

**PENGARUH PEMBELAJARAN APLIKASI *LIGHT EMITTING DIODES*  
(LED) DALAM PENGAWETAN MAKANAN TERHADAP KESADARAN  
DAN KETERLIBATAN BERKELANJUTAN *ZERO HUNGER* PADA  
PESERTA DIDIK SMA**

**SKRIPSI**

*diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar*

*Sarjana Pendidikan Biologi*



Oleh :

Cicilia Tiara

NIM. 1909733

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2023**

Cicilia Tiara ©

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

Cicilia Tiara  
Universitas Pendidikan Indonesia  
2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**CICILIA TIARA**

**PENGARUH PEMBELAJARAN APLIKASI *LIGHT EMITTING DIODES*  
(LED) DALAM PENGAWETAN MAKANAN TERHADAP KESADARAN  
DAN KETERLIBATAN BERKELANJUTAN *ZERO HUNGER* PESERTA  
DIDIK SMA**

Disetujui dan disahkan oleh:

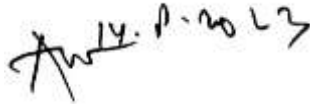
**Pembimbing I,**



**Dr. Rini Solihat, M. Si**

**NIP. 197902132001122001**

**Pembimbing II,**



**Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M. Ed**

**NIP. 196705271992031001**

Mengetahui,

**Ketua Prodi Pendidikan Biologi**



**Dr. Kurnadi, M.Si**

**NIP. 196805091994031001**

## **PERNYATAAN**

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Pembelajaran Aplikasi Light Emitting Diodes (LED) dalam Pengawetan Makanan Terhadap Kesadaran dan Keterlibatan Berkelanjutan Zero Hunger pada 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 etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau klain dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, 31 Juli 2023  
Yang membuat pernyataan,

Cicilia Tiara

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Pembelajaran Aplikasi *Light Emitting Diodes* (LED) dalam Pengawetan Makanan Terhadap Kesadaran dan Keterlibatan Berkelanjutan *Zero Hunger* pada Peserta Didik SMA” ini dengan baik dan tepat waktu. Shalawat serta salam semoga tercurah limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, beserta para shabat, keluarga serta pengikutnya.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus penulis penuhi dalam memperoleh gelar sarjana pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam skripsi ini penulis mendeskripsikan hasil temuan mengenai kesadaran dan keterlibatan berkelanjutan *zero hunger* peserta didik setelah dilakukannya kegiatan pembelajaran aplikasi *light emitting diodes* (LED) dalam pengawetan makanan.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya dapat memberikan kontribusi dalam bidang pendidikan untuk menyadarkan dan melibatkan peserta didik terkait dengan pembangunan berkelanjutan khususnya pada isu *zero hunger*.

Bandung, 31 Juli 2023

Cicilia Tiara

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkah dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Rini Solihat, M.Si selaku dosen pembimbing I dan koordinator DBS yang selalu memberikan saran, masukan, semangat motivasi, dan memberikan solusi ketika penulis menemukan hambatan dalam penyusunan skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. H. Ari Widodo, M.Ed selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, masukan, semangat, motivasi, dan memberikan solusi ketika penulis menemukan hambatan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang sudah mendukung penulis dalam melaksanakan perkuliahan dengan baik.
4. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia yang sudah mendukung penulis dalam melaksanakan perkuliahan dengan baik.
5. Bapak dan Ibu Dosen Penguji, Ibu Dra. Soesy Asiah Soesilawati, MS., Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T., dan Ibu Dr. Mimin Nurjhani K, M.Pd. yang sudah bersedia untuk membaca dan banyak memberikan masukan dan saran demi finalisasi penelitian yang baik.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen yang telah sabar dalam mengajar dan mendidik penulis selama empat tahun perkuliahan, serta seluruh Staf Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI dalam memfasilitasi kebutuhan administrasi yang dibutuhkan.
7. Rekan satu payung penelitian, Aini Septiana, Baharudin Yusuf Haqiqi, Fakhran Rozali Daulay, Muhammad Syamsudin Ummar, Nabila Tazkiyatul Afifah, dan Rosyi Rahmawati karena selalu memberikan motivasi, menemani, dan bersedia bertukar informasi selama penyusunan skripsi.

