

**PENGEMBANGAN E-MODUL DENGAN PENDEKATAN *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* (SSI) PADA TOPIK PEMANFAATAN BIOPOLIMER SEBAGAI PENGGANTI PLASTIK UNTUK MELATIH *DECISION-MAKING SKILLS***

**SKRIPSI**

*diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana*

*Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia*



oleh

Khalifa Aurora Ardani

2001154

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

**2024**

**PENGEMBANGAN E-MODUL DENGAN PENDEKATAN *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* (SSI) PADA TOPIK PEMANFAATAN BIOPOLIMER SEBAGAI PENGGANTI PLASTIK UNTUK MELATIH *DECISION-MAKING SKILLS***

Oleh :

Khalifa Aurora Ardani

NIM 2001154

Sebuah Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Khalifa Aurora Ardani

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak cipta dilindung Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, di-*photocopy*, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

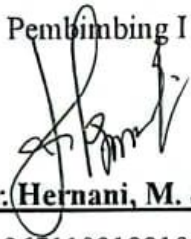
**LEMBAR PENGESAHAN**

**KHALIFA AURORA ARDANI**

**PENGEMBANGAN E-MODUL DENGAN PENDEKATAN *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* (SSI) PADA TOPIK PEMANFAATAN BIOPOLIMER SEBAGAI PENGGANTI PLASTIK UNTUK MELATIH *DECISION-MAKING SKILLS***

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

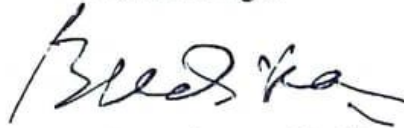
Pembimbing I



**Dr. Hernani, M. Si.**

NIP. 196711091991012001

Pembimbing II



**Dr. Budiman Anwar, M. Si.**

NIP. 197003131997031004

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia



**Dr. Wiji, M.Si.**

NIP. 197204302001121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan *Socio-scientific issues* (SSI) pada Topik Pemanfaatan Biopolimer sebagai Pengganti Plastik untuk Melatih *Decision-making Skills*” 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 berlangsung dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya ini.

Bandung, Agustus 2024  
Yang Membuat Pernyataan,

Khalifa Aurora Ardani

NIM. 2001154

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, karena berkat rahmat, pertolongan, dan dengan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan *Socio-scientific Issues* (SSI) pada Topik Pemanfaatan Biopolimer sebagai Pengganti Plastik untuk Melatih *Decision-making Skills*”

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA) Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak dalam beragam bentuk seperti moral, material, bimbingan, dan arahan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan dan pengembangan karya-karya selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, baik penulis, pembaca, dan peneliti selanjutnya agar dapat dijadikan referensi untuk pengembangan yang lebih baik.

Bandung, Agustus 2024

Penulis,

Khalifa Aurora Ardani

NIM. 2001154

## UCAPAN TERIMAKASIH

Segala puji penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, dilanjutkan dengan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW., beserta keluarga, sahabat, dan umatnya hingga akhir zaman. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak mungkin berjalan tanpa adanya bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis dengan tulus mengucapkan rasa terima kasih yang begitu besar kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ibu Ida Riyani dan Bapak Hendro Wibowo, atas dukungan dan usaha penuh keringat yang dilakukan agar penulis dapat melakukan studi sampai tingkat ini serta dukungan moral tak terbatas untuk menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dr. Hernani, M.Si. selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan ilmu kepada penulis dengan meluangkan tenaga dan waktu.
3. Bapak Dr. Budiman Anwar, M.Si. selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, saran, dan ilmu kepada penulis dengan meluangkan tenaga dan waktu.
4. Bapak Dr. Ijang Rohman, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberi banyak motivasi dan arahan selama perjalannya perkuliahan penulis.
5. Bapak Dr. Wiji, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia UPI yang telah memberikan banyak kemudahan untuk penulis selama pendidikan.
6. Ibu Dra. Susy Lestiyani selaku guru pamong penulis di SMAS Laboratorium Percontohan UPI yang telah banyak membimbing dan memberi ilmu penulis serta memberikan kesempatan penulis untuk melakukan penelitian sekaligus bersedia menjadi responden wawancara dan validator.
7. Seluruh Dosen Program Studi Pendidikan Kimia UPI yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman berharga bagi penulis selama menempuh pendidikan.

