



Editor:

Dr. Adi Wijayanto, S.Or., S.Kom., M.Pd., AlFO.

Dr. Rahmadina, M.Pd.

Dian Armada Pradana, M.Pd.

apt. Wanudya Atmajani, M.Farm.Klin.

Ns. Hakim Tobroni HR, S.Kep., M.Tr.Kep.

**Unifikasi  
Pembelajaran**

# **IPA DI DUNIA PENDIDIKAN DAN MASYARAKAT**

Tuti Liana - Rahmadina - Nurjannah - Alwia Samaduri - Zulaikhah Dwi Jayanti  
Siti Aisyah Marjuno - Lindawati - Helyati - Hayyatun Mawaddah - Isnainar  
Maimunah H Daud - Maria Magdalena Vannessa Lura - Alfian Sabina Kea  
Almira Rayyah Shadriah Fahru - Citra Ayu Dewi - La Kolo - Shorihatul Inayah  
Agustina Purnami Setiawi - Ratika Saputri - Melati Ireng Sari - Ainun Marziah  
Dwivelia Aftika Sari - Iqbal Haitarni - Muhammad Ramli - Frans Rizal Agustiyanto  
Hamzarudin Hikmatiar - Eli Titi Khoeriyah - Iva Nandya Atika  
Rambu Ririnsia Harra Hau - Muhammad Noviansyah Nugraha - Pahmi Ansyari  
Asmiati - Firga Nabila Lige - Meti O. F. I. Tefu - Zainnal Muarif Mambuhu  
Abd. Rauf - Dewi Wahyuni - Guido Roberto Jerun Parera

Pengantar:  
**Prof. Dr. H. Akhyak, M.Ag.**  
Direktur Pascasarjana UIN SATU  
(Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah  
Tulungagung)

# **UNIFIKASI PEMBELAJARAN IPA DI DUNIA PENDIDIKAN DAN MASYARAKAT**

Tuti Liana - Rahmadina - Nurjannah - Alwia Samaduri -  
Zulaikhah Dwi Jayanti - Siti Aisyah Marjuno - Lindawati - Helyati -  
Hayyatun Mawaddah - Isnainar - Maimunah H Daud -  
Maria Magdalena Vannessa Lura - Alfian Sabina Kea -  
Almira Rayyah Shadriah Fahu - Citra Ayu Dewi - La Kolo - Shorihatul  
Inayah - Agustina Purnami Setiawi - Ratika Saputri - Melati Ireng Sari  
- Ainun Marziah - Dwivelia Aftika Sari -  
Iqbal Haitami - Muhammad Ramli - Frans Rizal Agustiyanto -  
Hamzarudin Hikmatiar - Eli Titi Khoeriyah - Iva Nandya Atika -  
Rambu Ririnsia Harra Hau - Muhammad Noviansyah Nugraha -  
Pahmi Ansyari - Asmiati - Firga Nabila Lige - Meti O. F. I. Tefu -  
Zainnal Muarif Mambuhu - Abd. Rauf - Dewi Wahyuni -  
Guido Roberto Jerun Parera

Editor:  
**Dr. Adi Wijayanto, S.Or., S.Kom., M.Pd., AIFO.**  
**Dr. Rahmadina, M.Pd.**  
**Dian Armada Pradana, M.Pd.**  
**apt. Wanudya Atmajani, M.Farm.Klin.**  
**Ns. Hakim Tobroni HR, S.Kep., M.Tr.Kep.**



## **UNIFIKASI PEMBELAJARAN IPA DI DUNIA PENDIDIKAN DAN MASYARAKAT**

Copyright © Tuti Liana, dkk. 2026.  
Hak cipta dilindungi undang-undang  
*All right reserved*

Penulis : Tuti Liana, dkk.  
Editor : Adi Wijayanto, dkk.  
Layout : Muhamad Safi'i  
Desain cover : Dicky M. Fauzi  
x + 238 hlm : 14 x 20,5 cm  
ISBN : 978-623-157-259-2  
Cetakan Pertama, April, 2026

### **Anggota IKAPI**

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh:

#### **Akademia Pustaka**

Jl. Raya Sumbergempol, Sumberdadi, Tulungagung

Telp: 081807413208

Email: [redaksi.akademia.pustaka@gmail.com](mailto:redaksi.akademia.pustaka@gmail.com)

Website: [www.akademiapustaka.com](http://www.akademiapustaka.com)

## Kata Pengantar

**A**lhamdulillahirabbilalamin kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya buku yang berjudul **“UNIFIKASI PEMBELAJARAN IPA DI DUNIA PENDIDIKAN DAN MASYARAKAT”** dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Buku ini disusun dari hasil pemikiran yang menyajikan sebuah pembahasan menarik dan diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan ilmu pengetahuan alam dalam lingkup Pendidikan maupun masyarakat.

Pembelajaran IPA berperan penting dalam dunia Pendidikan karena mampu membentuk keterampilan berpikir kritis dan berkarakter peduli lingkungan. Ilmu pengetahuan alam membekali masyarakat memahami fenomena alam, Kesehatan dan teknologi yang digunakan dalam kehidupan. Selain itu pembelajaran IPA juga membekali masyarakat untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia secara bijak. Dengan mempelajari berbagai cabang ilmu pengetahuan alam, masyarakat memiliki kemampuan untuk membuat keputusan yang tepat dalam menyikapi permasalahan berbasis sains.

Dedikasi ilmu pengetahuan alam di masyarakat mencangkup penerapan sains untuk memecahkan masalah sehari-hari dan memberikan edukasi tentang teknologi dan lingkungan. Konservasi alam dan kearifan lokal untuk pelestarian lingkungan merupakan perwujudan dari dedikasi IPA. Dedikasi ini bertujuan tidak hanya menjadi teori di dalam ruangan kelas melainkan alat untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat.



Kehadiran buku ini semoga dapat menjadi pendampingan literasi sains dilingkungan masyarakat maupun sekolah. Tentunya dalam penulisan buku ini masih ada kekurangan, kami mohon bantuan kritik dan saran untuk perbaikan mendatang.

Tulungagung, 9 Maret 2026

**Prof. Dr. H. Akhyak, M.Ag.**

**Direktur Pascasarjana UIN SATU**  
(Universitas Islam Negeri Sayyid Ali  
Rahmatullah Tulungagung)

# Daftar Isi

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Kata Pengantar ..... | iii |
| Daftar Isi .....     | v   |

## BAB I

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>TRANSFORMASI PEMBELAJARAN BIOLOGI .....</b>                                                                       | <b>1</b>  |
| <b>POLA-POLA HEREDITAS .....</b>                                                                                     | <b>2</b>  |
| <i>Tuti Liana, M.Pd. (Universitas Al-Muslim)</i>                                                                     |           |
| <b>PEMANFAATAN AWETAN KERING TANAMAN<br/>CRPTOGAMAE DAN PHANEROGAMAE DALAM<br/>PROSES PEMBELAJARAN BIOLOGI .....</b> | <b>8</b>  |
| <i>Dr. Rahmadina, M.Pd. (Universitas Islam Negeri Sumatera<br/>Utara)</i>                                            |           |
| <b>TRANSFORMASI PEMBELAJARAN BIOLOGI ABAD KE-<br/>21 MELALUI PENDEKATAN STEM INTERDISIPLINER.....</b>                | <b>14</b> |
| <i>Nurjannah, S.Si., M.Si. (Universitas Muhammadiyah Kupang)</i>                                                     |           |
| <b>TANTANGAN DAN INOVASI DALAM EVALUASI<br/>PEMBELAJARAN BIOLOGI ABAD 21 .....</b>                                   | <b>21</b> |
| <i>Alwia Samaduri, S.Pd., M.Pd. (Universitas Muhammadiyah<br/>Luwuk)</i>                                             |           |
| <b>PEMBELAJARAN GENETIKA INOVATIF: DARI SULIT<br/>MENJADI MENYENANGKAN .....</b>                                     | <b>27</b> |
| <i>Zulaikhah Dwi Jayanti, S.Pd., M.Pd. (Universitas Tadulako Palu)</i>                                               |           |
| <b>MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI: KONSEP, DESAIN,<br/>DAN IMPLEMENTASI .....</b>                                        | <b>34</b> |
| <i>Siti Aisyah Marjuno, S.Pd. M.Pd. (Universitas Muhammadiyah<br/>Luwuk)</i>                                         |           |

|                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PERANAN GURU WALI DAN PENGARUHNYA<br/>TERHADAP PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA DI<br/>SMA 12 PALEMBANG .....</b>                                 | <b>39</b> |
| <i>Lindawati, S.Pd. (SMAN 12 Palembang Sumatera Selatan)</i>                                                                                        |           |
| <b>BIOTEKNOLOGI SEBAGAI SOLUSI KETAHANAN<br/>PANGAN LOKAL PALEMBANG .....</b>                                                                       | <b>45</b> |
| <i>Helyati, S.Pd. (SMA Negeri 12 Palembang Sumatera Selatan)</i>                                                                                    |           |
| <b>PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS POTENSI LOKAL<br/>SULAWESI TENGAH SEBAGAI INOVASI PENGUATAN<br/>LITERASI SAINS DAN KEPEDULIAN LINGKUNGAN .....</b> | <b>52</b> |
| <i>Hayyatun Mawaddah, S.Pd., M.Pd. (Universitas Sebelas Maret<br/>Surakarta)</i>                                                                    |           |
| <b>ECO ENZYME SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN<br/>BIOTEKNOLOGI YANG BERWAWASAN LINGKUNGAN<br/>DI SEKOLAH.....</b>                                        | <b>57</b> |
| <i>Isnainar, S.P., M.Si. (Program Studi Pendidikan Biologi,<br/>Universitas Tadulako)</i>                                                           |           |
| <b>PEMANFAATAN POTENSI LOKAL DAERAH PESISIR<br/>PANTAI DI KOTA ENDE SEBAGAI SUMBER BELAJAR<br/>MATA KULIAH BIOLOGI LAUT .....</b>                   | <b>63</b> |
| <i>Maimunah H Daud, S.Si., M.Pd.Si. (Universitas Flores)</i>                                                                                        |           |
| <b>PENERAPAN MEDIA GAMBAR DAN POWERPOINT<br/>DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK<br/>MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA SMA....</b>                   | <b>71</b> |
| <i>Maria Magdalena Vannessa Lura (Universitas Flores)</i>                                                                                           |           |
| <b>PENERAPAN PHET COLORADO UNTUK SIMULASI<br/>MATERI SELEKSI ALAM DALAM MENINGKATKAN<br/>PEMAHAMAN SISWA DI SMA NEGERI 2 ENDE .....</b>             | <b>77</b> |
| <i>Alfian Sabina Kea (Universitas Flores)</i>                                                                                                       |           |
| <b>KONVERSI MANGROVE: TANTANGAN PENGELOLAAN<br/>WILAYAH PESISIR BERKELANJUTAN .....</b>                                                             | <b>83</b> |
| <i>Almira Rayyah Shadriah Fahru, S.Pd., M.Pd. (Universitas<br/>Muhammadiyah Luwuk)</i>                                                              |           |

|                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>BAB II</b>                                                                                                               |            |
| <b>PEMBELAJARAN KIMIA INOVATIF .....</b>                                                                                    | <b>88</b>  |
| <b>KESADARAN LINGKUNGAN CALON GURU KIMIA<br/>SEBAGAI NILAI KARAKTER TERHADAP KEPEDULIAN<br/>LINGKUNGAN .....</b>            | <b>89</b>  |
| <i>Dr. Citra Ayu Dewi, S.Pd., M.Pd. (Universitas Pendidikan<br/>Mandalika)</i>                                              |            |
| <b>INTEGRASI HOTS DALAM KURIKULUM KIMIA:<br/>TANTANGAN, STRATEGI, DAN IMPLEMENTASI .....</b>                                | <b>94</b>  |
| <i>Dr. La Kolo, S.Pd., M.Si. (Universitas Bumi Hijrah)</i>                                                                  |            |
| <b>ENERGI KIMIA TERBARUKAN DALAM PERSPEKTIF<br/>EKOTEKOLOGI .....</b>                                                       | <b>101</b> |
| <i>Shorihatul Inayah, S.Pd., M.Si. (MAN 1 Tuban)</i>                                                                        |            |
| <b>DARI REAKSI KE REALITA: PEMBELAJARAN KIMIA<br/>BERBASIS PROYEK UNTUK SOLUSI MASALAH<br/>LINGKUNGAN .....</b>             | <b>108</b> |
| <i>Agustina Purnami Setiawi, M.Pd. (Universitas Stella Maris<br/>Sumba)</i>                                                 |            |
| <b>KETERAMPILAN LABORATORIUM FONDASI<br/>PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE (PCK) .....</b>                                      | <b>115</b> |
| <i>Ratika Saputri, M.Pd. (Universitas Islam Negeri Mahmud Yunus<br/>Batusangkar)</i>                                        |            |
| <b>PENGEMBANGAN TAWAS DARI LIMBAH ALUMINIUM<br/>FOIL (ALUFO) SEBAGAI KOAGULAN ALTERNATIF<br/>UNTUK PENGOLAHAN AIR .....</b> | <b>120</b> |
| <i>Melati Ireng Sari, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Sriwijaya)</i>                                                          |            |
| <b>IMPLEMENTASI PENDEKATAN STEM DALAM<br/>PEMBELAJARAN KIMIA MELALUI PEMBUATAN SABUN<br/>MINYAK JELANTAH .....</b>          | <b>125</b> |
| <i>Ainun Marziah, S.Pd., M.Pd. (SMAN 1 Sampoiniet)</i>                                                                      |            |
| <b>GAME EDUKASI KIMIA SEBAGAI MEDIA DALAM<br/>PEMBELAJARAN MENDALAM (DEEP LEARNING) .....</b>                               | <b>131</b> |
| <i>Dwivelia Aftika Sari, M.Pd. (Universitas Islam Negeri Mahmud<br/>Yunus Batusangkar)</i>                                  |            |

