

**DESAIN DIDAKTIS BERORIENTASI *EDUCATION FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT* (ESD) PADA KONTEKS BIOPLASTIK DALAM  
MENGATASI HAMBATAN BELAJAR SERTA MENGEMBANGKAN  
SIKAP DAN KESADARAN LINGKUNGAN MAHASISWA CALON GURU  
KIMIA**

**TESIS**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Magister Pendidikan  
pada Program Studi Pendidikan Kimia



Oleh:

**Alfira julian Pratiwi**

**NIM 2002082**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2022**

**DESAIN DIDAKTIS BERORIENTASI *EDUCATION FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT* (ESD) PADA KONTEKS BIOPLASTIK DALAM  
MENGATASI HAMBATAN BELAJAR SERTA MENGEMBANGKAN  
SIKAP DAN KESADARAN LINGKUNGAN MAHASISWA CALON GURU  
KIMIA**

Oleh:

Alfira julian Pratiwi

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Magister Pendidikan Kimia

©Alfira Julian Pratiwi 2022  
Universitas Pendidikan Indonesia

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
Dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

**DESAIN DIDAKTIS BERORIENTASI *EDUCATION FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT* (ESD) PADA KONTEKS BIOPLASTIK DALAM  
MENGEMBANGKAN SIKAP DAN KESADARAN LINGKUNGAN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing

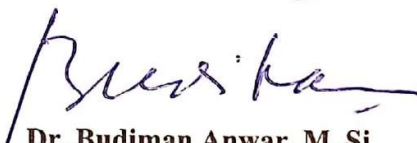
Dosen Pembimbing 1



**Dr. Hernani, M. Si**

NIP. 196711091991012001

Dosen Pembimbing 2



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

NIP. 197003131997031004

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Magister Pendidikan Kimia  
FPMIPA UPI



**Dr. Hendrawan, M. Si**

NIP. 196310291987031001

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

**ALFIRA JULIAN PRATIWI  
2002082**

**DESAIN DIDAKTIS BERORIENTASI *EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT* (ESD) PADA KONTEKS BIOPLASTIK DALAM MENGATASI HAMBATAN BELAJAR SERTA MENGEMBANGKAN SIKAP DAN KESADARAN LINGKUNGAN MAHASISWA CALON GURU KIMIA**

Disetujui dan Disahkan oleh:

**Pembimbing I / Penguji I**



**Dr. Hernani, M.Si.**  
NIP. 196711091991012001

**Pembimbing II / Penguji II**



**Dr. Budiman Anwar, M.Si.**  
NIP. 197003131997031004

**Penguji III**



**Dr. rer. nat. H. Ahmad Mudzakir, M.Si.**  
NIP. 196611211991031002

**Penguji IV**



**Prof. Dr. Nahadi, M.Pd., M.Si.**  
NIP. 197102041997021002

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "**Desain Didaktis Berorientasi *Education for Sustainable Development (ESD)* pada Konteks Bioplastik dalam Mengatasi Hambatan Belajar serta Mengembangkan Sikap dan Kesadaran Lingkungan Mahasiswa Calon Guru Kimia**" ini serta 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, 25 Juli 2022  
Yang membuat pernyataan