8. Arbiyasa dan Khaira selaku adik penulis serta seluruh keluarga penulis yang telah memberikan banyak bantuan secara moral maupun material.
9. Mba Devi, Kak Radit, Mba Ayu, Kak Helmi, Mba Susan, dan Kak Bene yang telah membantu dan mengurus kebutuhan penulis selama perkuliahan di Bandung.
10. Teman-teman dari KBK Literasi Sains dan seluruh teman-teman kelas Pendidikan Kimia 2020A yang telah memberikan pengalaman berkesan selama perkuliahan.
11. Teman dekat khususnya Nais dan Shafa yang telah banyak berjasa menjadi pendengar setia keluh kesah penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi. Rofi' yang selalu bersedia menolong. Muflikha yang selalu menemani perjalanan perkuliahan penulis.
12. Teman-teman dari grup *Tomorrow X Together* dan *Boynextdoor* yang banyak menginspirasi serta memberikan dukungan moral kepada penulis selama perkuliahan.
13. Khalifa, penulis sendiri yang telah mau dan mampu berjuang melalui perjalanan perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini.
14. Seluruh pihak yang telah membantu penulis secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## ABSTRAK

Penelitian ini yang bertujuan menghasilkan e-modul dengan pendekatan *socio-scientific Issues* (SSI) pada topik pemanfaatan biopolimer sebagai pengganti plastik untuk melatih *decision-making skills* yang tervalidasi dan memiliki keterbacaan yang baik. Metode penelitian yang digunakan adalah *Design Development Research* (DDR) yang dikembangkan oleh Richey & Klein (2007) dengan jenis penelitian tipe pengembangan produk dan alat, yang dilakukan dengan empat tahapan yaitu 1) *analysis*, 2) *design*, 3) *development*, dan 4) *evaluation*. Penelitian ini melibatkan 8 orang guru kimia pada tahap analisis kebutuhan, 5 orang validator yang terdiri dari 3 dosen ahli dan 2 orang guru kimia, serta uji coba terbatas yang dilaksanakan di salah satu SMA di Kota Bandung dengan melibatkan 11 orang peserta didik. Hasil validasi dan penilaian e-modul menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki kriteria kelayakan e-modul dengan beberapa saran perbaikan teks dan tata letak gambar atau komponen tambahan lainnya. Hasil uji keterbacaan rata-rata e-modul berada pada kriteria tinggi yang menunjukkan tingkatan independen pada peserta didik dalam penggunaan e-modul. Hasil respon peserta didik terhadap e-modul diperoleh presentase penilaian 82,05% dengan kategori sangat baik.

**Kata kunci :** Biopolimer, *Decision-making skill*, DDR, E-Modul, *Socio-scientific issues* (SSI)



## **ABSTRACT**

*This research aims to produce an e-module with socio-scientific issues approach on the topic of utilizing biopolymers as a substitute for plastic to train decision-making skills that is validated and has good readability. The research method used is Design Development Research (DDR) developed by Richey & Klein (2007) with the type of product and tool development type research, which is carried out with four stages, namely 1) analysis, 2) design, 3) development, and 4) evaluation. This research involved 8 chemistry teachers at the needs analysis stage, 5 validators consisting of 3 expert lecturers and 2 chemistry teachers, and a limited trial conducted at one of the high schools in Bandung City involving 11 students. The results of validation and assessment of e-modules show that the developed e-modules have e-module eligibility criteria with some suggestions for text improvement and image layout or other additional components. The results of the average readability test of the e-module are at a high criterion which indicates an independent level of students in the use of e-modules. The results of student responses to the e-module obtained an assessment percentage of 82.05% in the very good category.*

**Keywords :** Biopolymers, Decision-making skills, DDR, E-Modules, Socio-scientific issues (SSI)

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMAKASIH .....	iv
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Pembatasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian .....	7
1.5. Manfaat Penelitian.....	7
1.6. Sistematika Penulisan .....	8
BAB II.....	9
KAJIAN PUSTAKA .....	9
2.1. <i>Decision-making Skill</i> .....	9
2.2. <i>Socio-Scientific Issues</i> .....	15
2.3. E-Modul.....	17
2.4. Plastik .....	29
BAB III.....	42
METODE PENELITIAN .....	42
3.1. Desain Penelitian .....	42
3.2. Alur Penelitian.....	42
3.3. Partisipan dan Lokasi Penelitian.....	45
3.4. Instrumen Penelitian .....	46
3.5. Teknik Analisis Data.....	48
BAB IV .....	51
TEMUAN & PEMBAHASAN .....	51

4.1. Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan <i>Socio-scientific Issues</i> (SSI) pada Topik Pemanfaatan Biopolimer sebagai Pengganti Plastik untuk Melatih <i>Decision-Making Skills</i> .....	51
4.2. Hasil Validasi Ahli E-Modul dengan Pendekatan <i>Socio-scientific Issues</i> (SSI) pada Topik Pemanfaatan Biopolimer sebagai Pengganti Plastik untuk Melatih <i>Decision-Making Skills</i> .....	82
4.3. Uji Coba Terbatas E-Modul dengan Pendekatan <i>Socio-scientific Issues</i> (SSI) pada Topik Pemanfaatan Biopolimer sebagai Pengganti Plastik untuk Melatih <i>Decision-Making Skills</i> .....	90
4.4. Respon Peserta Didik terhadap E-Modul dengan Pendekatan <i>Socio-scientific Issues</i> (SSI) pada Topik Pemanfaatan Biopolimer sebagai Pengganti Plastik untuk Melatih <i>Decision-Making Skills</i> .....	107
BAB V .....	110
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....	110
5.1. Simpulan .....	110
5.2. Implikasi .....	111
5.3. Saran .....	111
DAFTAR PUSTAKA .....	113
LAMPIRAN .....	123