|                                                                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>SEMAKIN KIMIA, SEMAKIN BERETIKA.....</b>                                                                                           | <b>137</b> |
| <i>Iqbal Haitami, S.T., M.Eng. (Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin)</i>                                                    |            |
| <b>BELAJAR KIMIA YANG MENARIK DAN MENYENANGKAN .....</b>                                                                              | <b>142</b> |
| <i>Muhammad Ramli, S.Pd., M.Pd. (Institut Agama Islam Negeri Sorong)</i>                                                              |            |
| <br><b>BAB III</b>                                                                                                                    |            |
| <b>DINAMIKA PEMBELAJARAN FISIKA.....</b>                                                                                              | <b>148</b> |
| <b>REVITALISASI KETERAMPILAN PRAKTIS FISIKA DAN INKUIRI ILMIAH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI LABORATORIUM BERGERAK .....</b>                  | <b>149</b> |
| <i>Dr. Frans Rizal Agustiyanto, S.Si., M.Si. (Universitas Islam Negeri Mahmud Yunus Batusangkar)</i>                                  |            |
| <b>EKSISTENSI CHATGPT DALAM PEMBELAJARAN DI SEKOLAH PESISIR DAN KEPULAUAN.....</b>                                                    | <b>156</b> |
| <i>Hamzarudin Hikmatiar, M.Pd. (Universitas Muhammadiyah Maumere)</i>                                                                 |            |
| <b>PENGUATAN DEEP LEARNING DAN KURIKULUM BERBASIS CINTA DALAM MEMBANGUN NALAR KRITIS PESERTA DIDIK PADA PEMBELAJARAN FISIKA .....</b> | <b>161</b> |
| <i>Eli Titi Khoeriyah, S.Pd., M.Sc. (MAN 2 Cilacap)</i>                                                                               |            |
| <b>FISIKA UNTUK SEMUA: PEMBELAJARAN STEM MELALUI PROYEK JEMBATAN SEDERHANA .....</b>                                                  | <b>168</b> |
| <i>Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed. (Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta)</i>                                            |            |
| <b>ANALISIS PRINSIP FISIKA DALAM MENGATASI TANTANGAN GEOLOGI DI KABUPATEN SUMBA BARAT DAYA.....</b>                                   | <b>174</b> |
| <i>Rambu Ririnsia Harra Hau, S.Si., M.Pd. (Universitas Stela Maris Sumba)</i>                                                         |            |

**TAHAPAN ANALISIS TURBIN JENIS ULIR ARCHIMEDES  
PADA PLTA..... 179**

*Muhammad Noviansyah Nugraha, S.Tr.T., M.Tr.T. (Politeknik  
Negeri Sriwijaya)*

**BAB IV**

**DEDIKASI IPA DI MASYARAKAT ..... 187**

**MENJAGA KELESTARIAN EKOSISTEM PERAIRAN  
RAWA ..... 188**

*Dr. Ir. Pahmi Ansyari, M.S. (Universitas Lambung Mangkurat)*

**PEMANFAATAN JAMUR DALAM PENGEMBANGAN  
PANGAN LOKAL UNTUK Mendukung P5 DI SMA N 1  
AMARASI BARAT..... 195**

*Asmiati, S.Si., M.Sc. (Universitas Muhammadiyah Kupang)*

**PELATIHAN PEMBUATAN PUPUK ORGANIK KEPADA  
MAHASISWA BIOLOGI..... 201**

*Firga Nabila Lige, S.Pd., M.Si. (Universitas Muhammadiyah  
Luwuk Banggai)*

**PEMANFATAN DAN PEMBUDIDAYAAN TANAMAN  
OBAT TRADISIONAL UNTUK MENINGKATKAN  
SISTEM IMUN BAGI MASYARAKAT DESA PUSU  
KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN ..... 206**

*Meti O. F. I. Tefu, S.Pd., M.Si. (Institut Pendidikan Soe)*

**ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH DI DESA  
BONGGANAN KECAMATAN TINANGKUNG  
KABUPATEN BANGGAI KEPULAUAN ..... 213**

*Zainnal Muarif Mambuhu (Universitas Muhammadiyah Luwuk)*

**BAHAYA PAPARAN MIKROPLASTIK TERHADAP  
ORGANISME EKOSISTEM PESISIR PANTAI DI BANAWA  
SELATAN..... 219**

*Abd. Rauf, S.Pd., M.Pd. (Universitas Tadulako)*

**THE POWER OF ONE: BAGAIMANA SATU BENIH  
BERKUALITAS MENENTUKAN NASIB SATU HEKTAR  
HUTAN..... 226**

*Ir. Dewi Wahyuni, S.P., M.Si. (Universitas Tadulako)*

|                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>PENGINDERAAN JAUH SEBAGAI INSTRUMEN ILMIAH<br/>UNTUK KONSERVASI DAN REHABILITASI<br/>MANGROVE.....</b> | <b>232</b> |
| <i>Guido Roberto Jerun Parera, S.Pi., M.Si. (Universitas Nusa Nipa)</i>                                   |            |



# **BAB I**

## **TRANSFORMASI PEMBELAJARAN BIOLOGI**



# POLA-POLA HEREDITAS

***Tuti Liana, M.Pd.<sup>1</sup>***  
***(Universitas Al-Muslim)***

*“Pola-pola hereditas adalah cara pewarisan sifat dari induk kepada keturunannya melalui gen yang terdapat di dalam kromosom. Pola ini menjelaskan bagaimana alel diwariskan dan bagaimana sifat atau ciri-ciri fisik (fenotipe) muncul pada makhluk hidup”*

Genetika merupakan salah satu cabang biologi yang mempelajari tentang pewarisan sifat dari induk kepada keturunannya. Proses ini dikenal dengan istilah hereditas. Dalam kehidupan sehari-hari, manusia sering menjumpai perbedaan sifat fisik maupun fisiologis antar individu yang sebenarnya diwariskan melalui mekanisme genetik yang kompleks. Salah satu tokoh penting yang berjasa dalam mengungkap prinsip dasar hereditas adalah Gregor Johann Mendel, seorang biarawan Austria yang melakukan percobaan dengan kacang ercis (*Pisum sativum*) (Suryo, 2003).

---

<sup>1</sup> Penulis lahir di Neuheun, 02 Februari 1980, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Almuslim, menyelesaikan studi S1 FKIP Universitas Almuslim tahun 2007, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Pendidikan Biologi USK Banda Aceh tahun 2013, dan sekarang sedang menempuh S3 Doktor Pendidikan Pascasarjana USK Banda Aceh sejak tahun 2023.

Pola-pola hereditas mencakup cara bagaimana sifat-sifat tersebut diturunkan dan bagaimana interaksi gen-gen tertentu dapat memengaruhi fenotipe makhluk hidup. Selain pola mendel yang klasik, ditemukan pula berbagai pola pewarisan non-mendel seperti kodominansi, dominansi tidak sempurna, hingga pewarisan sifat terkait kelamin. Semua itu merupakan fondasi utama dalam memahami penyakit keturunan, pemuliaan makhluk hidup, serta aplikasi genetika modern seperti rekayasa genetika dan terapi gen (Griffiths et al., 2012).

Perkembangan ilmu genetika saat ini memungkinkan manusia untuk memahami struktur DNA, cara kerja gen, dan dampak mutasi terhadap organisme. Hal ini menjadikan studi tentang pola hereditas semakin relevan dalam berbagai bidang, mulai dari kedokteran, pertanian, hingga forensik. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai pola-pola hereditas sangat penting, terutama bagi mahasiswa biologi dan bidang kesehatan (Campbell & Reece, 2008).

## Pengertian Pola-Pola Hereditas

**Pola-pola hereditas** adalah cara atau mekanisme pewarisan sifat-sifat genetik dari satu generasi ke generasi berikutnya, melalui gen yang terdapat pada kromosom. Pola ini menggambarkan bagaimana alel (bentuk alternatif dari suatu gen) berinteraksi dan diwariskan, serta bagaimana interaksi tersebut memengaruhi penampakan fisik (fenotipe) suatu organisme (Campbell & Reece, 2008).

Secara umum, pola hereditas terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu **pola pewarisan Mendel** dan **non-Mendel**. Pola Mendel mengikuti prinsip hukum segregasi dan asortasi bebas yang pertama kali dijelaskan oleh Gregor Mendel melalui eksperimennya pada tanaman kacang ercis (*Pisum sativum*) (Suryo, 2003). Sementara itu, pola non-Mendel meliputi variasi pewarisan yang lebih kompleks, seperti kodominansi,

dominansi tidak sempurna, pleiotropi, gen letal, epistasis, serta pewarisan terkait kromosom kelamin dan lingkungan (Griffiths et al., 2012).

Pola-pola ini penting untuk dipahami karena menjadi dasar dalam menjelaskan berbagai fenomena biologis, seperti perbedaan fenotipe dalam satu spesies, warisan penyakit genetik, dan mekanisme seleksi dalam evolusi. Dengan memahami pola hereditas, kita dapat memprediksi peluang munculnya sifat tertentu pada keturunan serta menerapkannya dalam bidang pemuliaan tanaman, kedokteran, dan bioteknologi (Pierce, 2017).

## **Sejarah Penemuan Pola-Pola Hereditas oleh Gregor Mendel**

Ilmu hereditas dimulai dari penelitian Gregor Johann Mendel pada tahun 1856 hingga 1863 menggunakan tanaman kacang ercis (*Pisum sativum*). Dalam percobaannya, Mendel menyilangkan tanaman dengan sifat berbeda dan mengamati pola pewarisannya selama beberapa generasi (Suryo, 2003). Ia menyusun dua hukum penting yang kemudian menjadi dasar genetika klasik. Hasil penelitian Mendel sempat tidak dikenal hingga ditemukan kembali pada awal abad ke-20 oleh ilmuwan Hugo de Vries, Carl Correns, dan Erich von Tschermak, yang secara terpisah menemukan prinsip pewarisan yang sama (Russell, 1992).

## **Eksperimen Tanaman Kacang Ercis (*Pisum sativum*)**

Dalam penelitiannya, Mendel memilih tanaman kacang ercis (*Pisum sativum*) karena memiliki sejumlah keunggulan eksperimental: mudah ditanam, memiliki siklus hidup pendek, serta menghasilkan keturunan dalam jumlah besar. Yang paling penting, tanaman ini memiliki banyak **sifat dikotomi (berlawanan jelas)** seperti warna bunga (ungu dan putih),

bentuk biji (bulat dan keriput), warna biji (kuning dan hijau), bentuk polong (halus dan kasar), serta tinggi tanaman (tinggi dan pendek), yang memudahkan pengamatan terhadap pola pewarisan (Suryo, 2003).

Mendel memulai eksperimennya pada tahun 1856 dan terus melanjutkannya hingga 1863. Ia menyilangkan dua tanaman dengan sifat berbeda (misalnya tinggi dan pendek), dan kemudian mengamati sifat-sifat yang muncul pada generasi pertama (F1) dan generasi kedua (F2). Dalam persilangan monohibrid antara tanaman tinggi (homozigot dominan, TT) dan tanaman pendek (homozigot resesif, tt), seluruh keturunan F1 berpenampilan tinggi (heterozigot, Tt), menunjukkan adanya **dominansi alel** tinggi terhadap alel pendek (Pierce, 2017).

Selanjutnya, saat F1 disilangkan sesama (Tt × Tt), keturunan F2 menunjukkan perbandingan fenotipe 3:1, yaitu tiga tanaman tinggi dan satu tanaman pendek. Dari hasil ini, Mendel menyimpulkan bahwa faktor keturunan tidak hilang atau tercampur, melainkan tetap eksis dan dapat muncul kembali dalam generasi berikutnya (Campbell & Reece, 2008). Dalam persilangan dihibrid yang melibatkan dua sifat (misalnya bentuk biji dan warna biji), Mendel memperoleh rasio fenotipe F2 sebesar **9:3:3:1**, yang kemudian membuktikan bahwa pewarisan dua sifat yang berbeda berlangsung secara **independen** selama gen-gen tersebut tidak terletak pada kromosom yang sama (Griffiths et al., 2012).

### Persilangan Monohibrid dan Hukum Segregasi

Persilangan monohibrid merupakan persilangan antara dua individu yang memiliki genotipe berbeda namun hanya pada **satu sifat atau karakter** tertentu. Sifat ini dikendalikan oleh satu pasang alel. Persilangan ini bertujuan untuk

mempelajari **bagaimana alel diturunkan dari generasi ke generasi**, dan bagaimana sifat-sifat fenotipik muncul sebagai hasil dari kombinasi genotipik (Campbell & Reece, 2008). Contoh paling klasik dari persilangan monohibrid adalah eksperimen Gregor Mendel dengan tanaman ercis (*Pisum sativum*), terutama ketika ia menyilangkan tanaman berbunga ungu dan putih, atau tanaman tinggi dan pendek. Melalui persilangan ini, Mendel menyusun dasar dari hukum pertama pewarisan sifat, yang dikenal sebagai **Hukum Segregasi** (*Law of Segregation*) (Pierce, 2017).