Alfira Julian Pratiwi

**DESAIN DIDAKTIS BERORIENTASI *EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT* (ESD) PADA KONTEKS BIOPLASTIK DALAM MENGATASI HAMBATAN BELAJAR SERTA MENGEMBANGKAN SIKAP DAN KESADARAN LINGKUNGAN MAHASISWA CALON GURU KIMIA**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain didaktis berorientasi ESD pada konteks bioplastik yang dapat mengatasi hambatan belajar serta mengembangkan sikap dan kesadaran lingkungan. Penelitian ini menggunakan Didactical Design Research (DDR), dengan partisipan 27 mahasiswa di salah satu program studi Pendidikan Kimia, Universitas negeri di Jawa Barat. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal tes uraian serta lembar kuesioner sikap dan kesadaran lingkungan, lembar validasi ahli, lembar analisis transkrip rekaman video. Berdasarkan hasil analisis sikap dan kesadaran lingkungan awal mahasiswa diperoleh bahwa terdapat beberapa sikap dan kesadaran lingkungan yang perlu dikembangkan, yaitu (1) menyadarkan mahasiswa akan permasalahan sampah plastik adalah masalah yang sangat mengkhawatirkan; (2) menyadarkan mahasiswa akan pentingnya menjaga lingkungan melalui penggunaan bioplastik; (3) meyakinkan mahasiswa bahwa pemikiran perlindungan lingkungan melalui penggunaan bioplastik tidak menyebabkan kemunduran industri; (4) meyakinkan mahasiswa bahwa setiap orang tidak berhak menggunakan plastik apabila merusak lingkungan. Berdasarkan hasil analisis data prakonsepsi mahasiswa mengalami hambatan belajar pada konten (1) klasifikasi biopolimer *biodegradable* (2) proses penguraian pati (3) manfaat biopolimer dalam berbagai bidang (4) manfaat bioplastik bagi lingkungan (5) dilema isu keberlanjutan bioplastik (6) fungsi bahan dalam pembuatan bioplastik. Hasil validasi menunjukkan bahwa diperlukan perbaikan pada tujuan pembelajaran, beberapa penyempurnaan redaksi kalimat pada antisipasi serta situasi didaktis, serta keseluruhan tujuan dan isi dari lembar kerja mahasiswa. Setelah desain diterapkan pada pembelajaran, diperoleh informasi bahwa sebagian besar respon yang muncul sesuai dengan yang dirancang oleh pendidik, serta setelah dilakukan analisis persentase, hambatan belajar mahasiswa calon guru kimia dapat teratasi serta terjadi perkembangan sikap dan kesadaran lingkungan.

**Kata kunci:** Desain Didaktis, Bioplastik, Sikap dan Kesadaran lingkungan, Prakonsepsi, Mahasiswa Calon Guru Kimia, DDR

**EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD) ORIENTED  
DIDACTIC DESIGN IN A BIOPLASTIC CONTEXT IN OVERCOMING  
BARRIERS TO LEARNING AND DEVELOPING ATTITUDE AND  
ENVIRONMENTAL AWARENESS OF PRE-SERVICE TEACHERS**

**ABSTRACT**

This study aims to design an ESD-oriented didactic design in the context of bioplastics that can develop attitudes and environmental awareness and mastery of concepts. This study used a didactic design, with 27 pre-service teachers. The instruments used in this study were tests, questionnaires, validation sheets, and transcripts. Based on the results of the analysis, it was found that there are attitudes and awareness of pre-service teachers that need to be developed, (1) awareness of the problem of plastic waste is a very worrying problem; (2) awareness of the importance of protecting the environment by using bioplastics; (3) convince that the consideration of protection through the use of bioplastics does not lead to industrial decline; (4) convince that everyone has no right to use plastic if it damages the environment. the results of preconception data analysis of pre-service teachers experienced learning barriers in content (1) classification of biodegradable biopolymers (2) starch decomposition process (3) benefits of biopolymers in various fields (4) and the environment (5) bioplastic dilemma (6) function of materials in the manufacture of bioplastics. The validation results indicate that improvements are needed in the learning objectives and some improvements in sentence redaction in didactic situations. After the learning was applied, it was found that most of the responses that emerged from the pre-service teacher were in accordance with what was designed by the educator, and after the percentage analysis was carried out there was a development of attitudes and awareness and mastery of concepts of the pre-service teacher.

**Keywords:** Didactic Design, Bioplastic, Environmental Attitude and Awareness, Preconception, pre-service teachers, DDR

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memudahkan penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini. Atas izin dan pertolongan-Nya, tesis yang berjudul “*Desain Didaktis Berorientasi Education for Sustainable Development (ESD) pada Konteks Bioplastik dalam Mengatasi Hambatan Belajar serta Mengembangkan Sikap dan Kesadaran Lingkungan Mahasiswa Calon Guru Kimia*” ini dapat diselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Rasulullah Shallallahu ‘Alaihi Wa Sallam serta keluargaNya, sahabatNya dan juga seluruh umatNya.

