daftar Pustaka	67
4. 8 Perbaikan temuan 4	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Hasil Wawancara.....	89
2 Perumusan Tujuan Pembelajaran Sebelum Perbaikan	91
3 Perumusan Tujuan Pembelajaran Setelah Perbaikan	96
4 Penentuan Konteks Dan Konten	101
5 Penggabungan Teks Konten Dan Konteks	103
6 Pembuatan Teks Dasar	112
7 Validasi Teks Dasar E-Modul.....	122
8 Hasil Validasi Teks Dasar E-Modul	151
9 Lembar Uji Keterbacaan Peserta Didik.....	156
10 Hasil Uji Keterbacaan Peserta Didik	160
11 Angket Peserta Didik.....	161
12 Hasil Angket Peserta Didik	166
13 Cuplikan E-Modul.....	169
14 Surat Penelitian	170
15 Dokumentasi Penelitian	171

DAFTAR PUSTAKA

- Adhimah, S. (2020). Peran orang tua dalam menghilangkan rasa canggung anak usia dini (studi kasus di desa karangbong rt. 06 rw. 02 Gedangan-Sidoarjo). *Jurnal Pendidikan Anak*, 9(1), 57–62. <https://doi.org/10.21831/jpa.v9i1.31618>
- Anastas PT, Warner JC. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford UK/New York: Oxford Univ. Press. 135 pp.
- Aqil, D. I. (2018). Literasi Sains Sebagai Konsep Pembelajaran Buku Ajar Biologi di Sekolah. *Wacana Didaktika*, 5(02), 160–171. <https://doi.org/10.31102/wacanadidaktika.5.02.160-171>
- Brown, T. L. et al. (2015). *Chemistry: The Central Science* (13th edition). New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Chiappetta, E.L, Godrej H. Sethna, and David. A. Fillman, A Quantitative Analysis of High School Chemistry Textbooks for Scientific Literacy Themes and Expository Learning Aids. *Journal of research in science teaching*. 1991, 28(10): 939-951.
- Doxsee Kenneth M./Hutshison James E. , 2004. *Green Organic Chemistry Strategis, Tools, and Laboratory Experiments*, United States : Thomson Brooks/Cole.
- Hardani.(2019). *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) Teori dan Aplikasi*.Pustaka Ilmu : Surabaya
- Hazen, R., M., and James Trefil, 2009. *Science Matter: Achieveing Scientific Literacy*. United States: Anchor Books. ISBN: 978-030-745- 458-4
- Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi*

- Ichsan, I. Z., Iriani, E., & Hermawati, F. M. (2018). Peningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills) Pada Siswa Sekolah Dasar Melalui Video Berbasis Kasus Pencemaran Lingkungan. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, 3(02), 12–18. <https://doi.org/10.33503/Ebio.V3i02.175>
- Ito, S. (2011). *Investigation of Dyes for Dye Sensitized solar Cells: Ruthenium Complex Dyes, Metal Free Dyes, Metal-Complex Porphyrin Dyes, and Natural Dyes*. Croatia: InTech.
- Ivankovic, A., & Bevanda, A. M. (2017). Ulasan Dari 12 Prinsip Green Kimia Dalam Praktek. 6(3), 39–48.
- Jatmika, A.W. 2007. Tingkat Keterbacaan Wacana Sains dengan Teknik Klos. *Jurnal Sositeknologi*, 10: 196-200.
- Kadek Aris Priyanthi, Ketut Agustini, Gede Saindra Santyadiputra, Pengembangan EModul Berbantuan Simulasi Berorientasi Pemecahan Masalah Pada Mata Pelajaran Komunikasi Data (Studi Kasus: Siswa Kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Singaraja). *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika*, 6(1) 2017, h. 42.
- Karpudewan, M., & Ismail, Z. (2013). Effects Of Green C Hemistry Final Version Published as: The Effects Of “Green Chemistry” On Secondary School Students’ Understanding And Motivation Effects Of Green Chemistry 2.Pdf. *Asia-Pacific Eduation Research*, 3(4), 1–9. <https://doi.org/10.1007/S40299-013-0156-Z>
- Kay, A., & Grätzel, M. (1996). Low Cost photovoltaic Modules Based on Dye Sensitized Nanocrystalline Titanium Dioxide and Carbon Powder. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 44(1), 99-117
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.

- Kristyowati, R., & Purwanto, A. (2019). Pembelajaran Literasi Sains Melalui Pemanfaatan Lingkungan. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 9(2), 183–191. <https://doi.org/10.24246/j.js.2019.v9.i2.p183-191>
- Kurniawan, C., & Kuswandi, D. (2021). Pengembangan E-Modul Sebagai Media Literasi Digital Pada Pembelajaran Abad 21. Malang: Academia Publication
- Laili, I. (2019). *EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN E-MODUL PROJECT BASED LEARNING PADA MATA PELAJARAN INSTALASI MOTOR LISTRIK*.
- Latif, A., Pahru, S., & Muzakkar, A. (2022). Studi Kritis Tentang Literasi Sains dan Problematikanya di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(6), 9878–9886. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i6.4023>
- Lee, C-P., Li, C-T., & Ho, K-C, 2017. Use Organic materials in *dye*-sensitized solar cells. Elsevier, 1-17
- Luo, C., & Wu, D. (2016). Environment and economic risk: An analysis of carbon emission market and portfolio management. *Environmental Research*, 297-301.
- Mitarlis, Azizah, U., & Yonata, B. (2018). Pemanfaatan Indikator Alam Dalam Mewujudkan Pembelajaran Kimia Berwawasan Green Chemistry. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 3(1), 1–7.
- Natalita M. Nursam, L. Muliani, J. Hidayat. 2011. Sel surya *dye*-sensitized TiO₂: Fabrikasi dan analisa material elektrolit. Bandung: PPET-LIPI.
- Nita S, Ali. (2018). Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Interaktif Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*
- OECD (1999), *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264173125-en>.

- OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris, https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-resultsvolume-i_5f07c754-en
- OECD. (2018). PISA 2015. *PISA Result in Focus*. Paris: PISA-OECD Publishing
- Oka Wardhana, S., Nabilah, S., Dewitasari, A. P., & Hidayah, R. (2022). E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS NATURE OF SCIENCE (NoS) PERKEMBANGAN TEORI ATOM GUNA MENINGKATKAN LEVEL KOGNITIF LITERASI SAINS PESERTA DIDIK. *UNESA Journal of Chemical Education*, 11(1), 34–43.
- Pertamina Energy Institute. (2020). Pertamina Energy Outlook 2020. Jakarta: Pertamina Energy Institute.
- Plomp, T., & Niveen, N. (2007). An Introduction To Education Design Research. Proceedings Of The Seminar Conducted At The East China Normal University , 23-26. Netherland Institute For Curriculum Development. [Www.Slo.Nl/Organisatie/International/Publications](http://www.slo.nl/organisatie/international/publications).
- Purwanto & Prajitno, (2013) Variasi Kecepatan dan Waktu Pemutaran Spin Coating dalam Pelapisan TiO₂ untuk Pembuatan dan Karakterisasi Prototipe DSSC dengan Ekstraksi Kulit Manggisi (Garcinia Mangostana) sebagai Dyes Sensitizer. *Jurnal Sains Dan Seni POMITS*, 1, 1-7.
- Rankin, E.F. & Culhane, J.W. (1969). Comparable Cloze and Multiple Choice Comprehension test Scores. *Journal Of Reading*. 13(3), 193-198.
- Rusman. (2015). *PENGARUH VARIASI BEBAN TERHADAP EFISIENSI SOLAR CELL DENGAN KAPASITAS 50 WP*. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*. Vol. 4 No. 2.
- Sasana, Hadi, Kusuma, Panji, dan Setyaningsih, Y. (2019). The Impact Of CO₂ Gas Emissions On Government Expenditure Of Health Sector In Indonesia. In *E3S Web of Confrences*. Vol, 125, p.04004. EDP Sciences.

- Septina,w., Fajarisandi,D., dan Aditia,M. (2007). Pembuatan Prototype Solar Cell Murah dengan Bahan Organik-Inorganik(*Dye-Sensitized Solar Cell*).Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Singh , S., & Singh, S. (2016). What is scientific literacy: A review paper. *International Journal of Academic Research and Development*, 1(2),
- Srivastava. (2006). Ninety Day Toxicity and One Generation Reproduction Study in Rats to Allethrin Based Liquid Masquito Repellant. *Journal of Toxicological Science* Vol. 31
- Sugiyono. 2015. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : ALFABETA
- Suryati, Hendrawani, Walidatun, N. 2021. “The Effect of Green Chemistry Oriented Problem Based Learning Module on Salt Hydrolysis Material on Students’ Science Literacy.” *Lensa : Jurnal Kependidikan Fisika* 9 (1): 86–100.
- Ulandari, Amalia, and Mitarlis. 2021. “Berwawasan Green Chemistry Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Asam Basa.” *Jurnal Inovasi Pendidikan KImia* 15 (1): 2764–77.
- Ulfah, M., Rahayu, P., & Dewi, L. R. (2013). *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS KONSEP PENGETAHUAN LINGKUNGAN GREEN CHEMISTRY PADA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI*. Prosiding, Vol 10, No 2.
- Wali, Fakhruddin, & Jose, (2015). Tin Oxide as photoanode for *dye* sensitized solar cells: Current progress and future challenges. Elsevier, 1039-1052.

- Whitten, Davis, Peck, Stanley. (2004). *General Chemistry: 4 th Edition*. Georgia: Brooks Cole.
- Wulandari, Nisa dan Hayat Sholihin. 2016. Analisis kemampuan literasi sains pada aspek pengetahuan dan kompetensi siswa SMP pada materi kalor. Universitas pendidikan Indonesia. ISSN : 1979-7281 Hlm. 67
- Yuwono, S., Diharto, D., & Pratama, N. W. (2021). Manfaat Pengadaan Panel Surya dengan Menggunakan Metode On Grid. *ENERGI & KELISTRIKAN*, 13(2), 161–171. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i2.1537>
- Dr. Eng. Meita Rumbayan, S. M. (2020). *Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Yang Terbarukan*. Malang: Ahli Media Book.