### Dasar Teori: Hukum Segregasi Mendel

Gregor Mendel merumuskan **Hukum Segregasi** setelah mengamati bahwa sifat resesif yang tidak muncul pada generasi F1 tetap diwariskan dan muncul kembali pada generasi F2 dalam pola yang konsisten. Hukum ini menyatakan bahwa setiap individu memiliki sepasang alel untuk setiap sifat, dan selama pembentukan gamet, alel tersebut **bersegregasi secara acak** sehingga setiap gamet hanya membawa satu alel (Suryo, 2003). Secara genetik, hal ini dijelaskan oleh peristiwa **pemisahan kromosom homolog** pada saat meiosis I, yang menyebabkan alel dari pasangan gen terpisah ke dalam gamet yang berbeda.

### Eksperimen Klasik Mendel: Warna Bunga

Dalam eksperimen warna bunga, Mendel menyilangkan tanaman berbunga ungu (homozigot dominan: **PP**) dengan tanaman berbunga putih (homozigot resesif: **pp**). Hasil eksperimennya adalah sebagai berikut

#### Generasi Parental (P)

- Induk 1: Bunga ungu (PP)
- Induk 2: Bunga putih (pp)

### **Generasi Pertama (F1)**

- Semua keturunan: Pp (heterozigot), dengan fenotipe ungu
- Rasio fenotipe: 100% ungu

### **Generasi Kedua (F2)**

- Hasil persilangan: Pp × Pp
- Genotipe F2: 1 PP : 2 Pp : 1 pp
- Fenotipe F2: 3 bunga ungu : 1 bunga putih

### **Daftar Pustaka**

- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2008). *Biology* (8th ed.). Pearson Education.
- Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J. (2012). *Introduction to Genetic Analysis*. W.H. Freeman.
- Pierce, B. A. (2017). *Genetics: A Conceptual Approach* (6th ed.). W.H. Freeman.
- Russell, P. J. (1992). *Genetics*. HarperCollins College Publishers.
- Suryo. (2003). *Genetika: Dasar Ilmu Pewarisan Sifat*. Gadjah Mada University Press.



# PEMANFAATAN AWETAN KERING TANAMAN CRIPTOGAMAE DAN PHANEROGAMAE DALAM PROSES PEMBELAJARAN BIOLOGI

*Dr. Rahmadina, M.Pd.<sup>2</sup>*  
*(Universitas Islam Negeri Sumatera Utara)*

*“Keanekaragaman tumbuhan akan tetap terjaga kelestariannya melalui awetan pada tanaman yang dapat dilakukan secara kering ataupun basah”*

Pembelajaran biologi memiliki peranan penting dalam membentuk pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep ilmiah dan penguasaan keterampilan praktis. Salah satu topik yang relevan dalam pembelajaran biologi adalah determinasi tumbuhan, herbarium, dan teknik ecoprint (Ulfa, 2023). Herbarium, di sisi lain, berfungsi sebagai media pengawetan spesimen tumbuhan yang tidak hanya mendukung

---

<sup>2</sup> Penulis lahir di Medan, 23 Mei 1986. Penulis merupakan dosen di UIN Sumatera Utara. Penulis menempuh Pendidikan Sarjana di Universitas Negeri Medan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada program studi Pendidikan Biologi (2008), Pendidikan program magister di Universitas Negeri Medan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada Program Studi Pendidikan Biologi (2013), Pendidikan doctoral di Universitas Sumatera Utara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Ilmu Biologi (2024).



penelitian ilmiah, tetapi juga pendidikan biologi (Hafida et al., 2020). Penggunaan herbarium sebagai media pembelajaran tidak hanya memperkuat pemahaman mereka terhadap morfologi tumbuhan, tetapi juga meningkatkan keterampilan praktis dalam pengumpulan dan pengawetan spesimen (Dikrullah et al., 2018).

Adapun ecoprint adalah teknik inovatif yang menggunakan bahan alami untuk mencetak motif pada kain, sehingga menciptakan peluang pembelajaran kreatif yang juga ramah lingkungan (Hikmah & Retnasari, 2021). Selain itu, teknik ecoprint memperkaya pengalaman belajar dengan mengintegrasikan seni dalam pembelajaran biologi, sehingga mahasiswa dapat memahami materi secara lebih kreatif dan aplikatif (Faridatun, 2022). Teknik ecoprint juga memiliki nilai keberlanjutan, sebagaimana dijelaskan oleh Yaseen dan Scholz (2018). Dengan memanfaatkan bahan alami dan mengurangi penggunaan bahan kimia sintesis, ecoprint mendorong kesadaran mahasiswa terhadap isu- isu lingkungan dan keberlanjutan (Hikmah & Retnasari, 2021).

Dalam pembelajaran biologi, teknik ini menawarkan dimensi baru yang menggabungkan keterampilan analitis dan estetika, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang unik dan bermakna (Faridatun, 2022). Integrasi media ecoprint ke dalam pembelajaran juga memberikan nilai tambah melalui pengembangan keterampilan praktis, seperti mengenali jenis tumbuhan yang memiliki kandungan pigmen tertentu. Mahasiswa belajar menciptakan produk berbasis ramah lingkungan, yang tidak hanya melibatkan aspek morfologi tumbuhan tetapi juga menanamkan apresiasi terhadap keanekaragaman hayati lokal dan potensinya untuk dimanfaatkan secara berkelanjutan. Bimbingan bikin ekoprint itu nggak cuma bermanfaat buat aspek belajar saja, akan tetapi juga dapat membentuk sikap peduli lingkungan (Subekti, 2025).

Ekoprint menggunakan proses pencetakan kain mudah dan tidak membuat rusak lingkungan, di mana seni digabungkan dengan bahan alami seperti daun, bunga, atau tanaman lain yang menghasilkan motif dan gambar yang cantik di kain. sehingga bisa jadi salah satu opsi bisnis di bidang mode yang cukup menarik. Salah satunya bisnis fashion yang bisa dikerjain oleh siapa saja. Zaman digital dapat membuat semua jadi lebih mudah, salah satunya promosi bisnis fashion lewat medsos. Medsos juga bantu para pebisnis fashion buat ngecek tren apa yang lagi hits di mata konsumen (Zakiyah, 2025).

Proses dalam pembuatan ecoprint ini mencakup pemilihan sampel daun, penyusunan daun di atas kain totebag, pengikatan, pemanasan dengan uap, serta penguncian warna menggunakan mordant alami. Proses ini menggunakan berbagai macam daun dan bunga, kayak daun pakis, daun miana, daun lonjong kecil, plus bunga ungu muda. Lewat proses mordanting, susunan daun, pembungkusan, dan dikukus sekitar sejam, ternyata mayoritas pigmen dari tanaman itu berhasil menempel ke totebag. Dari hasilnya, daun pakis yang bikin motif paling tajam. Bentuk urat daunnya, tatanan anak daun, bahkan teksturnya kelihatan jelas banget. Ini karena daun pakis punya struktur yang tangguh dan penuh pigmen, jadi warnanya gampang keluar pas ditekan dan kena uap panas.

Penggunaan herbarium sebagai media utama membantu mahasiswa dalam mengamati karakteristik morfologi tumbuhan secara mendalam, sementara kegiatan ecoprint memberikan pengalaman belajar kreatif yang menanamkan apresiasi terhadap keanekaragaman hayati dan keberlanjutan lingkungan. Penggunaan herbarium ini dapat dilakukan dengan menggunakan pengawetan kering dalam bentuk media resin. Media resin dapat mengawetkan tumbuhan dan juga hewan dalam waktu yang cukup lama selama proses awetannya dapat dilakukan sesuai takarannya.

Resin merupakan salah satu eksudat (getah) yang dikeluarkan oleh banyak jenis tetumbuhan, terutama oleh jenis – jenis pohon runjung (*konifer*). Getah ini biasanya membeku, lambat atau segera, dan membentuk massa yang keras dan, sedikit banyak, transparan. Resin dipakai orang terutama sebagai bahan pernis makanan, bahan campuran dupa dan parfum, serta sebagai sumber bahan mentah bagi bahan – bahan organik olahan. Resin telah digunakan orang sezak zaman purba, sebagaimana yang dicatat oleh *Theophrastus* dari Yunani dan *plinius* dari Romawi kuno.

Beberapa spesimen tumbuhan maupun hewan dapat diawetkan dalam bentuk blok resin (Bioplastik). Spesimen yang diawetkan dalam blok resin tidak terlampaui kecil ukurannya dan tidak rusak strukturnya dalam kondisi yang kering. Adapun bahan utama yang digunakan untuk pengawetan dalam media resin tersebut berupa cairan yang biasanya digunakan dalam pembuatan fiberglass, pin, gantungan kunci, piala dan berbagai cinderamata yang lain. Resin merupakan zat yang dihasilkan melalui proses eksudasi pada tumbuhan, baik secara alami maupun melalui rekayasa, yang umumnya berbentuk padat, mengkilap, dan memiliki tampilan mulai dari bening hingga kusam. Bahan ini dapat meleleh serta mudah terbakar ketika terkena panas, sehingga menghasilkan asap dan aroma khas (Atmadi, Tunjung, et al. 2023).

Salah satu langkah penting untuk mencapai pembangunan berkelanjutan, sesuai dengan Sustainable Development Goals, adalah dengan membangun karakter yang peduli terhadap lingkungan. Melalui pendidikan yang terus-menerus, pengembangan karakter seperti ini bisa diterapkan dengan lebih efektif. Menggunakan bahan-bahan alami dari tanaman Criptogamae dan Phanerogamae yang ada di daerah setempat dalam pembuatan awetan kering memiliki dua keuntungan utama, yakni bisa bikin karya seni yang ramah lingkungan dan

membantu siswa lebih paham soal tradisi lokal plus keragaman hayati di sekitar mereka. Mereka bisa sekaligus belajar sains, matematika, dan seni dalam satu aktivitas yang saling terhubung. Akhirnya, cara ini bikin proses belajar jadi lebih utuh dan punya makna yang dalam (Fransiska et al, 2023).

## Daftar Pustaka

- Atmadi, Tunjung, et all. 2023. Pelatihan Kerajinan Tangan Dari Bahan Rajutan dan Resin. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia (JPMI)*. Vol. (3)(3). Hal. 377-390.
- Dikrullah, D., Rapi, M., & Jamilah, J. (2018). Pengembangan herbarium book sebagai media pembelajaran biologi pada mata kuliah struktur tumbuhan tinggi. *Jurnal Biotek*, 6(1), 15-25.
- Faridatun. (2022). Ecoprint; Cetak Motif Alam Ramah Lingkungan. *Jurnal Prakarsa Paedagogia*. 5(1), 230-234.
- Fransiska, F., Sudarto, S., & Adpriyadi, A. (2023). Implementasi Ecoprint Menggunakan Teknik Pounding Pada Fase Fondasi (5-6 Tahun) DI TK Santa Maria Sintang. *Jurnal Pendidikan Dasar Perkhasa*. 9(2), 594-611.
- Hafida, S. H. N., Ariandi, A. P., Ismiyatin, L., Wulandari, D. A., Reygina, N., Setyaningsih, T., Setyawati, L., Sochiba, S. L., & Khoirul Amin, M. A. (2020). Pengenalan etnobotani melalui pembuatan herbarium kering di lingkungan sekolah MI Muhammadiyah Plumbon, Wonogiri. *Buletin KKN Pendidikan*, 2(2), 79-83.
- Hikmah, R dan Dian Retnasari. (2021). Ecoprint Sebagai Alternatif Peluang Usaha Fashion Yang Ramah Lingkungan. *Journal UNY*.
- Nuraida, N., Suraida, Nurlinda, & Susanti, T. (2023). Herbarium book: Learning media in medicinal plants lecture. *Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*, 6(1), 34-46.

- Subekti,A.,et al. (2025). Optimalisasi Bahan Alam Lokal Dalam Pendampingan Pembuatan Ekoprint Bagi Siswa Sekolah Dasar Sebagai Upaya Penguat Karakter Peduli Lingkungan. *Jurnal Inovasi dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(1),1-7.
- Ulfa, S. W. (2023). *Modul praktikum botani cryptogamae*. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Yaseen, J. K. D. A., & Scholz, M. (2018). Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: A critical review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 1193–1226.
- Zakiah, et al. (2025). Merajut Kemandirian Dengan Bimbingan Produksi dan Pemasaran Syariah Batik Ecoprint Pada Kelompok Wanita Keluarga Pra Sejahtera Di Loktrabat Utara Banjarbaru. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 10(3), 676-682.



# TRANSFORMASI PEMBELAJARAN BIOLOGI ABAD KE-21 MELALUI PENDEKATAN STEM INTERDISIPLINER

*Nurjannah, S.Si.,M.Si.<sup>3</sup>*  
*(Universitas Muhammadiyah Kupang)*

*“Pendekatan STEM interdisipliner mentransformasi pembelajaran biologi abad ke-21 untuk menguatkan berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah peserta didik.”*

Pembelajaran biologi merupakan pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar secara langsung dan bermakna untuk mengembangkan kompetensi siswa agar lebih memahami alam sekitar. Pembelajaran biologi mencakup konsep, gejala, proses kehidupan yang ada di sekitar yang berhubungan erat dengan kehidupan sehari-hari baik berhubungan dengan manusia itu sendiri, hewan, tumbuhan, mikroorganisme dengan lingkungannya. Pembelajaran yang sering digunakan dalam proses berlangsungnya pembelajaran

---

<sup>3</sup> Penulis lahir di Kupang, 02 September 1986, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Kupang, menyelesaikan studi S1 di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Nusa Cendana tahun 2011, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Biologi FMIPA Universitas Brawijaya Malang tahun 2016.

biologi adalah pembelajaran konvensional, dimana guru hanya menjelaskan secara lisan bagaimana konsep, fakta dan proses materi biologi pada siswa sehingga tidak menggambarkan dengan baik. Hal ini membuat siswa menjadi tidak aktif selama proses pembelajaran karena proses pembelajaran bersifat *teacher center* (Syarah et al., 2021).