Tesis ini berisikan informasi mengenai desain didaktis yang dirancang untuk mengatasi hambatan belajar serta mengembangkan sikap dan kesadaran akan lingkungan mahasiswa calon guru kimia pada konteks bioplastik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam proses penulisan tesis ini baik dari segi penyajian maupun metode keilmuan yang digunakan pada penelitian ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf serta berharap adanya saran dan masukan yang bersifat membangun yang bertujuan untuk perbaikan lebih lanjut. Penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bandung, 25 Juli 2022



Alfira Julian Pratiwi



## UCAPAN TERIMA KASIH

Keberhasilan penulis dalam melaksanakan penelitian serta penulisan tesis ini tidak akan terjadi tanpa adanya izin dari Allah SWT, serta bantuan berbagai pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak. Oleh karenanya, penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Hemani, M.Si selaku pembimbing I sekaligus dosen pembimbing akademik yang dengan kasih sayangnya telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi disela-sela rutinitasnya dalam penyelesaian tesis.
2. Bapak Dr. Budiman Anwar, M.Si selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, saran dan pemikirannya kepada penulis selama melakukan penelitian dan penulisan tesis.
3. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si, selaku Ketua Departemen Pendidikan Kimia yang telah memberikan banyak ilmu dan bantuan selama penyusunan tesis.
4. Ibu Chusnur Rahmi, M.Pd, Bapak Muhammad Reza, M.Si dan Ibu Citra Oktasari M.Pd, yang telah meluangkan waktunya untuk menjadi validator ahli pada penelitian.
5. Kedua orang tua, kakak, adik dan keluarga besar yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan selama masa penyelesaian studi.
6. Rekan-rekan magister pendidikan kimia A 2020 yang senantiasa menjadi teman diskusi serta saling memotivasi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis.
7. Semua sahabat, kerabat dan pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan doa dan dukungan dalam berbagai bentuk selama penulis menjalani masa perkuliahan, terutama selama masa pelaksanaan penelitian dan penulisan tesis semoga amal kebaikan dibalas oleh Allah SWT.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN HAK CIPTA .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Pembatas Masalah .....	6
<b>BAB II :KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Hambatan Belajar .....	7
2.2 Desain Didaktis .....	8
2.3 <i>Education For sustainable Development (ESD)</i> .....	11
2.4 Sikap Kesadaran Lingkungan.....	14
2.5 Biopolimer dan Aplikasinya dalam Pembuatan Bioplastik.....	16
2.6 Penelitian Relavan.....	21
<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Desain Penelitian.....	23
3.2 Lokasi dan Subyek Penelitian .....	24
3.3 Alur Penelitian.....	26
3.4 Instrumen dan Data Penelitian .....	28
3.5 Teknik Analisis data Penelitian.....	29
<b>BAB IV : TEMUAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisis Situasi Didaktis Sebelum Pembelajaran.....	32
4.2 Analisis Situasi Didaktis saat Pembelajaran (Metapedadidaktik).....	89
4.3 Analisis Situasi Didaktis setelah Pembelajaran (Retrosfektif).....	99
<b>BAB V : KESIMPULAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	106
5.2 Implikasi.....	107
5.3 Rekomendasi .....	107
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>108</b>