8. Rifandini Rahyanti, Riris Ita Olivia Gultom, Sannisa Aulia Luthfi, dan Sinta Aprilia karena selalu memberikan motivasi, menemani, dan memberi semangat selama penyusunan skripsi.
9. Ahmad Rajib Muhaemin, Akmal Zaidan Gymnastyar, Aulia Rachmah, Hilwa Zahira Madani, Luthfi Firdaus Zein, Maria Engzelita Sihombing, Nurul Zahra Zahirah, Putri Herlina, dan R. Luthfania Ardila karena selalu memberi motivasi, menemani, dan memberi semangat selama penyusunan skripsi.
10. Fairuz Mumtaz Firdaus, Jihan Nurhalimah Salsabila, Rachmi Nurul Qolbi, dan Tinda Lisetiawati karena selalu memberi motivasi, menemani, dan memberi semangat selama penyusunan skripsi.
11. Teman-teman Kelas AA dan Arka Adigama yang selalu menemani, memberi motivasi, dan memberi semangat kepada penulis selama empat tahun masa perkuliahan.
12. Dzul Fahri Muhammad, Lutfi Istada Anwar, dan Muhamad Haldi Ramadhan karena selalu memberi motivasi, menemani, dan memberi semangat selama penyusunan skripsi.

Ucapan terima kasih yang tiada tara untuk kedua orang tua penulis. Untuk Ayahanda Sumargono dan Ibunda Enok Hotimah yang telah menjadi orang tua terhebat sejagad raya, yang selalu memberikan motivasi, nasihat, cinta, perhatian, dan kasih sayang yang tentu takkan bisa penulis balas. Karena kalian berdua, hidup terasa begitu mudah dan penuh kebahagiaan sehingga seumur hidup tidak cukup untuk menikmati semuanya. Terima kasih karena selalu menjaga penulis dalam doa-doa yang selalu dipanjatkan.

Untuk ketiga kakak, Hera Kurniawati, Diah Komalasari, dan Sarrah Fitriana Makadina, terima kasih atas segala perhatian, kasih sayang, motivasi, serta doa yang selama ini telah dipanjatkan. Tanpa inspirasi, dorongan, dan dukungan yang telah kalian berikan kepada penulis, penulis mungkin tidak bisa sampai pada titik ini.

Akhir kata penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini bisa membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

## ABSTRAK

### **Pengaruh Pembelajaran Aplikasi *Light Emitting Diodes* (LED) dalam Pengawetan Makanan Terhadap Kesadaran dan Keterlibatan Berkelanjutan *Zero Hunger* pada Peserta Didik SMA**

**Cicilia Tiara  
1909733**

*Zero Hunger* bertujuan untuk mengurangi kelaparan, mewujudkan keamanan pangan dan memperbaiki gizi serta memasarkan pertanian berkelanjutan. Upaya mewujudkan capaian *zero hunger*, yaitu ketahanan pangan yang berkualitas, kesadaran dan keterlibatan berkelanjutan peserta didik harus dikembangkan dengan tujuan untuk menjamin hak setiap manusia atas pangan. Metode pengawetan makanan terbaru yaitu dengan aplikasi dari *light emitting diodes* (LED). Penelitian dilakukan di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung pada kelas XI IPA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegiatan aplikasi *light emitting diodes* (LED) dalam pengawetan makanan tidak berpengaruh signifikan terhadap kesadaran dan keterlibatan berkelanjutan peserta didik karena hanya terdapat perubahan-perubahan kecil yang terjadi. Diperlukan adanya observasi lebih lanjut untuk melihat efektivitas pada metode ini.

Kata Kunci: *Zero Hunger*, Ketahanan Pangan, *Light Emitting Diodes*, Kesadaran dan Keterlibatan Berkelanjutan.



## **ABSTRACT**

### **The Effect of Light Emitting Diodes (LED) Application Learning in Food Preservation on Sustainability Awareness and Action of Zero Hunger in High School Students'**

**Cicilia Tiara  
1909733**

Zero Hunger aims to end hunger, achieve food security and improve nutrition and promote sustainable agriculture. In order to realize the achievements of zero hunger, namely quality food security, sustainability awareness and action of students must be developed with the aim of guaranteeing every human being's right to food. The renewable food preservation method is the application of light emitting diodes (LED). The research was conducted at one of the public high schools in the city of Bandung in class XI IPA. This results showed that the application of light emitting diodes (LED) in food preservation has no a significant effect because there are only small changes that occur. Further observations is needed to see the effectiveness of this method.