Abad ke-21 memiliki tuntutan dan tantangan bagi dunia pendidikan. Abad ke-21 menuntut siswa untuk memiliki kemampuan kecakapan hidup karena siswa bukan hanya bersaing di negaranya, namun dengan negara lainnya. Keterampilan abad ke-21 membuat dunia pendidikan untuk menyiapkan generasi masa depan, siap menghadapi kehidupan di era serba kompetitif ini. Dalam kegiatan pembelajaran di Abad ke-21 harus benar-benar mampu mencetak siswa yang memiliki kualitas dan daya saing di dunia global. Sejalan dengan keterampilan yang perlu dimiliki tersebut, maka *Assesment and Teaching for 21st Century Skills (ATC21S)* mengelompokkan kecakapan abad ke-21 dalam 4 (empat) kategori, diantaranya adalah cara berpikir kritis, kreatif dan inovatif, komunikasi, dan kolaboratif. Pendidikan biologi di abad ke-21 berkembang melalui strategi inovatif yang mengintegrasikan teknologi, pendekatan interdisipliner, dan aplikasi dunia nyata. Metodologi utama meliputi Pembelajaran Berbasis Proyek, Pembelajaran Berbasis Masalah, dan Pembelajaran Inkuiri, yang mendorong pemikiran kritis dan kolaborasi di antara siswa (Rose et al., 2024).

Berbagai pendekatan dapat digunakan untuk memfasilitasi peserta didik menganalisis konsep-konsep penting di dunia nyata dalam merangsang keterampilan-keterampilan abad-21. Salah satunya dengan menggunakan pendekatan berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM penting karena pendekatan ini menuntut peserta didik untuk memecahkan masalah yang muncul pada kehidupan sehari-hari serta peserta

didik dilatih untuk menjadi pribadi yang mampu menangani permasalahan dan belajar akan hal baru, mampu menghasilkan solusi-solusi kreatif, berpikir logis dan menjadi seseorang yang literat terhadap teknologi.

Pendekatan STEM relevan dalam pengajaran biologi karena mendorong pembelajaran interdisipliner, meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, dan mempersiapkan pendidik masa depan untuk secara efektif mengintegrasikan prinsip-prinsip ilmiah ke dalam praktik pendidikan. Pendekatan STEM meningkatkan pengajaran biologi dengan menumbuhkan pemikiran kritis, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah, memungkinkan siswa untuk secara sistematis mengatasi tantangan kehidupan nyata melalui disiplin ilmu yang saling berhubungan (Julita et al., 2022a). Pendekatan STEM meningkatkan pengajaran biologi dengan mengintegrasikan pengetahuan lintas disiplin ilmu, mendorong pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan inovasi, sambil mempromosikan kemampuan operasional siswa dan tanggung jawab sosial dalam konteks dunia nyata.

Pendekatan pendidikan STEM menumbuhkan pemahaman yang lebih dalam tentang disiplin ilmu yang saling berhubungan, termasuk biologi, dengan memadukan konsep teoritis dengan aplikasi dunia nyata. Metode interdisipliner ini mendorong pembelajaran langsung, kegiatan berbasis proyek, dan kerja tim kolaboratif yang penting untuk memahami konsep biologis yang kompleks. Dengan memanfaatkan metode pembelajaran sosial dan terletak, siswa dapat menghubungkan pengetahuan lintas disiplin ilmu, meningkatkan pemahaman konseptual mereka dan mempersiapkan mereka untuk tantangan tenaga kerja abad ke-21 di bidang biologi. Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran biologi meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep biologis yang kompleks dengan mengintegrasikan metode pengajaran interaktif seperti kegiatan proyek, penelitian eksperimental,



dan pembelajaran berbasis masalah. Metode-metode ini menumbuhkan kreativitas, pemikiran kritis, dan keterampilan analitis, membuat pembelajaran lebih menarik dan relevan. Selain itu, koneksi interdisipliner meningkatkan motivasi dan kemampuan beradaptasi siswa, memungkinkan peserta didik untuk mendekati konsep biologis dari berbagai perspektif. Pendekatan STEM secara signifikan meningkatkan hasil pembelajaran sains siswa di berbagai tingkat pendidikan. Dengan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika, siswa mengembangkan keterampilan kritis seperti kerja sama, komunikasi, kreativitas, dan pemikiran tingkat tinggi. Pendekatan holistik ini sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep biologis yang kompleks, karena mendorong keterlibatan aktif dan penerapan pengetahuan, yang pada akhirnya mengarah pada pemahaman dan retensi materi yang lebih baik dalam konteks pendidikan abad ke-21 (Putri et al., 2023).

Penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran biologi meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa termasuk pemikiran kritis dan kreatif dengan mengintegrasikan masalah kehidupan nyata dan mendorong penyelidikan ilmiah, sehingga melengkapi mereka dengan keterampilan untuk abad ke-21. Pendekatan STEM dalam pembelajaran biologi secara efektif meningkatkan pemikiran kritis siswa dan hasil pembelajaran kognitif dengan melibatkan mereka dalam diskusi, pengalaman, dan pemecahan masalah, sehingga menumbuhkan kreativitas dan rasa ingin tahu yang penting untuk pengembangan keterampilan abad ke-21. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pembelajaran ilmiah berbasis STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Pendekatan ini, melibatkan pengalaman langsung dan pemecahan masalah dunia nyata sehingga efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa dan membuatnya relevan untuk pendidikan abad ke-21 dalam biologi (Astawan et al., 2023).

Selain itu, mengintegrasikan Pembelajaran Berbasis Masalah Berorientasi Proyek (PopBL) dalam pendidikan STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan kritis, termasuk pemecahan masalah dan pemikiran kreatif, dengan membenamkan siswa dalam pengalaman pemecahan masalah kehidupan nyata, sehingga meningkatkan keterampilan abad ke-21 mereka secara keseluruhan (AlAli, 2024).

Pendekatan STEM secara signifikan meningkatkan keterampilan siswa abad ke-21, terutama dalam komunikasi dan kolaborasi. Dengan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran biologi, siswa terlibat dalam proyek dan diskusi kolaboratif, mendorong komunikasi yang efektif. Penelitian ini menyoroti bahwa pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemikiran kritis tetapi juga mempromosikan kerja tim dan kemampuan untuk mengartikulasikan ide-ide dengan jelas, penting untuk mengatasi tantangan abad ke-21 (Lafifa et al., 2023). Proyek pembelajaran STEM secara signifikan meningkatkan kolaborasi siswa dan keterampilan komunikasi, yang penting untuk kompetensi abad ke-21. Siswa menunjukkan kinerja tertinggi dalam kolaborasi, menunjukkan bahwa pendekatan STEM secara efektif mendorong kerja tim dan komunikasi yang terampil. Dengan demikian, Pendekatan STEM dalam pembelajaran biologi secara signifikan meningkatkan keterampilan kolaboratif dan komunikasi siswa dengan menumbuhkan kerja tim dan saling ketergantungan di antara teman sebaya. Integrasi teknologi, seperti forum diskusi online dan lingkungan virtual, lebih lanjut mendukung keterampilan ini dengan memfasilitasi komunikasi di berbagai latar belakang. Persiapan ini sangat penting untuk mengatasi tantangan abad ke-21 yang kompleks, karena siswa belajar untuk bekerja sama dan berbagi pengetahuan dengan cara yang inovatif (Pasani & Amelia, 2023).

## Daftar Pustaka

- AlAli, R. (2024). Enhancing 21st Century Skills Through Integrated Stem Education Using Project-Oriented Problem-Based Learning. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 53(2), 421–430. <https://doi.org/10.30892/gtg.53205-1217>
- Astawan, I. G., Suarjana, I. M., Werang, B. R., Asaloei, S. I., Sianturi, M., & Elele, E. C. (2023). STEM-Based Scientific Learning and Its Impact on Students' Critical and Creative Thinking Skills: An Empirical Study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i3.46882>
- Julita, W., Fitri, R., & Arsih, F. (2022a). Meta-Analysis: The Effect of Implementing the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Approach on Biology Learning. *Journal Of Digital Learning And Education*, 2(3), 178–186.
- Lafifa, F., Rosana, D., Suyanta, Nurohman, S., & Astuti, S. rejeki D. (2023). Integrated STEM Approach to Improve 21st Century Skills in Indonesia: A Systematic Review. *International Journal of STEM Education for Sustainability*.
- Pasani, C. F., & Amelia, R. (2023, November 24). *Developing Collaborative Skills through STEM Approach*. SciSpace - Paper; IntechOpen.
- Putri, F. A., Usmeldi, & Asrizal. (2023). The Effect of the STEM Approach on Improving Students' Science Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), Article 11.
- Rose, A. E., Nency, A., Sudira, E., Haria, Y., & Suryanda, A. (2024). Strategi Inovatif Pembelajaran Eksplorasi Strategi Inovatif Pembelajaran Biologi di Abad 21: Strategi Inovatif Pembelajaran Biologi di Abad 21. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(1), Article 1. 70

Syarah, M. M., Rahmi, Y. L., & Darussyamsu, R. (2021). Analisis Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Biologi. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), 236–243. 0



# TANTANGAN DAN INOVASI DALAM EVALUASI PEMBELAJARAN BIOLOGI ABAD 21

*Alwia Samaduri, S.Pd., M.Pd.<sup>4</sup>*  
*(Universitas Muhammadiyah Luwuk)*

“Evaluasi pembelajaran biologi abad ke-21 menuntut inovasi asesmen autentik, berbasis teknologi, untuk mengembangkan kompetensi berpikir ilmiah peserta didik”

Perubahan paradigma pendidikan pada abad ke-21 ditandai oleh tuntutan penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi, literasi sains, kemampuan pemecahan masalah, kreativitas, kolaborasi, serta pemanfaatan teknologi digital secara efektif. Perkembangan tersebut membawa implikasi yang signifikan terhadap proses pembelajaran dan evaluasi pembelajaran, termasuk dalam bidang biologi. Evaluasi pembelajaran tidak lagi dipahami sekadar sebagai alat untuk mengukur capaian hasil belajar akhir, melainkan sebagai bagian integral dari proses pembelajaran yang berfungsi untuk memantau, menilai, dan meningkatkan kualitas pembelajaran secara berkelanjutan.

---

<sup>4</sup> Penulis lahir di Mamping, 20 Maret 1996, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Luwuk, menyelesaikan studi S1 di Pendidikan Biologi FKIP UNTAD tahun 2017, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Pendidikan SAINS Konsentrasi Pendidikan Biologi UNTAD tahun 2020.

Dalam pembelajaran biologi, evaluasi memiliki peran strategis karena biologi tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga pengembangan keterampilan proses sains, berpikir ilmiah, sikap ilmiah, dan kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks kehidupan nyata. Oleh karena itu, evaluasi pembelajaran biologi abad ke-21 harus dirancang secara komprehensif, autentik, dan inovatif agar mampu menggambarkan kompetensi peserta didik secara utuh.

Seiring dengan berkembangnya kurikulum yang berorientasi pada kompetensi, pendidik biologi dihadapkan pada berbagai tantangan dalam merancang dan melaksanakan evaluasi pembelajaran yang relevan dengan tuntutan zaman. Pada saat yang sama, kemajuan teknologi digital membuka peluang munculnya berbagai inovasi evaluasi pembelajaran. Bab ini membahas secara mendalam tantangan yang dihadapi dalam evaluasi pembelajaran biologi abad ke-21 serta berbagai inovasi yang dapat diterapkan sebagai solusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

## **A. Hakikat Evaluasi Pembelajaran Biologi Abad ke-21**

Evaluasi pembelajaran biologi abad ke-21 berlandaskan pada pendekatan penilaian autentik dan berorientasi pada pengembangan kompetensi peserta didik secara holistik, meliputi ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Evaluasi tidak hanya menilai apa yang diketahui peserta didik, tetapi juga bagaimana peserta didik memperoleh pengetahuan, menerapkan konsep, berpikir kritis, serta menunjukkan sikap dan nilai ilmiah dalam proses pembelajaran.

Pendekatan evaluasi modern menempatkan asesmen sebagai bagian dari proses pembelajaran (*assessment as learning* dan *assessment for learning*), bukan semata-mata sebagai penilaian hasil belajar (*assessment of learning*). Dalam konteks pembelajaran biologi, evaluasi diharapkan mampu

mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*), keterampilan proses sains, literasi sains, serta kemampuan peserta didik dalam melakukan investigasi ilmiah dan pemecahan masalah berbasis konteks nyata.

Selain itu, evaluasi pembelajaran biologi abad ke-21 juga menekankan pentingnya penggunaan berbagai teknik dan instrumen penilaian yang beragam, seperti tes tertulis berbasis HOTS, penilaian kinerja, proyek, portofolio, eksperimen laboratorium, serta penilaian diri dan penilaian antarteman. Keberagaman instrumen ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai perkembangan belajar peserta didik.

## **B. Tantangan dalam Evaluasi Pembelajaran Biologi Abad ke-21**

### **1. Dominasi Penilaian Kognitif Tingkat Rendah**

Salah satu tantangan utama dalam evaluasi pembelajaran biologi adalah masih dominannya penggunaan instrumen penilaian yang berfokus pada kemampuan mengingat dan memahami konsep secara faktual. Penilaian semacam ini belum sepenuhnya mampu mengukur kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif yang menjadi tuntutan pembelajaran abad ke-21.