**APPENDIX.....115**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori dan Tujuan Sikap Serta Kesadaran Lingkungan .....	15
Tabel 3.1	Instrumen dan Data Penelitian .....	28
Tabel 3.2	Rubrik Penskoran Hasil Jawaban Mahasiswa Calon Guru .....	29
Tabel 3.3	Kategori Sikap dan Kesadaran Mahasiswa Calon Guru .....	30
Tabel 4.1	Tujuan Pembelajaran Terkait Konteks Bioplastik .....	33
Tabel 4.2	Persentase Prakonsepsi Mahasiswa Setiap Pertanyaan.....	35
Tabel 4.3	Hasil Analisis Prakonsepsi Mahasiswa Terkait Defenisi Biopolimer .....	36
Tabel 4.4	Hasil Analisis Prakonsepsi Mahasiswa Terkait Istilah Biobase dan Biodegradable .....	37
Tabel 4.5	Hasil Analisis Prakonsepsi Mahasiswa Terkait Klasifikasi Biopolimer .....	38
Tabel 4.6	Hasil Analisis Prakonsepsi Mahasiswa Terkait Defenisi Pati .....	40
Tabel 4.7	Alternatif Desain Didaktis Indikator Kesadaran Akan Tanggung Jawab Individu Terhadap Lingkungan .....	41
Tabel 4.8	Hasil Analisis Prakonsepsi Mahasiswa Terkait Manfaat Bioplastik dalam Berbagai Bidang .....	42
Tabel 4.9	Hasil Analisis Prakonsepsi Mahasiswa Terkait Keberlanjutan Bioplastik .....	43
Tabel 4.10	Hasil Analisis Prakonsepsi Mahasiswa Terkait Percobaan Pembuatan Bioplastik .....	45
Tabel 4.11	Kategori Sikap dan Kesadaran Mahasiswa Calon Guru .....	47
Tabel 4.12	Persentase Kesadaran Mahasiswa akan Permasalahan Lingkungan ..	48
Tabel 4.13	Persentase Kesadaran Mahasiswa akan Tanggung Jawab Terhadap Lingkungan .....	49
Tabel 4.14	Persentase Sikap Mahasiswa terhadap Solusi untuk Mengatasi Permasalahan Lingkungan .....	50
Tabel 4.15	Persentase Sikap Mahasiswa terhadap Permasalahan Lingkungan ...	51
Tabel 4.16	Perlakuan Pengamatan Percobaan Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati .....	53
Tabel 4.17	Pengamatan Waktu Biodegradasi Bioplastik Dan Plastik Petrokimia .....	58
Tabel 4.18	Dokumentasi Hasil Pengamatan Waktu Biodegradasi Bioplastik Dan Plastik Petrokimia .....	58
Tabel 4.19	Alternatif Desain Didaktis Indikator Kesadaran Akan Permasalahan Lingkungan .....	62
Tabel 4.20	Alternatif Desain Didaktis Indikator Kesadaran Akan Tanggung Jawab Individu terhadap Lingkungan .....	65
Tabel 4.21	Alternatif Desain Didaktis Indikator Sikap Mahasiswa Calon Guru Mengenai Solusi Terhadap Permasalahan Lingkungan .....	68
Tabel 4.22	Alternatif Desain Didaktis Indikator Sikap Mahasiswa Calon Guru Mengenai Pengaruh Permasalahan Lingkungan dalam Kehidupan...	73
Tabel 4.23	Alternatif Desain Didaktis Indikator Pengetahuan, keterampilan, Sikap dan Kesadaran Terhadap Lingkungan.....	77
Tabel 4.24	Hasil Validasi oleh Dosen Ahli.....	79

Tabel 4.25	Hasil Validasi Tujuan Pembelajaran Terkait Konten Biopolimer pada Konteks Bioplastik .....	80
Tabel 4.26	Hasil Validasi Desain Didaktis Hipotesis .....	81
Tabel 4.27	Hasil Validasi Lembar Kerja Mahasiswa.....	83
Tabel 4.28	Persentase Sikap dan Kesadaran Lingkungan Mahasiswa Calon Guru Kimia Sebelum dan Sesudah Pembelajaran .....	99
Tabel 4.29	Hasil Perubahan Pemahaman Konten Mahasiswa .....	102
Tabel 4.30	Perbaikan Desain Didaktis .....	104
Tabel 4.31	Perbaikan Desain Didaktis.....	105

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga didaktis Kansanen yang dimodifikasi .....	9
Gambar 2.2 Tujuan pembangunan berkelanjutan .....	12
Gambar 2.3 Proses Biodegradasi Polimer Biodegradable .....	17
Gambar 3.1 Desain Penelitian dengan Kerangka DDR .....	23
Gambar 3.2 Alur Penelitian.....	26
Gambar 4.1 Grafik Sikap dan Kesadaran Lingkungan Awal Mahasiswa.....	47
Gambar 4.2 Contoh Lembar Kerja Mahasiswa.....	98
Gambar 4.3 Contoh Lembar Kerja Mahasiswa.....	99
Gambar 4.4 Grafik Perkembangan Pengetahuan Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia Sebelum dan Sesudah Kegiatan Pembelajaran .....	101