**Keywords:** Zero Hunger, Food Security, Light Emitting Diodes, Sustainability Awareness and Action.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	6
1.6. Asumsi.....	6
1.7. Hipotesis.....	7
1.8. Struktur Organisasi Penulisan Skripsi.....	7
BAB II PEMBELAJARAN APLIKASI <i>LIGHT EMITTING DIODES</i> (LED) DALAM PENGAWETAN MAKANAN, KESADARAN BERKELANJUTAN <i>ZERO HUNGER</i> DAN KETERLIBATAN BERKELANJUTAN <i>ZERO HUNGER</i> .....	9
2.1. Pembelajaran Aplikasi <i>Light Emitting Diodes</i> (LED) dalam Pengawetan Makanan .....	9
2.2. Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	14
2.2.1. Kesadaran Konseptual.....	15
2.2.2. Kesadaran Berdasarkan Pengalaman .....	15
2.2.3. Kesadaran untuk Terlibat .....	16
2.2.4. Kesadaran untuk Beradaptasi.....	17
2.3. Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	17
2.3.1. Tindakan Masa Lalu dan Masa Sekarang .....	18
2.3.2. Capaian Kompetensi .....	18

2.3.3.	Tindakan Masa Depan.....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>20</b>
3.1.	Metode dan Desain Penelitian.....	20
3.1.1.	Metode Penelitian.....	20
3.1.2.	Desain Penelitian.....	20
3.2.	Populasi dan Sampel.....	21
3.3.	Definisi Operasional.....	21
3.4.	Instrumen Penelitian.....	22
3.4.1.	Instrumen Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	23
3.4.2.	Instrumen Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	27
3.4.3.	Instrumen Tambahan.....	29
3.5.	Prosedur Penelitian.....	29
3.5.1.	Persiapan.....	30
3.5.2.	Pelaksanaan.....	30
3.5.3.	Tahap Pelaporan.....	33
3.6.	Analisis Data.....	34
3.6.1.	Analisis Data Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	34
3.6.2.	Analisis Data Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	37
3.7.	Alur Penelitian.....	40
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>42</b>
4.1.	Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> Peserta didik SMA.....	42
4.1.1.	Kesadaran Konseptual.....	47
4.1.2.	Kesadaran Berdasarkan Pengalaman.....	50
4.1.3.	Kesadaran untuk Terlibat.....	52
4.1.4.	Kesadaran untuk Beradaptasi.....	54
4.2.	Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> Peserta didik SMA.....	56
4.2.1.	Tindakan Masa Lalu dan Masa Sekarang.....	59
4.2.2.	Capaian Kompetensi.....	61
4.2.3.	Tindakan Masa Depan.....	63
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....</b>		<b>66</b>
5.1.	Simpulan.....	66
5.2.	Implikasi.....	66

5.3. Rekomendasi .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN .....	82
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	161

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Deskripsi Tahapan -Tahapan Model Pembelajaran STEM menurut Widodo (2021).....	13
Tabel 3.1.	<i>Quasi Experimental Non-Equivalent Control Group Design</i> .....	21
Tabel 3.2.	Kisi-Kisi Instrumen Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	23
Tabel 3.3.	Contoh Pernyataan Instrumen Kesadaran.....	24
Tabel 3.4.	Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	24
Tabel 3.5.	Rekapitulasi Hasil Uji Coba Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	25
Tabel 3.6.	Kisi-Kisi Akhir Instrumen Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> Peserta Didik.....	26
Tabel 3.7.	Kisi-Kisi Instrumen Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	27
Tabel 3.8.	Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	28
Tabel 3.9.	Kisi-Kisi Pertanyaan Instrumen Tambahan.....	29
Tabel 3.10.	Perbandingan Pelaksanaan Kegiatan Pembelajaran pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	31
Tabel 3.11.	Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Statistik Inferensial Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> Peserta Didik.....	35
Tabel 3.12.	Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Statistik Inferensial Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> Peserta Didik.....	38
Tabel 4.1.	Data Deskriptif Statistik dan Hasil Uji Hipotesis Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	42
Tabel 4.2.	Data Deskriptif Statistik dan Hasil Uji Hipotesis Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Manfaat LED dalam Sistem Pangan (Poonia <i>et al.</i> , 2022).....	11
Gambar 2.2.	Panjang Gelombang LED dan UV-LED serta Aplikasinya pada Properti Makanan (Finardi <i>et al.</i> , 2021).....	11
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	40
Gambar 4.1	Rata-Rata Nilai Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> pada Indikator Kesadaran Konseptual.....	47
Gambar 4.2.	Rata-Rata Nilai Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> pada Indikator Kesadaran Berdasarkan Pengalaman.....	50
Gambar 4.3.	Rata-Rata Nilai Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> pada Indikator Kesadaran untuk Terlibat.....	52
Gambar 4.4.	Rata-Rata Nilai Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> pada Indikator Kesadaran untuk Beradaptasi.....	55
Gambar 4.5.	Rata-Rata Nilai Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> pada Indikator Tindakan Masa Lalu dan Masa Sekarang.....	59
Gambar 4.6.	Rata-Rata Nilai Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> pada Indikator Capaian Kompetensi.....	62
Gambar 4.7.	Rata-Rata Nilai Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> pada Indikator Tindakan Masa Depan.....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Surat Izin Penelitian dan Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian.....	82
Lampiran 2.	Data Sampel yang Digunakan.....	84
Lampiran 3.	Kuisisioner Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	85
Lampiran 4.	Kuisisioner Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	86
Lampiran 5.	Lembar Kerja Peserta Didik pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	87
Lampiran 6.	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kelas Eksperimen ....	98
Lampiran 7.	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kelas Kontrol.....	108
Lampiran 8.	Tabulasi Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	114
Lampiran 9.	Olah Data SPSS pada Data Kesadaran Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	118
Lampiran 10.	Tabulasi Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	136
Lampiran 11.	Olah Data SPSS pada Data Keterlibatan Berkelanjutan <i>Zero Hunger</i> .....	140
Lampiran 12.	Jawaban Lembar Kerja Peserta Didik pada Kelompok 2.....	157
Lampiran 13.	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian.....	158

### DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Z. A. K., & Nawaz, A. (2020). Impact of Climate Change Awareness on Climate Change Adaptions and Climate Change Adaptation Issues. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 36(3). <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2020/33.3.619.636>
- Aclaro-Naranjo, M., Mana-ay, A. K. A., Honculada-Genove, J., & Entea, R. A. S. (2018). Nutrition Intervention as Service Learning: Silliman University's Indigenous Food Security in Philippine High Risk Calamity Areas. *SHS Web of Conferences*, 59, 01020. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20185901020>
- Akbar, I., Arisaktiwardhana, D., & Naomi, P. (2020). How does indonesian scientific production on renewable energy successfully support the policy design? A journey towards sustainable energy transition. *Problemy Ekorożwoju*, 15(2), 41–52. <https://doi.org/10.35784/pe.2020.2.05>
- Asah, S., & Chatterjee Singh, N. (2019). SEL for SDGs: why social and emotional learning (SEL) is necessary to achieve the Sustainable Development Goals (SDGs). *The Blue Dot*, 10, 5460.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan. (2015). Keamanan Pangan Untuk Indonesia Sehat. *Badan POM, Jakarta*.
- Bailin, S. (2002). Critical Thinking and Science Education. In *Science & Education* (Vol. 11).
- Barreda, A. B. (2018). Master of Science in Criminology Major in Law Enforcement Administration(MSCRIM), Bachelor of Laws(LLB) and former Dean of Criminology. *Journal of Sustainability Education*, 17. <http://www.susted.org/>
- Barua, P. D., Zhou, X., Gururajan, R., & Chan, K. C. (2018). Determination of Factors Influencing Student Engagement using a Learning Management



System in a Tertiary Setting. *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*, 604–609.

Bush, D., Sieber, R., Seiler, G., & Chandler, M. (2018). Examining Educational Climate Change Technology: How Group Inquiry Work with Realistic Scientific Technology Alters Classroom Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 27(2), 147–164. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9714-0>

Cahyadi, W. (2008). Teknologi Pengolahan Keju Cottage Sari Kedelai dalam Upaya Pengembangan Industri Rakyat. *Jurnal). Pasundan: Universitas Pasundan*.

Chen, S. Y., & Liu, S. Y. (2020). Developing students' action competence for a sustainable future: A review of educational research. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su12041374>

Chikamori, K., Tanimura, C., & Ueno, M. (2019). Transformational model of education for sustainable development (TMESD) as a learning process of socialization\*. *Journal of Critical Realism*, 18(4), 420–436. <https://doi.org/10.1080/14767430.2019.1667090>

Cottafava, D., Cavaglià, G., & Corazza, L. (2019). Education of sustainable development goals through students' active engagement: A transformative learning experience. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 10(3), 521–544. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-05-2018-0152>

Dangeli, J. (2020). Open Awareness Inquiry. Introduction Applied Open Awareness as an Inquiry Method for Researchers to Engage the Transformative Dimensions of Consciousness. *Integral Transpersonal Journal*, 16. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:236841674>

Debrah, J. K., Vidal, D. G., & Dinis, M. A. P. (2021). Raising awareness on solid waste management through formal education for sustainability: A developing countries evidence review. *Recycling*, 6(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/recycling6010006>