### **2. Keterbatasan Kompetensi Pendidik dalam Asesmen Inovatif**

Tidak semua pendidik biologi memiliki pemahaman dan keterampilan yang memadai dalam merancang instrumen evaluasi berbasis HOTS, asesmen autentik, dan evaluasi berbasis proyek. Keterbatasan ini berdampak pada kurang optimalnya implementasi evaluasi pembelajaran yang selaras dengan tujuan kurikulum.

### 3. Kendala Integrasi Teknologi Digital

Meskipun teknologi digital menawarkan berbagai kemudahan dalam evaluasi pembelajaran, implementasinya masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan sarana dan prasarana, akses internet yang tidak merata, serta rendahnya literasi digital sebagian pendidik dan peserta didik.

### 4. Validitas, Reliabilitas, dan Objektivitas Penilaian

Evaluasi pembelajaran biologi yang melibatkan penilaian kinerja, proyek, dan portofolio memerlukan instrumen dan rubrik penilaian yang jelas, terstandar, dan teruji. Tanpa perencanaan yang matang, penilaian berpotensi menjadi subjektif dan kurang mencerminkan kemampuan peserta didik secara akurat.

## C. Inovasi dalam Evaluasi Pembelajaran Biologi Abad ke-21

### 1. Asesmen Autentik Berbasis Proyek dan Masalah

Asesmen autentik menekankan pada pemberian tugas yang merepresentasikan permasalahan nyata yang relevan dengan kehidupan peserta didik. Dalam pembelajaran biologi, asesmen berbasis proyek dan masalah, seperti penelitian sederhana, studi kasus lingkungan, dan proyek konservasi, mampu mengukur kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, serta keterampilan proses sains secara lebih komprehensif.

### 2. Evaluasi Pembelajaran Berbasis Teknologi Digital

Pemanfaatan teknologi digital, seperti *Learning Management System* (LMS), aplikasi kuis interaktif, e-portfolio, dan platform asesmen daring, menjadi inovasi penting dalam evaluasi pembelajaran biologi. Teknologi



memungkinkan proses evaluasi yang lebih fleksibel, efisien, transparan, serta memberikan umpan balik secara cepat dan berkelanjutan kepada peserta didik

### 3. Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis HOTS

Pengembangan instrumen penilaian yang mengacu pada indikator HOTS merupakan langkah strategis untuk meningkatkan kualitas evaluasi pembelajaran biologi. Instrumen ini dirancang untuk mengukur kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi peserta didik dalam memahami dan menerapkan konsep biologi.

### 4. Asesmen Formatif dan Reflektif Berkelanjutan

Asesmen formatif dilakukan secara berkelanjutan selama proses pembelajaran untuk memantau perkembangan belajar peserta didik. Melalui refleksi, diskusi, penilaian diri, dan penilaian antarteman, peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses evaluasi, sehingga mampu meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab terhadap proses belajarnya sendiri.

## **D. Implikasi bagi Pendidikan dan Pengajaran Biologi**

Penerapan evaluasi pembelajaran biologi abad ke-21 menuntut perubahan peran pendidik dari sekadar penilai hasil belajar menjadi fasilitator dan pengembang proses pembelajaran. Pendidik diharapkan mampu merancang evaluasi yang terintegrasi dengan strategi pembelajaran, memanfaatkan teknologi secara bijak, serta mengedepankan pengembangan keterampilan berpikir ilmiah dan karakter peserta didik.

Selain itu, lembaga pendidikan perlu memberikan dukungan melalui kebijakan, pelatihan profesional berkelanjutan, serta penyediaan sarana dan prasarana yang memadai. Dukungan tersebut sangat penting agar inovasi evaluasi pembelajaran biologi dapat diimplementasikan secara

optimal dan berkelanjutan.

Evaluasi pembelajaran biologi abad ke-21 menghadapi berbagai tantangan, mulai dari dominasi penilaian kognitif tingkat rendah hingga keterbatasan integrasi teknologi digital. Namun demikian, melalui penerapan inovasi asesmen autentik, evaluasi berbasis teknologi, penguatan instrumen HOTS, serta asesmen formatif berkelanjutan, tantangan tersebut dapat diatasi. Evaluasi pembelajaran yang dirancang secara komprehensif dan inovatif diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran biologi serta mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21 secara holistik.

### Daftar Pustaka

- Handayani, D., & Priyambodo, E. 2018. Pengembangan Asesmen Autentik Dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2), 151-162.
- Sani, R. A. 2019. Pembelajaran Berbasis HOTS Dan Asesmen Autentik. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 26(2), 75-86.
- Susanti, R., & Lestari, N. 2020. Evaluasi Pembelajaran Biologi Berbasis Keterampilan Abad Ke-21. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(3), 401-410.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A Comparative Analysis Of International Frameworks For 21st Century Competences. *Journal Of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321.



# PEMBELAJARAN GENETIKA INOVATIF: DARI SULIT MENJADI MENYENANGKAN

*Zulaikhah Dwi Jayanti, S.Pd., M.Pd.<sup>5</sup>  
(Universitas Tadulako Palu)*

*“Penerapan strategi pembelajaran yang tepat dan inovatif akan membantu mengubah persepsi peserta didik terhadap materi genetika dari “Sulit” menjadi “menyenangkan”*

## **A. Persepsi "Sulit" yang Muncul Dalam Pembelajaran Genetika**

Genetika adalah salah satu cabang ilmu biologi dengan karakteristik khusus yang membedakannya dari cabang keilmuan biologi lainnya seperti bersifat abstrak dan mikroskopis, memiliki hierarkis dan saling berhubungan, mengandung logika matematis, serta menggunakan simbol dan notasi khusus. Pembelajaran genetika dalam biologi memiliki peranan fundamental karena sebagai dasar pemahaman terhadap fenomena kehidupan dimulai dari pewarisan sifat, variasi genetik hingga evolusi dan bioteknologi modern. Meski

---

<sup>5</sup> Penulis lahir di Sausu, 09 Maret 1994, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) UNTAD Palu, menyelesaikan studi S1 di Prodi. Pendidikan Biologi FKIP UNTAD tahun 2015, dan menyelesaikan S2 pada Program Pascasarjana Prodi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang tahun 2018.

memiliki peran yang strategis, namun pembelajaran genetika seringkali dipandang sebagai salah satu materi yang paling menantang dan sulit dalam kurikulum biologi.

Pembelajaran genetika dipandang sebagai materi yang menantang dan sulit di perguruan tinggi karena memiliki materi dengan kompleksitas yang tinggi seperti gen, DNA, RNA, kromosom, pewarisan sifat dan variasi genetik ini dianggap sebagai materi abstrak yang sulit dipahami mereka secara mendalam. Salah satu temuan dari Faridah & Isnawati, 2025 menunjukkan bahwa peserta didik sering merasa bosan dan kesulitan ketika materi pembelajaran genetika tersebut diajarkan dengan metode konvensional tanpa pengalaman belajar yang melibatkan keaktifan mereka dalam proses pembelajaran.

Persepsi "sulit" terhadap pembelajaran genetika ini tidak muncul secara tiba-tiba, namun terbentuk melalui proses pengalaman belajar yang kurang bermakna. Pembelajaran dengan pembahasan yang menekankan pada rumus persilangan, simbol dan prosedur mekanistik tanpa mengaitkan secara kontekstual dengan kehidupan nyata akan membuat anak merasa tertekan dan kehilangan minat belajar (Sanjaya, 2020.) Proses pembelajaran dengan pendekatan tradisional banyak menekankan hafalan dan ceramah yang membuat pembelajaran menjadi pasif dan membosankan (Faridah & Isnawati, 2025). Sehingga hal ini berdampak pada hilangnya esensi pembelajaran genetika secara aktif melalui praktik, eksperimen dan eksplorasi fenomena secara kontekstual dalam kehidupan sehari-hari. Ketika proses ini berlangsung secara terus-menerus maka akan memunculkan persepsi tersebut.

## **B. Strategi Pembelajaran Inovatif Pada Materi Genetika**

Strategi pembelajaran inovatif adalah strategi dengan pola perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran yang dirancang untuk menghasilkan pengalaman belajar yang bermakna, aktif dan berorientasi pada peserta didik. Hal utama yang ditekankan pada strategi ini adalah upaya pembaruan baik dalam cara mengajar, penggunaan metode, media dan pengelolaan interaksi belajar agar dapat mencapai tujuan pembelajaran yang optimal sesuai dengan karakteristik peserta didik (Sani, 2021). Strategi pembelajaran inovatif berkaitan erat dengan upaya memberdayakan potensi peserta didik secara menyeluruh baik segi kognitif, afektif dan psikomotor.

Secara konseptual penggunaan strategi pembelajaran inovatif berlandaskan pada teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan peserta didik dapat dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar. Peserta didik diposisikan bukan sebagai penerima informasi yang pasif, melainkan berperan sebagai penerima atau subjek yang aktif merancang atau mengkonstruksi konsep genetika dan mengaitkan dengan lingkungan secara langsung dan nyata.

Pembelajaran genetika yang abstrak dan kompleks memungkinkan konsep genetika disajikan melalui pendekatan yang lebih konkret, visual dan kontekstual. Hal ini akan membantu peserta didik dalam memahami hubungan antara konsep genetika dengan fenomena kehidupan nyata (Sudarsono, 2019). Sehingga ketika strategi yang digunakan tepat maka genetika tidak lagi dipersepsikan sebagai materi yang sulit, melainkan ilmu yang menarik dan relevan.

### **1. Pembelajaran Konsep Genetika Berbasis Konteks Kehidupan Nyata (Kontekstual)**

Pendekatan kontekstual adalah salah satu strategi pembelajaran yang efektif untuk menjadikan genetika

menjadi konsep yang dekat dan relevan dengan kehidupan peserta didik. Pendekatan ini menekankan keterkaitan antara konsep genetika dengan pengalaman sehari-hari agar pembelajaran menjadi bermakna. Hal ini selaras dengan pandangan bahwa pengetahuan akan lebih mudah dipahami jika dikaitkan dengan situasi yang familiar bagi peserta didik.

Pada pembelajaran genetika, konteks kehidupan nyata dapat digunakan sebagai titik awal pembelajaran melalui masalah autentik atau studi kasus. Contohnya pada topik pewarisan sifat, pembahasan materi ini bisa dikaitkan dengan ciri fisik anggota keluarga seperti warna mata, bentuk rambut atau golongan darah. Contoh konkret tersebut maka akan membantu peserta didik memahami bahwa genetika bukan sekedar konsep abstrak, akan tetapi bagian dari kehidupan kita sehari-hari.

## **2. Pembelajaran Genetika Berbasis Permainan ( Game Based Learning)**

Pembelajaran berbasis game atau game based learning adalah salah satu strategi pembelajaran inovatif dengan menerapkan unsur permainan untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Pada pendekatan ini siswa ditempatkan sebagai pelaku aktif dalam proses belajar melalui aktivitas bermain yang dirancang untuk mencapai tujuan pembelajaran. Penerapan pembelajaran berbasis game pada materi genetika dapat menggunakan banyak permainan diantaranya permainan edukatif seperti monopoli genetika, kartu gen, simulasi persilangan atau kuis interaktif yang memungkinkan peserta didik belajar sambil bermain sehingga meminimalisir tekanan akademik berlebihan. Game based learning juga dapat membantu anak didik mengembangkan keterampilan sosial seperti kerjasama, sportivitas dan komunikasi yang merupakan komponen penting dalam pembelajaran abad 21.

### **3. Pembelajaran Genetika Berbasis Proyek Dan Inquiry**

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dan inkuiri merupakan pembelajaran inovatif dengan mengusung keterlibatan peserta didik dalam proses ilmiah melalui kegiatan investigatif yang mengharuskan mereka untuk merancang, melaksanakan dan mengevaluasi suatu proyek atau pengamatan (Trianto, 2019). Pada pembelajaran genetika, penerapan pendekatan proyek ini memungkinkan peserta didik melakukan kegiatan penelitian autentik terhadap fenomena atau kasus genetika seperti penggunaan organisme model seperti *Drosophila melanogaster* dalam studi pewarisan sifat genetika. Melalui metode ini peserta didik dapat merancang, melakukan eksperimen, serta mengevaluasi data dalam konteks yang nyata. Pada pembelajaran berbasis inkuiri memiliki prinsip yaitu mendorong peserta didik untuk bertanya, eksperimen dan menemukan konsep genetika melalui proses ilmiah. Melalui proses ini peserta didik tidak hanya memahami konsep genetika saja melainkan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan ilmiah.

### **4. Pembelajaran Genetika Berbasis Media Interaktif Dan Digital**

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan pembelajaran untuk mengadaptasi pembuatan media yang lebih interaktif. Media interaktif dan digital merupakan salah satu strategi yang inovatif karena membantu visualisasi konsep abstrak. Materi genetika yang memiliki sifat abstrak dapat divisualisasikan dengan menggunakan media tersebut seperti struktur DNA, RNA, gen, Kromosom, replikasi dan ekspresi gen. Media ini dapat mencakup animasi, simulasi, video pembelajaran, hingga teknologi augmented reality (AR) yang memungkinkan peserta didik dapat melihat proses molekuler secara lebih konkrit.