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Plastik.....	29
Tabel 3.1	Format Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Sikap.....	46
Tabel 3.2	Format Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Pengetahuan .....	46
Tabel 3.3	Format Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Keterampilan.....	46
Tabel 3.4	Format Perumusan Soal Latihan <i>Decision-Making Skills</i> .....	47
Tabel 3.5	Format Validasi Teks Dasar E-Modul .....	47
Tabel 3.6	Format Lembar Uji Ide Pokok .....	48
Tabel 3.7	Format Angket Respon Peserta Didik .....	48
Tabel 3.8	Penentuan Kriteria Teks Uji Keterbacaan .....	49
Tabel 3.9	Kategori persentase skala respon peserta didik.....	50
Tabel 3.10	Solusi Mari Memutuskan 1.2 .....	105
Tabel 3.11	Jawaban Peserta Didik Mari Memutuskan 1.2.....	105
Tabel 3.12	Hasil Angket Respon Peserta Didik .....	107
Tabel 4.1	Capaian Pembelajaran (CP) dan Profil Pelajar Pancasila (P3) pada Kurikulum Merdeka .....	55
Tabel 4.2	Elemen Afektif Identitas Sains PISA 2025 yang berhubungan dengan CP dan P3 Kurikulum Merdeka untuk penentuan aspek sikap .....	56
Tabel 4.3	Aspek Pengetahuan PISA 2025, Kompetensi Sains & Kompetensi Ilmu Lingkungan Berdasarkan Kerangka Sains PISA 2025 yang berhubungan dengan CP Fase F untuk penentuan aspek pengetahuan .....	57
Tabel 4.4	Kompetensi Sains dan Kompetensi Ilmu Lingkungan Berdasarkan Kerangka Sains PISA 2025 yang berhubungan dengan Capaian Per- Elemen untuk penentuan aspek keterampilan .....	59
Tabel 4.5	Contoh Hasil Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Sikap.....	61
Tabel 4.6	Contoh Hasil Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Pengetahuan. 62	
Tabel 4.7	Contoh Hasil Perumusan Tujuan Pembelajaran Aspek Keterampilan 63	
Tabel 4.8	Hasil Perumusan Konteks dan Konten Kimia.....	65
Tabel 4.9	Contoh Perumusan Teks Dasar.....	67
Tabel 4.10	Daftar Informasi Tambahan dalam E-Modul .....	81
Tabel 4.11	Perbaikan Teks Dasar Temuan 1 .....	83

Tabel 4.12 Perbaikan Teks Dasar Temuan 2 .....	85
Tabel 4.13 Perbaikan Tampilan E-Modul Temuan 2.....	90
Tabel 4.14 Hasil Uji Ketepatan Ide Pokok Teks .....	91
Tabel 4.15 Hasil Penilaian Keterpahaman Teks.....	93
Tabel 4.16 Keselarasan Penilaian Keterpahaman Teks dengan Keterbacaan Teks .....	94
Tabel 4.17 Hasil Uji Pemahaman Materi KB 1 & KB 2.....	102

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Biopolimer dan Bahan Biodegradable .....	39
Gambar 2.2	Klasifikasi plastik berbasis bio dan petroleum dengan kemampuan degradasinya .....	40
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	45
Gambar 4.1	Tampilan Cover E-Modul.....	69
Gambar 4.2	Tampilan Daftar Isi E-Modul .....	70
Gambar 4.3	Tampilan Bagian Pendahuluan E-Modul.....	71
Gambar 4.4	Tampilan Petunjuk Penggunaan E-Modul.....	72
Gambar 4.5	Tampilan Peta Konsep E-Modul.....	72
Gambar 4.6	Tampilan Halaman Awal Kegiatan Belajar 1 dan 2.....	73
Gambar 4.7	Tampilan Tujuan Pembelajaran KB 1 dan KB 2 .....	74
Gambar 4.8	Tampilan Uraian Materi E-Modul .....	75
Gambar 4.9	Tampilan Latihan Decision-Making Skill pada E-Modul .....	76
Gambar 4.10	Tampilan Uji Pemahaman Materi Pada E-Modul.....	77
Gambar 4.11	Tampilan Uji Pemahaman Materi pada Google Form.....	77
Gambar 4.12	Tampilan Refleksi Pemahaman Konten pada E-Modul .....	78
Gambar 4.13	Tampilan Rangkuman pada E-Modul.....	78
Gambar 4.14	Tampilan Refleksi Diri pada E-Modul .....	79
Gambar 4.15	Tampilan Glosarium pada E-Modul .....	80
Gambar 4.16	Tampilan Daftar Pustaka pada E-Modul .....	81
Gambar 4.17	Tampilan 'Ayo Menyimak' pada E-Modul.....	82
Gambar 4.18	Tampilan 'Sekilas Info' pada E-Modul .....	82
Gambar 4.19	Soal Uji Pemahaman KB 2 Nomor 4 .....	103
Gambar 4.20	Soal Uji Pemahaman KB 2 Nomor 5 .....	103
Gambar 4.21	Soal Uji Pemahaman KB 2 Nomor 6 .....	104