- Delta Communities. (2012). Historical Consciousness' and Sustainable Development in Nigeria: The Experience of Niger. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:130318304>
- Dendra, F. G., Amrina, E., & Indrapriyatna, A. S. (2023). Inventory Control Model of Beef for Rendang Products. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 22(1), 22–30. <https://doi.org/10.25077/josi.v22.n1.p22-30.2023>
- Devito, M. (2016). Factors Influencing Student Engagement. <http://digitalcommons.sacredheart.edu/edl>
- Donald, S. J. (2019). The role that experiential learning plays in intercultural awareness development: A case study of South Korean students sojourning in New Zealand.
- Dotson, M. E., Alvarez, V., Tackett, M., Asturias, G., Leon, I., & Ramanujam, N. (2020). Design Thinking-Based STEM Learning: Preliminary Results on Achieving Scale and Sustainability Through the IGNITE Model. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00014>
- Du, X., Guerra, A., Nørgaard, B., Chaaban, Y., Lundberg, A., & Lyngdorf, N. E. R. (2022). University Teachers' Change Readiness to Implement Education for Sustainable Development through Participation in a PBL-Based PD Program. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141912079>
- Dyson, C. H. (2016). Chapter 5: goal 2 Getting to zero hunger: learning from the MDGs for the SDGs (Prabhu Pingali). In *International Society and Sustainable Development Goals*.
- Eduardo Moreno, J., Marcelo Rodriguez, L., & Verónica Favara, J. (2019). Environmental awareness in university students. A study of the hierarchy of Sustainable Development Goals. *Revista de Psicología*, 15(29), 113–119.
- Faidi, N. F. H. M., Ali, A., Jaafar, S. N., Zalbahr, N., & Wahab, M. R. A. (2023). Addressing Food Insecurity Among Malaysian University Students During

Covid-19: Implications For Academic Performance. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 23(1), 191–198.

Finardi, S., Hoffmann, T. G., Schmitz, F. R. W., Bertoli, S. L., Khayrullin, M., Neverova, O., Ponomarev, E., Goncharov, A., Kulmakova, N., Dotsenko, E., Khryuchkina, E., Shariati, M. A., & De Souza, C. K. (2021). Comprehensive study of Light-Emitting Diodes (LEDs) and Ultraviolet-LED lights application in food quality and safety. In *Journal of Pure and Applied Microbiology* (Vol. 15, Issue 3, pp. 1125–1135). *Journal of Pure and Applied Microbiology*. <https://doi.org/10.22207/JPAM.15.3.54>

Gachua, M. W., & Orwa, B. H. (2015). Factors Affecting Strategy Implementation In Public Universities In Kenya: Case Of Jomo Kenyatta University Of Agriculture And Technology. *International Journal of Education and Research*, 3(12). [www.ijern.com](http://www.ijern.com)

General Comment 12. (1999). Un Committee On Economic, Social And Cultural Rights Introduction And Basic Premises. [https://www.iatp.org/sites/default/files/451\\_2\\_37648.pdf](https://www.iatp.org/sites/default/files/451_2_37648.pdf)

GSFI. (2022). Global Food Security Index 2022. <https://impact.economist.com/sustainability/project/food-security-index?gclsrc=aw.ds#global-overview>

Habicht, J.-P., Pelto, G. H., Pelto, G., Frongillo, E., & Rose, D. (2004). Conceptualization and Instrumentation of Food Insecurity MICA project View project Integration of Nutrition into BRAC Programs (INBP) View project Conceptualization and Instrumentation of Food Insecurity. <https://www.researchgate.net/publication/237712682>

Hadjichambis, A. C., & Paraskeva-Hadjichambi, D. (2020). Environmental citizenship questionnaire (ECQ): The development and validation of an evaluation instrument for secondary school students. *Sustainability (Switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/SU12030821>

- Helmi, M. H., & Herliani, E. (2021). Developing Sustainability Literacy Through STEM Learning: A Review. In *SciEd Journal* | (Vol. 1, Issue 1).
- Hill, R., Grant, C., George, M., Robinson, C. J., Jackson, S., & Abel, N. (2012). A typology of indigenous engagement in Australian environmental management: Implications for knowledge integration and social-ecological system sustainability. *Ecology and Society*, *17*(1). <https://doi.org/10.5751/ES-04587-170123>
- Homan, D. M., & Birkenholz, R. J. (2012). Fighting Global Hunger: Developing Agroforestry Education Techniques.
- Hossain, K., Sturm, B., Quadt, A., & Hensel, O. (2017). A Sustainable Natural Resource (*Moringa oleifera*) in Tropical and Subtropical Areas: An Intensive Literature Review. In *Tropentag*.
- Hussein, L. (2021). Zero hunger and malnutrition in the African continent is potentially feasible, if nutrition programs are prioritized politically and scientifically. *The North African Journal of Food and Nutrition Research*, *4*(9), S93–S108. <https://doi.org/10.51745/najfnr.4.9.s93-s108>
- Inder, S. (2022). Factors Influencing Student Engagement for Online Courses: A Confirmatory Factor Analysis. *Contemporary Educational Technology*, *14*(1). <https://doi.org/10.30935/cedtech/11373>
- Indrati, D. A., & Hariadi, P. P. (2016). ESD (Education For Sustainable Development) Melalui Pembelajaran Biologi.
- Iturriza, M., Labaka, L., Ormazabal, M., & Borges, M. (2020). Awareness-development in the context of climate change resilience. *Urban Climate*, *32*. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100613>
- Kariyasa, K., & Suryana, A. (2012). Memperkuat Ketahanan Pangan Melalui Pengurangan Pemborosan Pangan. *Analisis Kebijakan Pertanian*, *10*(3), 269–288.