## **5. Pembelajaran Genetika Dengan Integrasi STEM Dan Kolaborasi**

Pembelajaran genetika yang diintegrasikan dengan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) merupakan strategi pembelajaran inovatif karena mengaitkan konsep genetika dengan penerapan teknologi, pemecahan masalah, dan analisis kuantitatif. (Aini & Kuendo, 2023). Pada materi genetika yang diajarkan berbasis STEM peserta didik dapat dilibatkan dalam proyek kolaboratif seperti simulasi penyakit genetik, analisis data pewarisan sifat atau studi sederhana bioteknologi. Kegiatan ini akan mendorong peserta didik untuk bekerjasama dalam tim, berbagi peran dan memecahkan masalah secara kolektif, sehingga elemen penting kolaborasi dapat diwujudkan dalam praktik ilmiah yang sesungguhnya.

Integrasi STEM dan kolaborasi pada pembelajaran genetika ini merupakan strategi yang relevan untuk membekali peserta didik dengan kompetensi abad ke-21. Pembelajaran berbasis STEM akan membantu mengubah persepsi peserta didik terhadap genetika dari "materi yang sulit" menjadi "materi yang menyenangkan dan menantang secara positif". Ketika mereka terlibat dalam sebuah kegiatan atau proyek yang bermakna mereka akan cenderung menunjukkan antusiasme belajar yang tinggi, rasa penasaran dan ingin tahu yang lebih kuat serta kemampuan untuk menerapkan konsep genetika dalam konteks kehidupan nyata. Penerapan media inovatif, pengalaman praktikal, kolaborasi kelompok serta penggunaan teknologi digital memiliki kontribusi untuk menciptakan suasana pembelajaran yang dinamis.



## Daftar Pustaka

- Aini, M. & Kuendo, W. A. (2024). Implementasi pembelajaran STEM terhadap keterampilan kolaborasi dan hasil belajar pada materi genetika. *SCI-ENING: Science Learning Journal*, 4(1), 1-10.
- Faridah, N. M., & Isnawati. (2025). Pengembangan media Monogen (monopoli genetika) berbasis STAD. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 14 (3), 473-479.
- Rustaman, N. Y. (2018). *Strategi belajar mengajar biologi*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sani, R. A. (2021). *Pembelajaran berorientasi HOTS*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sanjaya, W. (2020). Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan. Jakarta: Kencana.
- Sudarsono. (2019). *Genetika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Trianto. (2019). Mendesain model pembelajaran inovatif-progresif. Jakarta: Kencana



# MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI: KONSEP, DESAIN, DAN IMPLEMENTASI

*Siti Aisyah Marjuno, S.Pd. M.Pd.<sup>6</sup>*  
*(Universitas Muhammadiyah Luwuk)*

“Media pembelajaran biologi berperan penting dalam meningkatkan kualitas proses belajar mengajar melalui penyajian konsep yang kompleks secara lebih konkret, visual, dan interaktif”

Pembelajaran biologi menuntut pemahaman konsep yang bersifat abstrak, hierarkis, dan berkaitan erat dengan fenomena alam serta proses kehidupan. Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran menjadi faktor penting dalam membantu peserta didik memahami materi secara lebih konkret, kontekstual, dan bermakna. Media pembelajaran biologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penyampaian informasi, tetapi juga sebagai sarana untuk meningkatkan motivasi, aktivitas belajar, serta keterampilan berpikir ilmiah peserta didik.

---

<sup>6</sup> Penulis lahir di Luwuk, 1 Juni 1994, Merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Luwuk, Menyelesaikan Studi S1 Di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Tadulako Tahun 2017, Menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Pendidikan SAINS Konsentrasi Pendidikan Biologi Universitas Tadulako Tahun 2020.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong lahirnya berbagai jenis media pembelajaran, mulai dari media konvensional hingga media digital interaktif. Guru biologi dituntut untuk mampu memilih, merancang, dan mengimplementasikan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi, tujuan pembelajaran, serta kondisi peserta didik.

## **1. Pengertian Media Pembelajaran**

Media pembelajaran secara umum diartikan sebagai segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan atau informasi pembelajaran sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran, dan perasaan peserta didik dalam kegiatan belajar. Dalam konteks biologi, media pembelajaran mencakup alat, bahan, atau sarana yang digunakan untuk menjelaskan konsep-konsep biologi seperti struktur sel, sistem organ, ekosistem, genetika, dan evolusi.

Media pembelajaran biologi memiliki karakteristik khusus karena objek kajian biologi sering kali bersifat mikroskopis (misalnya sel dan jaringan), makroskopis (ekosistem), dinamis (proses metabolisme), dan kompleks. Oleh sebab itu, media yang digunakan harus mampu merepresentasikan fenomena tersebut secara akurat dan mudah dipahami.

## **2. Fungsi Media Pembelajaran Biologi**

Media pembelajaran biologi memiliki beberapa fungsi utama, antara lain:

- a. Memperjelas penyajian konsep biologi yang abstrak atau sulit diamati secara langsung.
- b. Meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik melalui tampilan visual, audio, atau interaktif.
- c. Membantu peserta didik menghubungkan konsep teori dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar.

- d. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan alat dalam pembelajaran biologi.
- e. Mendorong pembelajaran aktif, kreatif, dan berpusat pada peserta didik.

### **3. Jenis-Jenis Media Pembelajaran Biologi**

Media pembelajaran biologi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain:

- a. Media visual, seperti gambar, diagram, poster, model tiga dimensi, dan preparat mikroskop.
- b. Media audio, seperti rekaman penjelasan materi atau podcast biologi.
- c. Media audiovisual, seperti video pembelajaran, animasi proses biologis, dan film dokumenter.
- d. Media berbasis teknologi digital, seperti presentasi interaktif, simulasi komputer, virtual lab, dan aplikasi pembelajaran biologi.

### **4. Desain Media Pembelajaran Biologi**

- a. Prinsip-Prinsip Desain Media

Desain media pembelajaran biologi harus memperhatikan prinsip-prinsip berikut:

- 1) Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, yaitu media harus mendukung pencapaian kompetensi yang telah ditetapkan.
- 2) Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik, meliputi usia, tingkat perkembangan kognitif, dan latar belakang pengetahuan.
- 3) Keakuratan materi, khususnya konsep dan istilah biologi yang bersifat ilmiah.
- 4) Kejelasan visual dan bahasa, agar pesan pembelajaran mudah dipahami.
- 5) Keterpaduan dan kesederhanaan, sehingga media tidak menimbulkan kebingungan.

#### b. Tahapan Pengembangan Media Pembelajaran

Pengembangan media pembelajaran biologi umumnya melalui beberapa tahapan berikut:

- 1) Analisis kebutuhan, meliputi analisis materi, tujuan pembelajaran, dan kondisi peserta didik.
- 2) Perancangan (desain), yaitu menentukan jenis media, format, dan alur penyajian materi.
- 3) Pengembangan, berupa pembuatan media sesuai desain yang telah direncanakan.
- 4) Uji coba dan revisi, untuk mengetahui keefektifan media serta memperbaiki kekurangan.
- 5) Implementasi, yaitu penggunaan media dalam kegiatan pembelajaran.

#### c. Contoh Desain Media Pembelajaran Biologi

Sebagai contoh, pada materi sistem peredaran darah manusia, guru dapat merancang media berupa animasi interaktif yang menampilkan alur peredaran darah, fungsi jantung, dan peran pembuluh darah. Media ini dilengkapi dengan narasi dan latihan soal sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri maupun kelompok.

### 5. Implementasi Media Pembelajaran Biologi

#### a. Strategi Penggunaan Media di Kelas

Implementasi media pembelajaran biologi harus terintegrasi dengan strategi pembelajaran yang digunakan. Guru dapat memanfaatkan media pada tahap pendahuluan untuk memotivasi peserta didik, pada tahap inti untuk menjelaskan konsep, serta pada tahap penutup untuk memperkuat pemahaman.

Penggunaan media juga dapat dikombinasikan dengan metode pembelajaran seperti diskusi, praktikum, problem based learning, dan project based learning. Dengan demikian, media tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu,

tetapi juga sebagai sarana untuk membangun pengalaman belajar yang bermakna.

b. Peran Guru dan Peserta Didik

Dalam implementasi media pembelajaran biologi, guru berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan dan membimbing peserta didik dalam menggunakan media. Peserta didik diharapkan berperan aktif dalam mengamati, mengeksplorasi, dan menganalisis informasi yang disajikan melalui media.

c. Evaluasi Penggunaan Media Pembelajaran

Evaluasi penggunaan media pembelajaran biologi dilakukan untuk mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan hasil belajar. Evaluasi dapat dilakukan melalui tes hasil belajar, observasi aktivitas peserta didik, serta angket respon peserta didik terhadap media yang digunakan.



# PERANAN GURU WALI DAN PENGARUHNYA TERHADAP PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA DI SMA 12 PALEMBANG

*Lindawati, S.Pd.<sup>7</sup>*  
*(SMAN 12 Palembang Sumatera Selatan)*

*“Guru tidak hanya mengenal siswa secara umum tapi mendalami karakter, kesukaan siswa yang menjadi perwaliannya, kita sebagai guru juga bisa mengarahkan masa depan siswa secara lebih baik”*

## A. Guru Wali

Guru wali adalah guru mata pelajaran yang ditugaskan sekolah untuk mendampingi perkembangan murid secara menyeluruh (akademik, karakter, kompetensi, keterampilan) dari masuk hingga lulus, menjadi jembatan komunikasi sekolah-orang tua-murid, dan tugasnya diakui sebagai beban kerja tambahan setara 2 jam tatap muka per minggu, sesuai

---

<sup>7</sup> Lindawati,S.Pd, lahir di Palembang, 27 mei 1977, Menyelesaikan Pendidikan S1 di Fakultas Keguruan dan ilmu pendidikan Jurusan pendidikan Biologi Universitas Sriwijaya pada tahun 2001, Sejak Tahun 2001 bertugas sebagai Guru Biologi di SMA Negeri 12 Palembang dan di tahun 2022 menjadi anggota komite pembelajar SMA 12 Palembang Kota dan Guru Inti mata pelajaran Biologi.

Permendikdasmen No. 11 Tahun 2025. Peran ini berbeda dari wali kelas yang fokus pada pengelolaan kelas per tahun ajaran, dan guru BK yang fokus pada masalah personal.

Tugas guru wali tidak hanya berfokus pada pendampingan akademik, tetapi juga pada pengembangan kompetensi, keterampilan, dan karakter murid. Dalam pelaksanaannya, guru wali berkolaborasi erat dengan guru bimbingan dan konseling serta wali kelas.

Penetapan guru wali dilakukan langsung oleh kepala sekolah dengan mempertimbangkan jumlah murid dan ketersediaan guru mata pelajaran yang ada. Tugas tambahan ini diatur agar sesuai dengan struktur kurikulum dan jumlah rombongan belajar, sebagaimana diatur dalam ketentuan perundang-undangan.

## **1. Dasar Hukum**

- a. Permendikdasmen No. 11 Tahun 2025 tentang Pemenuhan Beban Kerja Guru
- b. Pasal 9 ayat (1–5): Penugasan dan ruang lingkup tugas Guru Wali
- c. Pasal 14: Ekuivalensi tugas Guru Wali setara 2 JP per minggu
- d. Pasal 17 dan 18: Penetapan, pelaksanaan, dan penghitungan beban kerja

## **2. Tujuan**

Adapun tujuan guru wali yaitu:

- a. Menjamin pelaksanaan pendampingan murid secara menyeluruh dan berkesinambungan.
- b. Meningkatkan keterlibatan guru dalam pendidikan karakter dan pengembangan potensi murid.
- c. Memberikan dukungan sistematis terhadap pertumbuhan akademik dan non-akademik peserta didik.



### 3. Ruang Lingkup Tugas

Berdasarkan Pasal 9 ayat (2), Guru Wali melaksanakan tugas sebagai berikut:

- a. Pendampingan Akademik  
Membantu murid dalam perencanaan dan refleksi belajar.
- b. Pengembangan Kompetensi dan Keterampilan  
Mendorong minat bakat serta pengembangan soft skills.
- c. Pembinaan Karakter  
Menanamkan nilai kedisiplinan, kejujuran, tanggung jawab, dan empati.
- d. Pendampingan Berkelanjutan  
Menjadi pendamping murid dari awal hingga akhir masa belajar.

### 4. Prosedur Pelaksanaan

- a. Penunjukan Guru Wali
  - 1) Dilakukan oleh Kepala Sekolah (Pasal 18 ayat 1).
  - 2) Berdasarkan rasio jumlah murid dengan jumlah guru mata pelajaran (Pasal 18 ayat 2).
- b. Pelaksanaan Tugas

| No | Kegiatan                                        | Penjelasan                                            | Waktu Pelaksanaan |
|----|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | Identifikasi murid dampingan                    | Memahami latar belakang, potensi, dan tantangan murid | Awal tahun ajaran |
| 2  | Penyusunan dan pelaksanaan rencana pendampingan | Disesuaikan dengan kebutuhan murid                    | Per semester      |

|   |                                        |                                             |                                  |
|---|----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
| 3 | Pertemuan berkala dengan murid         | Secara individual atau kelompok kecil       | 2x per bulan                     |
| 4 | Kolaborasi dengan guru BK & wali kelas | Untuk tindak lanjut masalah tertentu        | Sesuai kebutuhan                 |
| 5 | Pelaporan perkembangan murid           | Secara berkala (bulanan/ semester)          | Setiap akhir bulan atau semester |
| 6 | Dokumentasi dan refleksi               | Catatan kemajuan, hambatan, dan rekomendasi | Berkelanjutan                    |

## 5. Evaluasi dan Pelaporan

- a. Guru Wali menyusun laporan singkat setiap semester berisi:
  - 1) Rekap pertemuan dan kegiatan
  - 2) Catatan perkembangan murid
  - 3) Rekomendasi tindak lanjut
- b. Laporan dikumpulkan ke Wakil Kepala Sekolah bidang Kesiswaan atau Kurikulum.