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Kuisioner Awal Penelitian Guru Kimia SMA .....	123
Lampiran 2. Perumusan Tujuan Pembelajaran .....	126
Lampiran 3. Perumusan Konten dan Konteks pada E-Modul.....	132
Lampiran 4. Penyusunan Teks pada E-Modul .....	135
Lampiran 5. Perumusan Soal Latihan <i>Decision-Making Skills</i> .....	186
Lampiran 6. Lembar Validasi Isi E-Modul .....	190
Lampiran 7. Hasil Validasi E-Modul .....	198
Lampiran 8. Lembar Uji Ide Pokok .....	206
Lampiran 9. Hasil Uji Ide Pokok & Keterpahaman Teks .....	226
Lampiran 10. Tanggapan peserta didik untuk teks sulit.....	230
Lampiran 11. Hasil Uji Pemahaman Materi.....	232
Lampiran 12. Lembar Angket Respon Peserta Didik.....	234
Lampiran 13. Hasil Angket Respon Peserta Didik.....	235
Lampiran 14. Surat Izin Penelitian.....	236
Lampiran 15. Surat Balasan dari Sekolah.....	237
Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian.....	238

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmoneim, R., Hassounah, E., & Radwan, E. (2022). Effectiveness of virtual laboratories on developing expert thinking and decision-making skills among female school students in Palestine. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), em2199. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12708>
- Adair, J. (2007). *Decision Making & Problem Solving Strategies*. Kogan Page.
- Afrahamiryo, & Ariani, D. (2017). ANALISIS VALIDITAS BUKU AJAR UNTUK SISTEM PERKULIAHAN E-LEARNING PADA MATA KULIAH KIMIA DASAR DI FKIP UMMY SOLOK. *JURNAL EKSAKTA PENDIDIKAN (JEP)*, 1(2), 104. <https://doi.org/10.24036/jep.v1i2.55>
- Alabi, O. A., Ologbonjaye, K. I., Awosolu, O., & Alalade, O. E. (2019). Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*, 5(2). <https://doi.org/10.23937/2572-4061.1510021>
- Alebous, T. (2021). The Effect Of The Flipped Classroom Strategy On Developing Scientific Literacy And Decision-Making Skills Among Students Of The Chemical And Physical Concepts Course. *Multicultural Education*, 7(7), 605–620.
- Ali, S. S., Elsamahy, T., Koutra, E., Kornaros, M., El-Sheekh, M., Abdelkarim, E. A., Zhu, D., & Sun, J. (2021). Degradation of conventional plastic wastes in the environment: A review on current status of knowledge and future perspectives of disposal. *Science of The Total Environment*, 771, 144719. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144719>
- Allemann, M. N., Tessman, M., Reindel, J., Scofield, G. B., Evans, P., Pomeroy, R. S., Burkart, M. D., Mayfield, S. P., & Simkovsky, R. (2024). Rapid biodegradation of microplastics generated from bio-based thermoplastic polyurethane. *Scientific Reports*, 14(1), 6036. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56492-6>
- Anindynta, F. A., Susilowati, D., & Sulistyono, S. W. (2021). Peningkatan sadar lingkungan melalui penghematan sampah plastik. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)*, 4(3), 351. <https://doi.org/10.33474/jipemas.v4i3.10242>
- Anwar, S. (2023). *Metode Pengembangan Bahan Ajar Four Steps Teaching Material Development (4STMD)*. Indonesia Emas Group.
- Ardwiyanti, D., & Prasetyo, Z. K. (2020). Fostering Decision-Making Skills Through Socio-Scientific Issues in the 2013 Curriculum. *Proceedings of the*