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Lembar Validasi Tes Tertulis .....	113
Lampiran A.2 Lembar Koreksi Kuesioner Sikap dan Kesadaran Lingkungan....	121
Lampiran A.3 Soal Tes Uraian pada Konten Biopolimer .....	124
Lampiran A.4 Kuesioner Sikap dan Kesadaran Lingkungan.....	133
Lampiran A.5 Kunci Jawaban Soal Tes Uraian .....	134
Lampiran A.6 Validasi Desain Didaktis Berorientasi ESD .....	139
Lampiran A.7 Lembar Kerja Mahasiswa .....	156
Lampiran A.8 Media Pembelajaran Powerpoint .....	163
Lampiran B.1 Rekapitan Hasil Kuesioner Sikap dan Kesadaran Lingkungan.....	169
Lampiran B.2 Rekapitan Hasil Skor Tes Uraian	

## DAFTAR PUSTAKA

- Aksan, Z., & Çelikler, D. (2020). *Creating Awareness of Pre-Service Science Teachers for Sustainable Development about Waste Recycling* \*. 10(2), 147–166.
- Ali, M. (2017). Curriculum Development for Sustainability Education. In *Environmental Progress* (Vol. 24, Issue 4).
- Amran, A., Perkasa, M., Satriawan, M., Jasin, I., & Irwansyah, M. (2019). Assessing students 21st century attitude and environmental awareness: Promoting education for sustainable development through science education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022025>
- Andić, D., & Vorkapić, S. T. (2017). Teacher Education for Sustainability: The Awareness and Responsibility for Sustainability Problems. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 19(2), 121–137. <https://doi.org/10.1515/jtes-2017-0018>
- Azmin, S. N. H. M., Hayat, N. A. B. M., & Nor, M. S. M. (2020). Development and characterization of food packaging bioplastic film from cocoa pod husk cellulose incorporated with sugarcane bagasse fibre. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 5(4), 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2020.10.003>
- Bautista-Cerro Ruiz, J., Gasparyan, A., Burandt, S., Colombo, E., Gonzales-Gaudiano, E. J., Eschchanov, R., Griyoryan, M., Fritzsche, K.-P., Hopskins, C., Khodjaniyazov, S., N., M.-C., Kosroulas-Makrakis, N., Mattarolo, L., Lamers, J. P. A., Makrakis, V., McKeown, R., Michelsen, G., Murga-Menoyo, M. A., Novo, M., ... Wells, P. J. (2017). A Decade of Progress on Education for Sustainable Development. *Sustainable Development as a Guideline for Higher Education*, 38.
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59–68. <https://doi.org/10.1039/c1rp90060a>
- Choe, S., Kim, Y., Won, Y., & Myung, J. (2021). Bridging Three Gaps in Biodegradable Plastics: Misconceptions and Truths About Biodegradation. In *Frontiers in Chemistry* (Vol. 9). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fchem.2021.671750>
- Danielraja, R. (2019). A Study of Environmental Awareness of Students at Higher Secondary Level. *Shanlax International Journal of Education*, 7(3), 6–10. <https://doi.org/10.34293/education.v7i3.480>