## 6. Ekuivalensi Beban Kerja

Tugas Guru Wali **setara dengan 2 jam Tatap Muka per minggu** (Pasal 14 dan Lampiran Permendikdasmen No. 11 Tahun 2025)

## B. Peranan Guru Wali Di SMA 12 Palembang

Saya sebagai guru di SMA 12 Palembang ditunjuk kepala sekolah untuk menjadi guru wali 14 siswa siswi kelas XI 4, hal pertama yang saya lakukan adalah mengidentifikasi murid perwalian saya mencatat perkembangan, memahami latar

belakang, potensi serta tantangan, murid saya dibawah ini adalah salah satu contoh data perwalian saya

### **CATATAN PERKEMBANGAN MURID**

Nama Murid : ANANDA DWI MAULIDYA

Kelas : XI 4

Periode Pemantauan : Bulan Juli- Desember Tahun 2025

Guru Wali : Lindawati, M.Pd.

| <b>Aspek Pemantauan</b> | <b>Deskripsi Perkembangan</b>                                                                                                      | <b>Tindak Lanjut yang Dilakukan</b>                                           | <b>Keterangan Tambahan</b>                                                    |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Akademik                | Siswa menyukai pelajaran PAI peningkatan pemahaman dalam mata pelajaran utama, terutama . Nilai ulangan harian mengalami kenaikan. | Memberikan tugas pengayaan dan latihan soal tambahan untuk memperkuat konsep. | Perlu dukungan belajar mandiri di rumah.                                      |
| Karakter                | Menunjukkan sikap jujur, sopan, dan bertanggung jawab dalam kegiatan sekolah.                                                      | Menunjukkan sikap jujur, sopan, dan bertanggung jawab dalam kegiatan sekolah. | Menunjukkan sikap jujur, sopan, dan bertanggung jawab dalam kegiatan sekolah. |
| Sosial-Emosional        | mampu bekerja sama dengan teman sekelompok, mulai berani                                                                           | mampu bekerja sama dengan teman sekelompok, mulai berani                      | mampu bekerja sama dengan teman sekelompok, mulai berani                      |

|                 |                                                          |                                                          |                                                          |
|-----------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                 | menyampaikan pendapat di kelas.                          | menyampaikan pendapat di kelas.                          | menyampaikan pendapat di kelas.                          |
| Kedisiplinan    | Datang tepat waktu dan mengumpulkan tugas sesuai jadwal. | Datang tepat waktu dan mengumpulkan tugas sesuai jadwal. | Datang tepat waktu dan mengumpulkan tugas sesuai jadwal. |
| Potensi & Minat | Memiliki minat tinggi di bidang keagamaan                | Dilibatkan dalam kegiatan ekstrakurikuler rohis          | Siswa bercita cita menjadi guru.                         |

Peran guru wali sangat baik untuk perkembangan akademik siswa, jadi guru tidak hanya mengenal siswa secara umum tapi mendalami karakter, kesukaan siswa yang menjadi perwaliannya, kita sebagai guru juga bisa mengarahkan masa depan siswa secara lebih baik,, saya melakukan pertemuan rutin yang terjadwal menanyakan kesulitan ataupun prestasi yang telah mereka gapai dalam proses kegiatan belajar mereka, ini terus berlanjut hingga mereka lulus, untuk siswa perwalian saya alhamdulillah mengalami perkembangan kearah yang baik, dari satu siswa yang sebelumnya malas sering alpa, untuk semester ini ada perubahan, perubahan juga terlihat pada hasil akhir belajar mereka yang tampak pada nilai raport semester ganjil, ada kenaikan nilai dan prestasi yang mereka gapai.



# BIOTEKNOLOGI SEBAGAI SOLUSI KETAHANAN PANGAN LOKAL PALEMBANG

*Helyati, S.Pd.<sup>8</sup>*  
*(SMA Negeri 12 Palembang Sumatera Selatan)*

*"Sinergi Inovasi Bioteknologi dan Kearifan Lokal dalam  
Memperkuat Kemandirian Pangan serta Ekonomi Kreatif Kota  
Palembang"*

Palembang, sebagai salah satu kota tertua di Indonesia, memiliki kekayaan kuliner yang sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku spesifik: ikan sungai dan sagu/tapioka. Namun, seiring dengan meningkatnya populasi dan perubahan iklim yang memicu ketidakpastian siklus air di lahan rawa lebak, ketahanan pangan lokal menghadapi ancaman serius. Ketergantungan pada pasokan luar daerah untuk bahan pokok seperti beras dan ikan mulai menimbulkan kerentanan ekonomi. Dalam konteks ini, Bioteknologi hadir bukan sekadar sebagai tren ilmu pengetahuan, melainkan sebagai instrumen vital untuk memperkuat kemandirian pangan masyarakat Palembang melalui optimalisasi sumber

---

<sup>8</sup> Penulis lahir di Seri Kembang Ogan Ilir, 27 Oktober 1968, penulis merupakan guru biologi SMAN 12 Palembang. Penulis menyelesaikan gelar sarjana Pendidikan di Universitas Muhammadiyah Palembang (1994).

daya lokal yang ada.

Penerapan bioteknologi tidak berhenti di hulu, tetapi berlanjut pada pengolahan pangan. Proses pembuatan produk ermentasi lokal dapat ditingkatkan kualitas dan standarisasinya menggunakan starter culture yang murni. Selain itu, teknologi pengemasan berbasis biopolimer (plastik biodegradable dari pati singkong) dapat memperpanjang masa simpan produk seperti Pempek dan Kemplang untuk pengiriman jarak jauh tanpa merusak cita rasa. Hal ini meningkatkan nilai ekonomi produk lokal Palembang di pasar global sekaligus meminimalkan limbah pangan di tingkat konsumen. Bioteknologi adalah jembatan yang menghubungkan tradisi kuliner Palembang dengan tuntutan zaman modern yang serba cepat dan menantang. Dengan mengadopsi inovasi pertanian dan perikanan yang tepat guna, Palembang tidak hanya mampu memberi makan warganya sendiri, tetapi juga menjadi lumbung pangan berbasis kearifan lokal yang tangguh, dukungan pemerintah daerah dalam penyediaan benih unggul dan pelatihan bagi petani/peternak menjadi kunci utama agar bioteknologi benar-benar dirasakan manfaatnya oleh masyarakat luas.

Penerapan bioteknologi pada fase pascapanen di Palembang merupakan langkah krusial untuk mengubah bahan mentah menjadi produk bernilai tambah tinggi dengan standar keamanan internasional. Fokus utama dalam tulisan ini mencakup standarisasi mikroba, teknik pengawetan alami, dan inovasi kemasan cerdas. Standarisasi Starter Culture pada Produk Fermentasi Khas produk seperti tempoyak (fermentasi durian) dan ikan fermentasi tradisional selama ini dibuat dengan metode "spontan", yang mengandalkan mikroba dari lingkungan. Hal ini sering menyebabkan kualitas yang tidak konsisten dan risiko kontaminasi bakteri patogen.

**Inovasi Bioteknologi:** Penggunaan starter culture murni (seperti bakteri asam laktat pilihan) yang diisolasi di

laboratorium dapat memastikan proses fermentasi berjalan stabil. Dengan teknologi fermentasi terkontrol, produsen tempoyak di Palembang dapat menghasilkan aroma, rasa, dan tekstur yang seragam setiap saat, sehingga produk tersebut layak menembus pasar ekspor dengan standar mutu yang ketat.

**Biopreservasi:** Pengawet Alami Tanpa Bahan Kimia dan keamanan pangan menjadi isu utama, terutama pada produk olahan ikan seperti pempek yang mudah basi. Penggunaan formalin di masa lalu adalah kesalahan yang harus diganti dengan Solusi hayati. seperti; Bakteriosin: Bioteknologi memungkinkan ekstraksi bakteriosin (senyawa antimikroba alami yang diproduksi oleh bakteri baik). Penambahan bakteriosin pada adonan Pempek dapat menghambat pertumbuhan bakteri perusak tanpa mengubah rasa.

**Enzim Transglutaminase:** Penggunaan enzim ini dapat memperbaiki tekstur Pempek yang menggunakan ikan dengan kualitas rendah atau ikan air tawar, sehingga tetap kenyal secara alami tanpa perlu bahan tambahan sintetis yang berbahaya bagi kesehatan. Sebagai kota yang sangat aktif dalam pengiriman paket pangan ke luar daerah, masalah limbah plastik dan ketahanan produk dalam perjalanan menjadi tantangan besar.

**Smart Packaging:** Pengembangan kemasan berbasis pati sagu (sumber daya lokal Sumsel) yang dikombinasikan dengan nanoteknologi dapat menciptakan plastik biodegradable yang ramah lingkungan.

**Edible Coating:** Pelapisan produk pangan (seperti buah-buahan lokal atau pempek lenjer) dengan lapisan tipis protein atau polisakarida yang aman dimakan dapat menciptakan penghalang oksigen. Hal ini secara drastis memperlambat oksidasi dan pertumbuhan jamur, sehingga masa simpan produk meningkat dari hitungan hari menjadi hitungan minggu tanpa perlu pembekuan ekstrem.

Keamanan pangan lokal juga diperkuat melalui alat deteksi berbasis bioteknologi. Penggunaan **Biosensor** berbasis enzim atau antibodi memungkinkan pedagang dan otoritas pangan di Palembang untuk mendeteksi kandungan berbahaya atau tingkat pembusukan ikan secara *real-time* di pasar tradisional. Ini memberikan jaminan perlindungan konsumen yang lebih modern dan akurat dibandingkan pengujian laboratorium konvensional yang memakan waktu lama.

Bioteknologi memungkinkan pengayaan nutrisi (*fortifikasi*) pada produk lokal. Di Palembang, limbah tulang ikan dari industri pempek dapat diolah menggunakan bantuan enzim proteolitik untuk menghasilkan kalsium dan kolagen murni yang kemudian ditambahkan kembali ke dalam produk olahan. Selain itu, pemanfaatan mikroalga seperti *Chlorella* yang dikembangkan di kolam-kolam buatan dapat diintegrasikan sebagai suplemen protein tinggi dalam kerupuk atau kemplang, meningkatkan profil gizi pangan lokal tanpa mengubah profil rasa tradisional secara drastis. Dalam studi pengembangan pangan lokal, isolasi bakteri asam laktat (BAL) jenis *Lactobacillus plantarum* dari tempoyak alami digunakan sebagai agen pengendali. Daging durian dipasteurisasi ringan untuk mematikan mikroba liar, kemudian diinokulasi dengan konsentrasi *starter culture* BAL yang terukur. Proses fermentasi yang biasanya memakan waktu 7 hari secara acak, dapat dipercepat menjadi 3-4 hari dengan hasil yang konsisten. BAL yang dominan menciptakan lingkungan pH rendah yang secara otomatis membunuh bakteri patogen seperti *E. coli*. Dengan bantuan bioteknologi, Tempoyak kini dapat dikemas dalam bentuk pasta kering atau bubuk (melalui metode *spray drying*) yang memiliki masa simpan hingga 1 tahun, memudahkan distribusi ke pasar internasional sebagai bumbu masak instan khas Palembang.



Meskipun potensi bioteknologi sangat besar, adopsinya di tingkat pelaku usaha lokal masih menghadapi "tembok" yang tinggi. Berdasarkan kondisi ekonomi regional, terdapat beberapa hambatan utama:

**Tingginya Biaya Investasi Awal:** Teknologi seperti bioreaktor skala kecil untuk fermentasi terkontrol atau alat ekstraksi vakum memiliki harga yang seringkali di luar jangkauan modal UMKM Pempek atau Tempoyak di pasar tradisional. Investasi pada teknologi canggih dianggap berisiko tinggi jika tidak diiringi dengan jaminan peningkatan omzet yang instan.

**Kesenjangan Literasi Sains:** Sebagian besar pengrajin pangan tradisional di Palembang mengandalkan metode turun-temurun. Konsep seperti "inokulasi bakteri asam laktat" atau "pemuliaan molekuler" sering kali dianggap terlalu rumit dan asing, sehingga menimbulkan resistensi terhadap perubahan metode kerja yang sudah dianggap "aman".

**Keterbatasan Infrastruktur Pendukung:** Implementasi bioteknologi memerlukan dukungan rantai dingin (*cold chain*) dan laboratorium uji mutu yang terjangkau. Di Palembang, akses UMKM terhadap fasilitas laboratorium terstandarisasi untuk pengujian mikrobiologi produk harian masih sangat terbatas dan terpusat di lembaga pendidikan atau badan pemerintah tertentu.

**Model Pendanaan yang Belum Spesifik:** Skema pembiayaan perbankan di Sumatera Selatan saat ini masih didominasi oleh modal kerja konvensional, belum menyasar pada pembiayaan inovasi teknologi pangan yang membutuhkan masa *return on investment* (ROI) lebih panjang.

Bioteknologi bukan lagi sekadar pilihan, melainkan keharusan untuk menjaga keberlangsungan pangan lokal di tengah tantangan zaman. Namun, potensi besar ini tidak akan terwujud tanpa intervensi kebijakan yang nyata dari

Pemerintah Kota Palembang dan Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan. Agar bioteknologi dapat diadopsi secara massal oleh para pelaku UMKM, diperlukan langkah-langkah strategis berikut:

**Subsidi dan Hibah Teknologi Tepat Guna:** Pemerintah daerah perlu menginisiasi program subsidi pengadaan alat bioteknologi, seperti mesin pengemas vakum otomatis dan alat sensor kualitas ikan, bagi koperasi atau klaster pengrajin pempek. Hal ini akan menurunkan hambatan biaya masuk bagi produsen kecil.