- Karpudewan, M., & Mohd Ali Khan, N. S. (2017). Experiential-based climate change education: fostering students' knowledge and motivation towards the environment. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26(3), 207–222. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1330037>
- Kartini, F. S., Widodo, A., Winarno, N., & Astuti, L. (2021). Promoting Student's Problem-Solving Skills through STEM Project-Based Learning in Earth Layer and Disasters Topic. *Journal of Science Learning*, 4(3), 257–266. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i3.27555>
- Kaur, J., & Borah, A. (2021). Application of bacteriocins and Aloe vera gel as biopreservatives in edible coatings to extend the shelf life of fruits and vegetables: A review. *The Pharma Innovation*, 10(4), 1185–1191. <https://doi.org/10.22271/tpi.2021.v10.i4q.6176>
- Kinanti, A. A. P., Heidra, T. C., & Masjud, Y. I. (2021). The Raising Concern of Food Waste and Food Loss in Indonesia to Achieve a Sustainable Consumption. *FIRM Journal of Management Studies*, 6(2), 124. <https://doi.org/10.33021/firm.v6i2.1164>
- Kline, K. L., Msangi, S., Dale, V. H., Woods, J., Souza, G. M., Osseweijer, P., Clancy, J. S., Hilbert, J. A., Johnson, F. X., McDonnell, P. C., & Muger, H. K. (2017). Reconciling food security and bioenergy: priorities for action. *GCB Bioenergy*, 9(3), 557–576. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12366>
- Kohl, K., Hopkins, C., Barth, M., Michelsen, G., Dlouhá, J., Razak, D. A., Abidin Bin Sanusi, Z., & Toman, I. (2022). A whole-institution approach towards sustainability: a crucial aspect of higher education's individual and collective engagement with the SDGs and beyond. In *International Journal of Sustainability in Higher Education* (Vol. 23, Issue 2, pp. 218–236). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2020-0398>
- Komnasham. (2017). Kerangka Analisis untuk Mengintegrasikan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dengan Kewajiban Pemenuhan Hak-hak

Asasi Manusia untuk di Indonesia 2.  
<http://foodsecurityindex.eiu.com/Country/Details#Indonesia>

Koroleva, K., & Novak, J. (2020). How to engage with sustainability issues we rarely experience? A gamification model for collective awareness platforms in water-related sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2).  
<https://doi.org/10.3390/su12020712>

Kotykova, O., Babych, M., Iagodzinska, A., & Tabatskova, A. (2022). Global initiatives on implementation of zero hunger policy. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 8(2).

Leicht, A., Heiss, J., & Won, J. B. (2018). Issues and trends in education for sustainable development (A. Leicht, J. Heiss, & J. B. Won, Eds.). UNESCO.  
<https://doi.org/10.54675/YELO2332>

Leiva-Brondo, M., Lajara-Camilleri, N., Vidal-Meló, A., Atarés, A., & Lull, C. (2022). Spanish University Students' Awareness and Perception of Sustainable Development Goals and Sustainability Literacy. *Sustainability (Switzerland)*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/su14084552>

Malahayati, M., & Masui, T. (2022). Potential impact of the adoption of food loss reduction technologies in Indonesia. *Journal of Environmental Management*, 319, 115633. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2022.115633>

Manalo, H. (2021). Reducing dropout rate for improved key performance indicators in Dagatan National High School through the implementation of Project SAGIP. *International Journal of Research Studies in Education*, 10(5).  
<https://doi.org/10.5861/ijrse.2021.5083>

Matandirotya, N. R., Filho, W. L., Mahed, G., Maseko, B., & Murandu, C. V. (2022). Edible Insects Consumption in Africa towards Environmental Health and Sustainable Food Systems: A Bibliometric Study. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 22). MDPI.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph192214823>