- Despotović, J., Rodić, V., & Caracciolo, F. (2021). Farmers' environmental awareness: Construct development, measurement, and use. *Journal of Cleaner Production*, 295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126378>
- Dharma, S. (2019). International Journal of Indonesian Education and Teaching. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 3(1), 128–136.
- Dolenc Orbanić, N., & Kovač, N. (2021). Environmental awareness, attitudes, and behaviour of preservice preschool and primary school teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 20(3), 373–388. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.373>
- Eren, B., & Yaqub, M. (2015). *Environmental Consciousness Survey of University Students*. <https://www.researchgate.net/publication/335737641>
- Fernández-Manzanal, R., Rodríguez-Barreiro, L., & Carrasquer, J. (2007). Evaluation of environmental attitudes: Analysis and results of a scale applied to university students. *Science Education*, 91(6), 988–1009. <https://doi.org/10.1002/sce.20218>
- Filho, W. L., Salvia, A. L., Bonoli, A., Saari, U. A., Voronova, V., Klõga, M., Kumbhar, S. S., Olszewski, K., De Quevedo, D. M., & Barbir, J. (2021). An assessment of attitudes towards plastics and bioplastics in Europe. *Science of the Total Environment*, 755(xxxx), 142732. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142732>
- Firmansyah, M. A. (n.d.). *ANALISIS HAMBATAN BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH STATISTIKA*.
- García-González, E., Jiménez-Fontana, R., & Goded, P. A. (2020). Approaches to teaching and learning for sustainability: Characterizing students' perceptions. *Journal of Cleaner Production*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122928>
- Garcia, E. C., & Luansing, B. (2016). Special Edition Institutional Social Responsibility ENVIRONMENTAL AWARENESS AMONG SELECT GRADUATING COLLEGE STUDENTS IN REGION IVA. In *LPU-Laguna Journal of Multidisciplinary Research* (Vol. 5, Issue 1).
- Global production capacities of bioplastics 2021-2026 Global production capacities of bioplastics 2021 (by material type) Global production capacities of bioplastics 2026 (by material type)*. (n.d.-b). <http://www.european-bioplastics.org/news/publications/>
- Hailikari, T., Katajavuori, N., & Lindblom-Ylanne, S. (2008). The relevance of prior knowledge in learning and instructional design. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 72(5). <https://doi.org/10.5688/aj7205113>
- Hartono. (2014). Pendidikan karakter dalam kurikulum. *Jnana Budaya*, 19(2), 259–268.

- Hermann, R. R., & Bossle, M. B. (2020). Bringing an entrepreneurial focus to sustainability education: A teaching framework based on content analysis. *Journal of Cleaner Production*, 246(xxxx), 119038. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119038>
- Kamravamanesh, D., Lackner, M., & Herwig, C. (2018). Bioprocess engineering aspects of sustainable polyhydroxyalkanoate production in cyanobacteria. In *Bioengineering* (Vol. 5, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/BIOENGINEERING5040111>
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). POTENSI PENGEMBANGAN PLASTIK BIODEGRADABLE BERBASIS PATI SAGU DAN UBIKAYU DI INDONESIA / The Development Potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Khyzhniak, I., Kravets, V., Lysak, L., & Hryhorieva, V. (2021). ENVIRONMENTAL AWARENESS OF CIVIL ENGINEERS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SOCIETY. *Problems of Education in the 21st Century*, 79(4), 568–584. <https://doi.org/10.33225/pec/21.79.568>
- Listiawati, N. (2013). Beberapa Lembaga the Implementation of Education for Sustainable Development By. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 19(September), 430–450.
- Mahat, H., Hashim, M., Nayan, N., Balkhis Norkhaidi, S., & Saleh, Y. (2019, April 15). *Development Of Environmental Awareness Measurement Instruments Through Education For Sustainable Development*. <https://doi.org/10.2991/upiupsi-18.2019.13>
- Maneking, E., Sangian, H. F., Herlina, S., Tongkukut, J., Fisika, J., Universitas, F., Ratulangi K A T A K U N C I A B S T R, S., Bioplastik, A. K., Singkong, P., & Gliserol, A. (n.d.). *Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Biomassa dengan Plasticizer Gliserol*.
- Mkumbachi, R. L., Astina, I. K., & Handoyo, B. (2020). Environmental awareness and pro-environmental behavior: A case of university students in Malang city. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 25(2), 161–169. <https://doi.org/10.17977/um017v25i22020p161>
- Mochtar, N. E., Gasim, H., Hendarman, N. I., Wijiasih, A., Suryana, C., Restuningsih, K., & Tartila, S. L. (2014). Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development) di Indonesia. In *Komisi Nasional Indoneisa untuk UNESCO Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan* (Issue 9).