- 4th Sriwijaya University Learning and Education International Conference (SULE-IC 2020). <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201230.075>
- Arvanitoyannis, I. S. (2013). Waste Management for Polymers in Food Packaging Industries. In *Plastic Films in Food Packaging* (pp. 249–310). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-3112-1.00014-4>
- Ashri, N., & Hasanah, L. (2019). UJI KETERPAHAMAN DAN KELAYAKAN BAHAN AJAR IPA TERPADU. *EDUSAINS*, 8(2), 145–149. <https://doi.org/10.15408/es.v8i2.1818>
- Bagas Pratama, E., & Carrollina, D. (2020). Perancangan Motion Graphic Dampak Plastik Di Laut. *AKSA: Jurnal Desain Komunikasi Visual*, 4(1), 525–540. <https://doi.org/10.37505/aksa.v4i1.44>
- Bayram-Jacobs, D., Wieske, G., & Henze, I. (2019). A Chemistry Lesson for Citizenship: Students' Use of Different Perspectives in Decision-Making about the Use and Sale of Laughing Gas. *Education Sciences*, 9(2), 100. <https://doi.org/10.3390/educsci9020100>
- Bhagabati, P. (2020). Biopolymers and biocomposites-mediated sustainable high-performance materials for automobile applications. In *Sustainable Nanocellulose and Nanohydrogels from Natural Sources* (pp. 197–216). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816789-2.00009-2>
- Brigham, C. (2018). Biopolymers: Biodegradable Alternatives to Traditional Plastics. In B. Török & T. Dransfield (Eds.), *Green Chemistry* (pp. 753–770). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809270-5.00027-3>
- Brookhart, S. M. (2010). *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*. ASCD.
- Callister, W. D. , Jr., & Rethwisch, D. G. (2010). *Material Science and Engineering: An Introduction* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Carraher, C. E. Jr. (2018). *Carraher's Polymer Chemistry* (10th ed.). CRC Press.
- Chang, R., & Overby, J. (2011). *General Chemistry: The Essential Concepts*, Sixth Edition (6th ed.). McGraw-Hill.
- Dennis, M. O. (2018). A Comparison of Readability and Understandability in Second Language Acquisition Textbooks for Pre-service EFL Teachers. *The Journal of AsiaTEFL*, 15(3), 750–765. <https://doi.org/10.18823/asiatefl.2018.15.3.12.750>
- Depdiknas. (2008a). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*.
- Depdiknas. (2008b). *Penulisan Modul*.

- Dhamayanthie, I., Bimantara, E., & Asminah, N. (2021). Analysing the Management of Waste and Leachate in the Final Disposal Site of Indramayu. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 1(1), 28–39. <https://doi.org/10.55324/ijoms.v1i1.3>
- Diantari, L. P. E., Damayanthi, L. P. E., Sugihartini, N. S., & Wirawan, I. M. A. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Mastery Learning Untuk Mata Pelajaran KKPI Kelas XI. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.23887/janapati.v7i1.12166>
- Ding, Q., & Zhu, H. (2023). The Key to Solving Plastic Packaging Wastes: Design for Recycling and Recycling Technology. *Polymers*, 15(6), 1485. <https://doi.org/10.3390/polym15061485>
- Elvarita, A., Iriani, T., & Handoyo, S. S. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Mekanika Tanah Berbasis E-Modul Pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal PenSil*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v9i1.11987>
- Evode, N., Qamar, S. A., Bilal, M., Barceló, D., & Iqbal, H. M. N. (2021). Plastic waste and its management strategies for environmental sustainability. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100142. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100142>
- Flórez, M., Cazón, P., & Vázquez, M. (2023). Selected Biopolymers' Processing and Their Applications: A Review. *Polymers*, 15(3), 641. <https://doi.org/10.3390/polym15030641>
- Fotopoulou, K. N., & Karapanagioti, H. K. (2019). Degradation of Various Plastics in the Environment. In H. K. Takada Hideshige and Karapanagioti (Ed.), *Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment* (pp. 71–92). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/698\\_2017\\_11](https://doi.org/10.1007/698_2017_11)
- Galate, R. L., & Galate, M. L. (2023). Problem-solving and Decision-Making skills of School Administrators Influenced by Their Individual Preferences. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 14(1), 267–278. <https://doi.org/10.47750/jett.2023.14.01.023>
- Gazal, A. A., & Gheewala, S. H. (2020). Plastics, microplastics and other polymer materials – A threat to the environment. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 11, 113–122.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