- McNamara, K. E. (2013). Raising awareness about climate change in Pacific communities. In *Environmental Education Research* (Vol. 19, Issue 6, pp. 864–871). Routledge. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.769046>
- Mills, L. O., & Attoh-Okine, N. (2014). Sustainability Of Civil Infrastructure Systems: The Past, The Present And The Way Forward. In *Sustainable Development of Critical Infratructure*.
- Mills, P. J., Peterson, C. T., Pung, M. A., Patel, S., Weiss, L., Wilson, K. L., Doraiswamy, P. M., Martin, J. A., Tanzi, R. E., & Chopra, D. (2018). Change in Sense of Nondual Awareness and Spiritual Awakening in Response to a Multidimensional Well-Being Program. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 24(4), 343–351. <https://doi.org/10.1089/acm.2017.0160>
- Miteluț, A. C., Popa, E. E., Popescu, P.-A., & Popa, M. E. (2021). Innovative Preservation Technologies For A Sustainable Food System. *AgroLife Scientific Journal*, 10(1).
- Munir, A., & Fadhilah. (2023). Climate Change and Food Insecurities: The Importance of Food Loss and Waste Reduction in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1134(1), 012040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1134/1/012040>
- Nusantari, E. D. N. (2022). Pengaruh Pembuatan Video Dokumenter Perubahan Iklim di Pantai dan Laut terhadap Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim Siswa SMA.
- Nuwangi, P. P. (2022). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Future Workshop terhadap Anticipatory Competency dan Intensi Prolingkungan Siswa Sekolah Menengah Atas dalam Isu Perubahan Iklim.
- Oloko, M., Reed, M. G., & Robson, J. P. (2022). Engaging youth in food preservation: Examining knowledge and practice on Canada's West Coast. *Canadian Food Studies / La Revue Canadienne Des Études Sur l'alimentation*, 9(3), 61–86. <https://doi.org/10.15353/cfs-rcea.v9i3.523>

- Parrish, N. (2022). To Increase Student Engagement, Focus on Motivation Teachers can motivate middle and high school students by providing structure while also allowing them some control over their learning. <https://www.edutopia.org/article/to-increase-student-engagement-focus-on-motivation/>
- Poonia, A., Pandey, S., & Vasundhara. (2022). Application of light emitting diodes (LEDs) for food preservation, post-harvest losses and production of bioactive compounds: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00086-0>
- Price, C. J., & Weng, H. Y. (2021). Facilitating Adaptive Emotion Processing and Somatic Reappraisal via Sustained Mindful Interoceptive Attention. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.578827>
- Pruneau, D., Khattabi, A., & Demers, M. (2010). Challenges and possibilities in climate change education. *US-China Education Review*, 7(9).
- Putri, A. A. (2022). Pengaruh Aktivitas Eksperimen yang Diikuti Penggunaan Pemodelan Kenaikan Permukaan Air Laut terhadap Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim Siswa SMA.
- Putri, R. A., Rinold, S. R., Adeline, V., & Wardani, D. C. (2022). Indonesia As The Second Largest Food Waste Contributor In The World. Binus University. <https://student-activity.binus.ac.id/tfi/2022/09/indonesia-as-the-second-largest-food-waste-contributor-in-the-world/>
- Rahman, A. A., Kaniawati, I., Riandi, R., & Hendayana, S. (2023). Secondary Science Teachers Perception on STEM Learning for Sustainable Development. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1297–1303. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2776>
- Raja, U. M., & Haji, A. (n.d.). Tabel review jurnal Gender dan Sosial Lingkungan View project Kerangka Kerja Penghidupan Berkelanjutan pada Permukiman Kumuh Perkotaan View project Widya Saputri. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27974.60489>



- Raji, A., & Hassan, A. (2021). Sustainability and stakeholder awareness: A case study of a Scottish university. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084186>
- Ramli, M. S. Bin, & Salim, S. S. S. (2020). Motivation and its Relationship towards The Achievement in Quranic Memorisation of Tahfiz School Students in Pahang. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(5). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i5/7252>
- Rock, M. J. (2019). Being human: how does the personal experience of participating in encounter groups support the development and practice of the encounter facilitator? *Person-Centered and Experiential Psychotherapies*, 18(4), 325–333. <https://doi.org/10.1080/14779757.2019.1680423>
- Saliem, H. P., Mardianto, S., Sumedi, Suryani, E., & Widayanti, S. M. (2021). Policies and strategies for reducing food loss and waste in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 892(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/892/1/012091>
- Sandhu, R. K. (2018). Evaluation of the Effectiveness of Light Emitting Diodes in Post-harvest Shelf Life Extension of Blueberries. *The University of Guelph*.
- Sangija, F., Martin, H., & Matemu, A. (2021). African nightshades (*Solanum nigrum* complex): The potential contribution to human nutrition and livelihoods in sub-Saharan Africa. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 3284–3318. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12756>
- Saunila, M., Rantala, T., Ukko, J., & Havukainen, J. (2019). Why invest in green technologies? Sustainability engagement among small businesses. *Technology Analysis and Strategic Management*, 31(6), 653–666. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1542671>
- Schussler, D. L., Deweese, A., Demauro, A., Jennings, P., Brown, J., & Greenberg, M. (2018). Stress and Release: Case Studies of Teacher Resilience Following a Mindfulness-Based Intervention. In *American Journal of Education* (Vol. 125). <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>