- Mulyadi, A. F., Pulungan, H., & Qayyum, N. (2016). Pembuatan Edible Film Maizena dan Uji Aktifitas Antibakteri (Kajian Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica L.*)) Producing of Cornstarch Edible film and Antibacterial Activity Test (The Study of Glycerol Concentration and Beluntas Leaves Extract (*Pluchea Indica L.*)). *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 149–158.
- Nair, N. R., Sekhar, V. C., Nampoothiri, K. M., & Pandey, A. (2016). Biodegradation of Biopolymers. In *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Production, Isolation and Purification of Industrial Products* (pp. 739–755). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63662-1.00032-4>
- Niaounakis, M. (2015). Definitions of Terms and Types of Biopolymers. In *Biopolymers: Applications and Trends* (pp. 1–90). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-35399-1.00001-6>
- Nur'aeni L, E., & Muharam, M. R. W. (2016). Desain Didaktis Kemampuan Pemahaman Matematis Materi Balok Dan Kubus Siswa Kelas Iv Sd. *Sekolah Dasar: Kajian Teori Dan Praktik Pendidikan*, 25(2), 139–146. <https://doi.org/10.17977/um009v25i22016p139>
- O'Flaherty, J., & Liddy, M. (2018). The impact of development education and education for sustainable development interventions: a synthesis of the research. *Environmental Education Research*, 24(7), 1031–1049. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1392484>
- Özden, M. (2008). Environmental awareness and attitudes of student teachers: An empirical research. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 17(1), 40–55. <https://doi.org/10.2167/irgee227.0>
- Paristiowati, M., Zulmanelis, Z., & Nurhadi, M. F. (2019). Green Chemistry-Based Experiments As the Implementation of Sustainable Development Values. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(1), 11–20. <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i1.3566>
- Perkasa, M., Agrippina, & Wiraningtyas. (2017). Pembelajaran kimia berorientasi sustainable development untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap lingkungan. *Jurnal Sainsmat*, VI(2), 63–72.
- Polman, E. M. N., Gruter, G. J. M., Parsons, J. R., & Tietema, A. (2021). Comparison of the aerobic biodegradation of biopolymers and the corresponding bioplastics: A review. In *Science of the Total Environment* (Vol. 753). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141953>
- Priliantini, A., Krisyanti, K., & Situmeang, I. V. (2020). Pengaruh Kampanye #PantangPlastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut

- Instagram @GreenpeaceID<br>DOI: 10.31504/komunika.v9i1.2387. *Jurnal Komunika: Jurnal Komunikasi, Media Dan Informatika*, 9(1), 40. <https://doi.org/10.31504/komunika.v9i1.2387>
- Priyanto, Y., Djati, M. . S., Soemarno, & Fanani, Z. (2013). Pendidikan Berperspektif Lingkungan Menuju Pembangunan Berkelanjutan. *Wacana*, 16(1), 41–51.
- Purba, E. S., & Yunita, S. (2017). Kesadaran Masyarakat dalam Melestarikan Fungsi Lingkungan Hidup. *Jupiis: Jurnal Pendidikan Ilmu-Ilmu Sosial*, 9(1), 57. <https://doi.org/10.24114/jupiis.v9i1.6461>
- Putrawangsa, S. (2018). *Desain pembelajaran: Design research sebagai pendekatan desain pembelajaran* (Issue April).
- Rauch, F. (2015). CHAPTER 2. Education for Sustainable Development and Chemistry Education. *Worldwide Trends in Green Chemistry Education, January 2015*, 16–26. <https://doi.org/10.1039/9781782621942-00016>
- Setyanto, R. H. (2013). APLIKASI POLIMER BIODEGRADABLE DAN DAMPAKNYA PADA EKONOMI DAN LINGKUNGAN. In *MEKANIKA* (Vol. 11). [www.bioplastics24.com](http://www.bioplastics24.com)
- Sha, W., Li, Y., Tang, S., Tian, J., Zhao, Y., Guo, Y., Zhang, W., Zhang, X., Lu, S., Cao, Y. C., & Cheng, S. (2021). Machine learning in polymer informatics. In *InfoMat* (Vol. 3, Issue 4, pp. 353–361). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/inf2.12167>
- Shafqat, A., Al-Zaqri, N., Tahir, A., & Alsalmeh, A. (2021). Synthesis and characterization of starch based bioplastics using varying plant-based ingredients, plasticizers and natural fillers. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(3), 1739–1749. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.12.015>
- Sin, L. T., Rahmat, A. R., & Rahman, W. A. W. A. (2013). Overview of Poly(lactic Acid). In *Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, Processing and Applications* (pp. 11–54). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-2834-3.00002-1>
- Sirhan, G. (n.d.). *Sirhan / TÜFED-TUSED / 4(2) 2007 2 Learning Difficulties in Chemistry: An Overview*. <http://www.tused.org>
- Soesanto, Q. M. B., Prihadyanti, D., Hartiningsih, H., & Fizzanty, T. (2016). Dynamics of Bioplastics Development in Indonesia. *STI Policy and Management Journal*, 1(2), 153. <https://doi.org/10.14203/stipm.2016.48>