- Griffin, P., & Care, E. (2015). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (P. Griffin & E. Care, Eds.). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7>
- Herabadi, A. G., Adishesa, S., & Nugroho, W. C. (2023). Keep Your Litter in the Loop: Predicting Generation Z's Intention to Recycle Single-use Plastic Waste. *Psychological Research on Urban Society*, 6(1). <https://doi.org/10.7454/proust.v6i1.1103>
- Hong, J.-L., & Chang, N.-K. (2004). Analysis of Korean High School Students' Decision-Making Processes in Solving a Problem Involving Biological Knowledge. *Research in Science Education*, 34(1), 97–111. <https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000020884.52240.2d>
- Ibrahim, I. D., Hamam, Y., Sadiku, E. R., Ndambuki, J. M., Kupolati, W. K., Jamiru, T., Eze, A. A., & Snyman, J. (2022). Need for Sustainable Packaging: An Overview. *Polymers*, 14(20), 4430. <https://doi.org/10.3390/polym14204430>
- Ijirana, I., & Supriadi, S. (2018). Metacognitive Skill Profiles of Chemistry Education Students in Solving Problem at Low Ability Level. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 239–245. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i2.14266>
- Ismail, K., Ishak, R., Kho, F. C. Y., & Yuet, C. (2020). A Proposed Professional Learning Communities Model for Malaysian Schools: Using a Design Development Research Method. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:220303060>
- IUPAC. (2014). Depolymerization. In *The IUPAC Compendium of Chemical Terminology*. International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). <https://doi.org/10.1351/goldbook.D01600>
- Izdebska, J. (2016). Aging and Degradation of Printed Materials. In *Printing on Polymers* (pp. 353–370). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-37468-2.00022-1>
- Jack, B. M., Hong, Z.-R., Lin, H., & Smith, T. J. (2022). Ecological Stimuli Predicting High School Students' Genuine Interest in Socio-Scientific Issues. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00413-4>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>

- Jantunen, J. (2020). UNDERSTANDING UNDERSTANDABILITY: Evaluating Understandability as a Part of the Linguistic Accessibility of a Text and Its Translation [Bachelor Thesis]. Tampere University.
- Kallet, M. (2014). Think Smarter : Critical Thinking to Improve Problem-Solving and Decision-Making Skills.
- Kemdikbud. (2017). Panduan Praktis Penyusunan E-Modul Tahun 2017. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, P. P. L. H. R. S. (2009). Tempat Pemrosesan Akhir Sampah yang Berwawasan Lingkungan. Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI.
- Khairil, Salam, & Junus, A. F. (2017). KETERBACAAN WACANA DALAM BUKU TEKS BAHASA INDONESIA “EKSPRESI DIRI DAN AKADEMIK” CETAKAN KEDUA MELALUI CLOZE TEST SISWA KELAS X SMAN 1 MAKASSAR. *RETORIKA: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 9(1). <https://doi.org/10.26858/retorika.v9i1.3791>
- Kibria, Md. G., Masuk, N. I., Safayet, R., Nguyen, H. Q., & Mourshed, M. (2023). Plastic Waste: Challenges and Opportunities to Mitigate Pollution and Effective Management. *International Journal of Environmental Research*, 17(1), 20. <https://doi.org/10.1007/s41742-023-00507-z>
- Lambert, S. (2015). Biopolymers and Their Application as Biodegradable Plastics. In V. C. Kalia (Ed.), *Microbial Factories: Biodiversity, Biopolymers, Bioactive Molecules: Volume 2* (pp. 1–9). Springer India. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2595-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2595-9_1)
- Lee, Y. C., & Grace, M. (2012). Students’ reasoning and decision making about a socioscientific issue: A cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787–807. <https://doi.org/10.1002/sc.21021>
- Lohmann, V., Jones, G. R., Truong, N. P., & Anastasaki, A. (2024). The thermodynamics and kinetics of depolymerization: what makes vinyl monomer regeneration feasible? *Chemical Science*, 15(3), 832–853. <https://doi.org/10.1039/D3SC05143A>
- López-Fernández, M. del M., González-García, F., & Franco-Mariscal, A. J. (2022). How Can Socio-scientific Issues Help Develop Critical Thinking in Chemistry Education? A Reflection on the Problem of Plastics. *Journal of Chemical Education*, 99(10), 3435–3442. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00223>

- Lunenburg, F. C. (2010). The Decision Making Process. *National Forum of Educational Administration & Supervision Journal*, 27(4), 1–12.
- Luthfiyani, S. H., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2019). Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis STEM terhadap Literasi Teknologi dan Keterampilan Pengambilan Keputusan Siswa SMA. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 2(2), 77–82. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v2i2.19251>
- Manurung, E. B., Warneri, & Syamsuri. (2021). Analisis Tingkat Kelayakan Buku Teks Ekonomi yang Digunakan oleh Guru di Kelas X SMA Negeri 10 Pontianak. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 10(12), 1–10.
- Matsun, M., & Saputri, D. F. (2020). PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA BERBANTUAN WHATSAPP SEBAGAI ALTERNATIF PEMEBALAJARAN DIMASA PEMDEMI COVID 19. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 213. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3130>
- Mazumder, M. A. J., Sheardown, H., & Al-Ahmer, A. (2019). *Functional Biopolymers, Polymers and Polymeric Composites: A Reference Series* (M. A. Jafar Mazumder, H. Sheardown, & A. Al-Ahmed, Eds.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95990-0>
- McMichael, K. (2024). Polymers. In *Organic Chemistry - A “Carbonyl Early” Approach* (pp. 1.28.1-1.28.3). Washington State University.
- Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C., & Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5803>
- Munawar, E., Yunardi, Y., Lederer, J., & Fellner, J. (2018). The development of landfill operation and management in Indonesia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(2), 1128–1142. <https://doi.org/10.1007/s10163-017-0676-3>
- Mustafa, N. S., Omer, M. A. A., Garlnabi, M. E. M., & Ismail, H. A. (2016). Reviewing of General Polymer Types, Properties and Application in Medical Field. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(8), 212–221. <https://doi.org/10.21275/ART2016772>
- Najuah, Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). *Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya* (J. Simarmata, Ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Nandy, S., Fortunato, E., & Martins, R. (2022). Green economy and waste management: An inevitable plan for materials science. *Progress in Natural*