- Selvan, T., Panmei, L., Murasing, K. K., Guleria, V., Ramesh, K. R., Bhardwaj, D. R., Thakur, C. L., Kumar, D., Sharma, P., Digvijaysinh Umedsinh, R., Kayalvizhi, D., & Deshmukh, H. K. (2023). Circular economy in agriculture: unleashing the potential of integrated organic farming for food security and sustainable development. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1170380>
- Sen, L. T. H., Bond, J., Phuong, L. T. H., Winkel, A., Tran, U. C., & Le, N. Van. (2021). The importance of climate change awareness for the adaptive capacity of ethnic minority farmers in the mountainous areas of Thua Thien Hue province. *Local Environment*, 26(2), 239–251. <https://doi.org/10.1080/13549839.2021.1886064>
- Sharma, N., Singh, C., Prasad Purvia, R., & Adhlakha, M. (2023). Food Discipline According to Ayurveda- A Holistic Approach in Eating Healthy Food with Ayurveda Siddhant Mentioned in Ayurveda and Food Technology. *International Research Journal of Ayurveda & Yoga*, 06(04), 78–83. <https://doi.org/10.47223/irjay.2023.6412>
- Shifflett, A. P., & Watson, R. M. (1983). A Sociological to World Hunger: Conceptual Definition Approach A Challenge and Application. *Humanity & Society*, 7, 412–422.
- Stansell, A., Tyler-Wood, T., & Stansell, C. (2016). Inventing The Invented for STEM Understanding. *International Association for Development of the Information Society*. <https://doi.org/10.1119/1.4947166>
- Sustainable Development Goals. (2016). What's the goal here? <http://www.un.org/>
- UNESCO. (2017). Education for sustainable development goals: learning objectives. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.
- United Nations General Assembly. (1976). International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights.

- van den Broek, O. (2020). Narrative fidelity: making the UN Sustainable Development Goals fit. *Corporate Communications*, 26(3), 441–460. <https://doi.org/10.1108/CCIJ-01-2020-0032>
- Vandenbrande, W. W. (2021). Quality for a sustainable future. *Total Quality Management and Business Excellence*, 32(5–6), 467–475. <https://doi.org/10.1080/14783363.2019.1588724>
- Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., & Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review. In *Science of the Total Environment* (Vol. 806). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718>
- Waluyo, & Kharisma, D. B. (2023). Circular economy and food waste problems in Indonesia: Lessons from the policies of leading Countries. *Cogent Social Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2023.2202938>
- Widodo, A. (2021). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam: Dasar-Dasar untuk Praktik.
- Yu, X., Zheng, P., Zou, Y., Ye, Z., Wei, T., Lin, J., Guo, L., Yuk, H. G., & Zheng, Q. (2022). A review on recent advances in LED-based non-thermal technique for food safety: current applications and future trends. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2049201>.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2049201>
- Yuhana, U. L., Fanani, N. Z., Yuniarno, E. M., Rochimah, S., Koczy, L. T., & Purnomo, M. H. (2020). Combining Fuzzy Signature and Rough Sets Approach for Predicting the Minimum Passing Level of Competency Achievement.
- Yu-Hsing Lin, Tzu-Yun Chi, Yun-Xuan Chang, Chia-Yu Lin, Ya-Peng Wang, Hsiao-Yun Chen, Ping-Min Huang, Guan-Hong Chen, Ying-Ching Hung, Tsung-Han Wu, Yen-Jung Lu, Chien-Chao Chiu, Ching-Feng Chiu, Hsuan-Wen Chiu, Wei-Huang Tsai, Chia-Chi Chen, & Shao-Wen Hung. (2022). Application of the novel environment-cleaned light-emitting diode devices in

various test fields. *World Journal of Advanced Science and Technology*, *1*(2), 020–032. <https://doi.org/10.53346/wjast.2022.1.2.0031>

Zhang, X., Zhang, M., Xu, B., Mujumdar, A. S., & Guo, Z. (2022). Light-emitting diodes (below 700 nm): Improving the preservation of fresh foods during postharvest handling, storage, and transportation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *21*(1), 106–126. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12887>

Zimmerman, D. C. (2010). PBL and Skill Building for 12 th Grade Social Studies 1 Title Page Project Based Learning for Life Skill Building in 12 th Grade Social Studies Classrooms: A Case Study PBL and Skill Building for 12 th Grade Social Studies 2 Acknowledgements.