- Subroto, Unswagati, T., & Sholihah, W. (2018). *Analisis Hambatan Belajar pada Materi Trigonometri dalam Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa* (Vol. 1, Issue 2). <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/indomath>
- Sunardi, S., Susanti, Y., & Mustikasari, K. (2020). SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI UBI NAGARA DENGAN KAOLIN SEBAGAI PENGUAT. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 11(2), 65. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v11i2.5084>
- Suryadi, D. (2011). *Makalah disajikan pada Joint-Conference UPI- UTiM, 25 April 2011. April.*
- Sutanto, H. P. (2017). Education For Sustainable Development In West Nusa Tenggara. *Cakrawala Pendidikan*, 3, 320–341.
- Tamiogy, W. R., Kardisa, A., Hisbullah, H., & Aprilia, S. (2019). pemanfaatan selulosa dari limbah kulit buah pinang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 14(1), 63–71. <https://doi.org/10.23955/rkl.v14i1.11517>
- Tastbita, Z., Nur'aeni, E., & Nugraha, A. (2020). *PEDADIDAKTIKA: JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN GURU SEKOLAH DASAR Analisis Hambatan Belajar (Learning Obstacle) Siswa Pada Materi Luas Daerah Persegi Panjang* (Vol. 7, Issue 2). <http://ejournal.upi.edu/index.php/pedadidaktika/index>
- To, M. H., Uisan, K., Ok, Y. S., Pleissner, D., & Lin, C. S. K. (2019). Recent trends in green and sustainable chemistry: rethinking textile waste in a circular economy. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 20(December), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2019.06.002>
- Van, K., & Tinonas Diaz, L. (2019a). *Prior Knowledge: Its Role in Learning*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26816.69125>
- Van, K., & Tinonas Diaz, L. (2019b). *Prior Knowledge: Its Role in Learning*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26816.69125>
- Wahyuni, A., & Pd, M. (2017). ANALISIS HAMBATAN BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH KALKULUS DASAR. *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, 1(1), 10–23.
- Wahyuningtyas, N., & Suryanto, H. (2017a). Analysis of Biodegradation of Bioplastics Made of Cassava Starch. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 1(1), 24–31. <https://doi.org/10.17977/um016v1i12017p024>

- Wahyuningtyas, N., & Suryanto, H. (2017b). Analysis of Biodegradation of Bioplastics Made of Cassava Starch. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 1(1), 24–31. <https://doi.org/10.17977/um016v1i12017p024>
- Wilujeng, I., Dwandaru, W. S. B., & Rauf, R. A. B. A. (2019). The effectiveness of education for environmental sustainable development to enhance environmental literacy in science education: A case study of hydropower. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 521–528. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.19948>
- wong2003. (n.d.).
- Yang, X., Rahimi, S., Shute, V., Kuba, R., Smith, G., & Alonso-Fernández, C. (2021). The relationship among prior knowledge, accessing learning supports, learning outcomes, and game performance in educational games. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 1055–1075. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09974-7>
- Yusuf, Y., Titat, N., & Yuliawati, T. (n.d.). *Analisis Hambatan Belajar (Learning Obstacle) Siswa SMP Pada Materi Statistika* (Vol. 8, Issue 1).
- Zidny, R., & Eilks, I. (2020). Integrating perspectives from indigenous knowledge and Western science in secondary and higher chemistry learning to contribute to sustainability education. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 16(December 2019), 100229. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100229>
- Zounggran, Y., Lynda, E., Dobi-Brice, K. K., Tchirioua, E., Bakary, C., & Yannick, D. D. (2020). Influence of natural factors on the biodegradation of simple and composite bioplastics based on cassava starch and corn starch. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(5). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104396>