- Science: Materials International, 32(1), 1–9.  
<https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2022.01.001>
- National Research Council (US) Committee on Health Effects of Waste Incineration. (2000). *Waste Incineration & Public Health*. National Academies Press (US).
- Nicholson, J. W. (2006). *The Chemistry of Polymers* (3rd ed.). RSC Publishing.
- Ningtyas, H. A., & Rahmawati, L. E. (2023). Kelayakan Isi, Penyajian, Kebahasaan, dan Kegrafikan Bahan Ajar Teks Deskripsi di SMP Kelas VII. *Imajeri: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 6(1), 52–71.  
<https://doi.org/10.22236/imajeri.v6i1.10977>
- Nofiyanti, E., Lazuardi, R. D., Mellyanawaty, M., & Wardani, G. A. (2023). Uji Efektivitas Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L.) dalam Degradasi Sampah Plastik Oriented Polypropylene. *Rekayasa*, 16(2), 189–194.  
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i2.19321>
- Nordic Council of Ministers. (2023). *Towards Ending Plastic Pollution by 2040, 15 Global Policy Interventions for Systems Change*.
- Novianti, Zaiyar, M., Khaulah, S., Fitri, H., & Jannah, R. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan (JISIP)*, 3(7), 2369–2375.
- Nwosu, C., Gloria, O., & Tukur, A. (2016). An Assessment of Open Dumps and Landfill Management in the Federal Capital Territory, Nigeria- Using Scotland as a Case Study for Structural Development. *Journal of Environment and Earth Science*, 6(7), 78–91.
- OECD. (2023). *PISA 2025 Science Framework*.
- Okunola A, A., Kehinde I, O., Oluwaseun, A., & Olufiropo E, A. (2019). Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*, 5(2).  
<https://doi.org/10.23937/2572-4061.1510021>
- Rajendra, G. A., & Bhatu, P. D. (2020). General Introduction and Scope of Polymers. *American Journal of Pharmacy & Health Research*, 8(2), 13–34.
- Reddy, M. S. B., Ponnamma, D., Choudhary, R., & Sadasivuni, K. K. (2021). A Comparative Review of Natural and Synthetic Biopolymer Composite Scaffolds. *Polymers*, 13(7), 1105. <https://doi.org/10.3390/polym13071105>
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and Development Research*. Routledge.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design and Development Research*. In *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*

- (pp. 141–150). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_12)
- Rudin, A., & Choi, P. (2013). Introductory Concepts and Definitions. In *The Elements of Polymer Science & Engineering* (pp. 1–62). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382178-2.00001-8>
- Sakamoto, M., Yamaguchi, E., Yamamoto, T., & Wakabayashi, K. (2021). An intervention study on students' decision-making towards consensus building on socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 43(12), 1965–1983. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1947541>
- Samancı, O., & Mazlumoglu, M. (2023). Decision-Making Skill: How to Make Better Decisions? *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)*, 7(2), 668–683.
- Schleicher, A. (2012). *Preparing Teachers and Developing School Leaders for the 21st Century*. OECD Publishing.
- Scott, J. (2022). 20 Advantages And Disadvantages Of Google Slides.
- Shen, Y. (2017). On Improving Text Readability by Creating a Personal Writing Style. *English Language Teaching*, 10(3), 95. <https://doi.org/10.5539/elt.v10n3p95>
- Sidiq, R., & Najuah. (2020). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.21009/JPS.091.01>
- Sinaga, M., & Silaban, S. (2020). Implementasi Pembelajaran Kontekstual untuk Aktivitas dan Hasil Belajar Kimia Siswa. *Gagasan Pendidikan Indonesia*, 1(1), 33. <https://doi.org/10.30870/gpi.v1i1.8051>
- Singh, B., & Sharma, N. (2008). Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer Degradation and Stability*, 93(3), 561–584. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2007.11.008>
- Soenarko, I. G. K., Andayani, Y., & Junaidi, E. (2018). Keterampilan Pengambilan Keputusan dan Hasil Belajar Kimia Siswa di SMA/MA Negeri Mataram Ditinjau Dari Penerapan Metode Pembelajaran. *Jurnal Pijar Mipa*, 13(2), 86–89. <https://doi.org/10.29303/jpm.v13i2.462>
- Sola, E. (2019). DECISION MAKING: Sebuah Telaah Awal. *Idaarah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 2(2), 208. <https://doi.org/10.24252/idaarah.v2i2.7004>
- Speight, J. G. (2020). Monomers, polymers, and plastics. In *Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes* (pp. 597–649). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809923-0.00014-X>

- Stouthart, T., Bayram, D., & van der Veen, J. (2023). Capturing Pedagogical Design Capacity of STEM Teacher Candidates: Education for Sustainable Development through Socioscientific Issues. *Sustainability*, 15(14), 11055. <https://doi.org/10.3390/su151411055>
- Sudarmo, U. (2018). *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XII*. Penerbit Erlangga.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sunny, A. T., & Thomas, S. (2009). Polymeric materials: elastomers, plastics, fibers, composites, nanocomposites and blends. In *Advances in Polymer Processing* (pp. 47–70). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845696429.1.47>
- Talanker, S. (2016). Problem-solving is Decision-making. 2016 Annual Meeting of the Decision Sciences Institute, 1–18. [https://www.researchgate.net/publication/310844404\\_Problem-solving\\_is\\_Decision-making](https://www.researchgate.net/publication/310844404_Problem-solving_is_Decision-making)
- Trilestari, K., & Almunawaroh, N. F. (2020). E-Module as a Solution for Young Learners to Study at Home. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 513.
- Tse, A. C., & Adamu, C. I. (2012). ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON QUALITY OF GROUNDWATER IN HAND-DUG WELLS IN PARTS OF MAKURDI METROPOLIS, NORTH CENTRAL NIGERIA. *Ife Journal of Science*, 14, 123–135. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:59246050>
- United Nation. (2016). *Environmental Indicators: Waste*. United Nations Statistics Division.
- Upadhye, M. C., Kuchekar, M. C., Pujari, R. R., & Sable, N. U. (2022). Biopolymers: A comprehensive review. *Open Access Research Journal of Science and Technology*, 4(1), 013–018. <https://doi.org/10.53022/oarjst.2022.4.1.0070>
- Van, L., Abdul Hamid, N., Ahmad, Md. F., Ahmad, A. N. A., Ruslan, R., & Muhamad Tamyiez, P. F. (2021). Factors of Single Use Plastic Reduction Behavioral Intention. *Emerging Science Journal*, 5(3), 269–278. <https://doi.org/10.28991/esj-2021-01275>
- Vriend, P., Hidayat, H., van Leeuwen, J., Cordova, M. R., Purba, N. P., Löhr, A. J., Faizal, I., Ningsih, N. S., Agustina, K., Husrin, S., Suryono, D. D., Hantoro, I., Widianarko, B., Lestari, P., Vermeulen, B., & van Emmerik, T. (2021). Plastic Pollution Research in Indonesia: State of Science and Future Research Directions to Reduce Impacts. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.692907>



- Wahyudi, E., Zultiniar, Z., & Saputra, E. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Polypropylene (PP) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Metode Perengkahan Katalitik Menggunakan Katalis Zeolit X. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 11(1), 17–23. <https://doi.org/10.23955/rkl.v11i1.2958>
- Wang, Y., & Ruhe, G. (2007). The Cognitive Process of Decision Making. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence*, 1(2), 73–85. <https://doi.org/10.4018/jcini.2007040105>
- Webb, H., Arnott, J., Crawford, R., & Ivanova, E. (2012). Plastic Degradation and Its Environmental Implications with Special Reference to Poly(ethylene terephthalate). *Polymers*, 5(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/polym5010001>
- Westlake, J. R., Tran, M. W., Jiang, Y., Zhang, X., Burrows, A. D., & Xie, M. (2023). Biodegradable biopolymers for active packaging: demand, development and directions. *Sustainable Food Technology*, 1(1), 50–72. <https://doi.org/10.1039/D2FB00004K>
- World Bank. (2021). FROM RIVERS AND COASTLINES IN INDONESIA Plastic Waste Discharges East Asia and Pacific Region: MARINE PLASTICS SERIES. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- World Economic Forum. (2020). Radically Reducing Plastic Pollution in Indonesia: A Multistakeholder Action Plan National Plastic Action Partnership.
- Zamanian, M., & Heydari, P. (2012). Readability of Texts: State of the Art. *Theory and Practice in Language Studies*, 2(1). <https://doi.org/10.4304/tpls.2.1.43-53>
- Zeenat, Elahi, A., Bukhari, D. A., Shamim, S., & Rehman, A. (2021). Plastics degradation by microbes: A sustainable approach. *Journal of King Saud University - Science*, 33(6), 101538. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101538>
- Zeidler, D. (2015). Socioscientific Issues. In *Encyclopedia of Science Education* (pp. 998–1003). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0\\_314](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_314)
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education. In *Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education* (pp. 7–38). Kluwer Academic Publisher.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>