**Pembangunan Bio-Hub Palembang:** Diperlukan pusat inovasi yang berfungsi sebagai laboratorium bersama dan rumah kemasan (*packing house*) yang dapat diakses oleh UMKM dengan biaya rendah. Laporan Perekonomian Sumatera Selatan dari Bank Indonesia seringkali menekankan pentingnya hilirisasi untuk memperkuat nilai tambah komoditas lokal.

**Sinergi Akademisi dan Industri (Triple Helix):** Mendorong universitas lokal seperti Universitas Sriwijaya untuk menerjunkan tenaga ahli melalui program pengabdian masyarakat guna mendampingi petani padi lebak dan produsen tempoyak dalam menerapkan standar bioteknologi yang benar.

**Sertifikasi Keamanan Pangan Berbasis Biotek:** Mempermudah pengurusan izin edar dan sertifikasi halal bagi produk-produk inovatif hasil bioteknologi untuk meningkatkan kepercayaan konsumen, baik di tingkat nasional maupun internasional.

Dengan sinergi antara teknologi yang mumpuni, kebijakan yang suportif, dan semangat pelestarian tradisi, Palembang dapat bertransformasi dari sekadar kota pusat kuliner menjadi pusat inovasi pangan berbasis bioteknologi yang tangguh dan mandiri. Keamanan pangan bukan lagi menjadi kekhawatiran, melainkan kekuatan ekonomi baru yang menyejahterakan

seluruh lapisan masyarakat Palembang.

### **Daftar Pustaka**

- Badan Pangan Nasional. (2023). Akselerasi Ketahanan Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal. (Akses untuk data ketahanan pangan nasional).
- Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Provinsi Sumsel. (2022). *Laporan Tahunan Produksi Perikanan dan Pertanian Sumatera Selatan*. Palembang.
- Hidayat, T., dkk. (2020). Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat dalam Fermentasi Tempoyak sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan Universitas Sriwijaya*.
- Nuraini, A. (2021). Aplikasi Edible Coating dari Pati Sagu untuk Memperpanjang Masa Simpan Pempek. *Jurnal Edible Universitas Muhammadiyah Palembang*.
- Pusat Bioteknologi BRIN. (2023). Inovasi Bioteknologi untuk Kemandirian Pangan Indonesia. (Akses untuk teknik rekayasa genetik benih padi).
- Suryani, dkk. (2019). *Teknologi Fermentasi Pangan Tradisional Indonesia*. Jakarta: Penerbit IPB Press.



# PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS POTENSI LOKAL SULAWESI TENGAH SEBAGAI INOVASI PENGUATAN LITERASI SAINS DAN KEPEDULIAN LINGKUNGAN

*Hayyatun Mawaddah, S.Pd., M.Pd.<sup>9</sup>  
(Universitas Sebelas Maret Surakarta)*

*“Potensi lokal Sulawesi Tengah sangat beragam dan berpotensi digunakan dalam pembelajaran biologi dalam upaya penguatan literasi sains dan kepedulian lingkungan”*

**L**iterasi sains menjadi salah satu kecakapan hidup yang perlu dikuasai oleh individu (siswa) dalam menghadapi tantangan global abad 21. Teknologi dan sains memiliki peran utama untuk menghadapi berbagai tantangan dan permasalahan dalam berbagai aspek kehidupan maupun lingkungan (Tim GLN Kemendikbud, 2017: 3). Kenyataan saat ini, kemampuan literasi sains siswa di Indonesia masih tergolong rendah, yang dapat dilihat pada hasil asesmen PISA

---

<sup>9</sup> Penulis lahir di Palu, 6 April 1978, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) UNTAD Palu, menyelesaikan studi S1 di Prodi. Pendidikan Biologi FKIP UNTAD tahun 2005, dan menyelesaikan S2 pada Program Pascasarjana Prodi Pendidikan Sains UNTAD Palu tahun 2011.

yang masih berada pada rata-rata 390 (2006-2022), lebih rendah disbanding rata-rata skor literasi sains global negara OECD yang berada di kisaran 400. Rendahnya kemampuan literasi sains akan menjadikan capaian pembentukan SDM juga akan terhambat, dimana capaian kompetensi abad 21 secara keseluruhan akan sulit dicapai. Kompetensi abad 21, secara umum dirangkum dalam suatu skema yang diperkenalkan oleh organisasi nirlaba p21, yang diadaptasi untuk mengembangkan kerangka kerja (*framework*) pendidikan abad 21. Skema tersebut dikembangkan oleh Trilling & Fadel pada tahun 2009 dan dikenal dengan nama *century knowledge-skills rainbow* (Kasse dan Atmojo, 2022:125), yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Century Knowledge-Skills Rainbow

Literasi sains berkaitan erat dengan kepedulian individu (siswa) terhadap lingkungan. Siswa dengan kemampuan literasi sains yang baik, akan memiliki tingkat kesadaran dan kepekaan yang baik serta akan selalu berupaya untuk berperan aktif dalam berbagai diskusi dan aksi lingkungan. Dalam menyelesaikan isu dan permasalahan lingkungan, siswa dengan literasi sains yang dimiliki akan selalu hadir dengan ide-ide kritis dan kreatif, yang disertai dengan sikap dan

perilaku positif dalam menjaga lingkungan.

Upaya melahirkan siswa dengan kemampuan literasi sains yang mumpuni dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan, maka perubahan orientasi pembelajaran di kelas penting dilakukan. Jika selama ini pembelajaran cenderung dilakukan untuk menyelesaikan dan penguasaan materi (*content based learning*) perlu diubah menjadi pembelajaran yang kontekstual (*context based learning*), yang berfokus pada situasi nyata dan relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Dalam pembelajaran kontekstual, dengan fokus melatih dan mengembangkan kemampuan literasi sains siswa, perlu memperhatikan bahkan mengintegrasikan komponen-komponen literasi sains dalam pembelajaran, baik komponen utama maupun komponen pendukungnya. Komponen-komponen utama literasi sains sesuai dengan yang digunakan dalam asesmen PISA meliputi 3 yaitu kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah serta interpretasi data dan bukti ilmiah (OECD, 2023: 14). Sedangkan komponen pendukung terdiri atas konten sains, proses, konteks dan sikap ilmiah.

Biologi, secara hirarki merupakan bagian dari sains. Dalam implementasi dalam pembelajaran, maka pembelajaran biologi menggunakan pendekatan ilmiah sebagai inti dan dasar utama yang juga merupakan salah satu komponen dalam literasi sains. Dalam kaitannya dengan pembelajaran kontekstual, maka pembelajaran biologi berbasis potensi lokal sangat memungkinkan untuk dilakukan. Misalnya, pembelajaran biologi di wilayah Kota Palu dan secara umum di Sulawesi Tengah, dapat dilakukan dengan membelajarkan siswa melalui aktifitas yang mengkaji tentang potensi lokal biota maupun lingkungan ekosistem khas di Sulawesi Tengah.

Biodiversitas flora maupun fauna endemik Sulawesi Tengah yang dibelajarkan secara kontekstual kepada siswa akan menjadikan belajar semakin menarik perhatian siswa,

mendorong rasa ingin tahu siswa. Demikian pula ketika siswa diberikan isu-isu lingkungan dan ancaman keberadaan flora fauna endemik yang dari waktu ke waktu semakin memprihatinkan, akan mendorong daya berpikir kritis siswa yang pada akhirnya akan menjadikan siswa memiliki kesadaran, kepedulian dan bahkan keinginan untuk melestarikan serta mencegah kepunahan dari tumbuhan dan hewan endemik yang ada.

Sulawesi Tengah memiliki flora endemik yang menarik dan penting untuk dijadikan sumber belajar kontekstual dalam pembelajaran biologi, misalnya eboni yang dikenal masyarakat lokal dengan nama kayu hitam (*Diospyros celebica*) dan kantong semar gading (*Nepenthes pitopangii*). Sementara itu, kelompok fauna endemik antara lain babi rusa (*Babirusa baby rousa* 1), anoa (*Bubalus* sp.), burung maleo (*Macrocephalon maleo*), tarsius yang terdiri atas tarsius dian (*Tarsius dentatus*), tarsius kerdil (*Tarsius pumilus*), dan tarsius Wallace (*Tarsius wallacei*), monyet hitam Sulawesi/yaki (*Macaca nigra*), musang (*Macrogalidia musschenbroekii*).

Selain keberadaan flora fauna endemik yang dapat dijadikan sumber belajar biologi yang kontekstual, daerah wisata yang berkaitan erat dengan keberadaan dan keberlangsungan ekosistem, sangat penting dan akan menjadikan pembelajaran biologi yang kontekstual menjadi menarik bagi siswa. Pembelajaran berkaitan lingkungan dan ekosistem akan sangat memungkinkan dilakukan secara kontekstual di Sulawesi Tengah khususnya Kota Palu, karena keberadaannya yang tersebar luas dan mudah dijangkau.

Pembelajaran yang melatih dan menumbuhkan literasi sains dan kepedulian lingkungan siswa, tidak hanya terbatas dilakukan dalam ruang-ruang kelas. Berkaitan pelaksanaan pembelajaran kontekstual dalam konteks biologi, dengan mengacu pada uraian tentang kekayaan biodiversitas flora fauna maupun kawasan wisata alam di Sulawesi Tengah, maka

kreatifitas dan inovasi guru dalam merancang pembelajaran sangat mutlak untuk dilakukan. Guru dapat mendesain pembelajaran yang inovatif dan komprehensif, misalnya dengan menggunakan pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*), pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*) ataupun model-model dan strategi pembelajaran inovatif lainnya. Selain itu, pembelajaran yang memanfaatkan lingkungan sekitar baik sebagai sumber belajar, media bahkan ruang belajar bagi siswa akan menjadikan belajar semakin menarik dan tidak membosankan bagi siswa. Yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaannya adalah kontekstualitas pembelajaran dan menjadikan siswa sebagai pelaku belajar yang aktif (*student centered learning*) serta fokus pada pengembangan kemampuan literasi sains siswa.

### Daftar Pustaka

- OECD. 2023. *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework, PISA*. Paris: OECD Publishing.  
<https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>.
- Tim GLN Kemendikbud. 2017. *Materi Pendukung Literasi Sains*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kasse, Fransiskus., Atmojo, Idam Ragil Widiyanto. 2022. Analisis Kecakapan Abad 21 Melalui Literasi Sains pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Education and Development Vol.10 No.1* <https://doi.org/10.37081/ed.v10i1>.





# ECO ENZYME SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOTEKNOLOGI YANG BERWAWASAN LINGKUNGAN DI SEKOLAH

*Isnainar, S.P., M.Si.<sup>10</sup>*  
*(Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas  
Tadulako)*

*“Integrasi Eco Enzyme dapat menjadi strategi inovatif untuk menciptakan pembelajaran yang kontekstual, berkelanjutan, dan relevan dengan tantangan lingkungan saat ini.”*

Permasalahan lingkungan global, seperti meningkatnya pencemaran, akumulasi limbah organik, serta menurunnya kualitas tanah dan sumber air, menjadi tantangan serius yang memerlukan penanganan lintas sektor. Dunia pendidikan memiliki peran strategis dalam merespons kondisi tersebut, terutama melalui pembentukan kesadaran dan karakter peduli lingkungan pada peserta didik. Sekolah sebagai institusi pendidikan formal dapat menjadi ruang awal dalam

---

<sup>10</sup> Penulis lahir di Palu, 17 Juni 1974, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi (PSPB), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako, menyelesaikan studi S1 di Jurusan Budidaya Pertanian Faperta UNTAD tahun 1999, menyelesaikan S2 di Pascasarjana PAU Bioteknologi UGM tahun 2006.

menanamkan nilai keberlanjutan melalui pembelajaran yang terintegrasi dengan isu-isu lingkungan, salah satunya melalui pembelajaran sains dan bioteknologi.

Dalam konteks pendidikan sains, bioteknologi tidak hanya dipahami sebagai kumpulan konsep ilmiah, tetapi juga sebagai sarana untuk mengembangkan keterampilan, sikap, dan kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan pengetahuan ke dalam kehidupan nyata. Oleh karena itu, pembelajaran bioteknologi perlu dirancang secara kontekstual dan aplikatif agar peserta didik dapat melihat keterkaitan langsung antara konsep yang dipelajari dengan permasalahan di lingkungan sekitarnya. Pemanfaatan produk bioteknologi sederhana yang dekat dengan kehidupan sehari-hari menjadi salah satu alternatif untuk mencapai tujuan tersebut.

Eco Enzyme merupakan salah satu produk bioteknologi sederhana yang memiliki beragam manfaat dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari penggunaan sebagai pembersih alami, bahan pendukung perawatan kesehatan dan kosmetika, pupuk organik cair, hingga pengurang bau. Dalam pembelajaran, Eco Enzyme memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik untuk memahami proses fermentasi, peran mikroorganisme, serta aktivitas enzim dalam menguraikan bahan organik. Selain itu, penerapannya juga sejalan dengan prinsip pendidikan ramah lingkungan karena berkontribusi pada pengurangan limbah dan pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan.

### **Eco Enzyme sebagai Produk Bioteknologi Konvensional**

Ditinjau dari proses pembuatannya, Eco Enzyme termasuk dalam kategori bioteknologi konvensional karena memanfaatkan aktivitas mikroorganisme alami tanpa melibatkan teknik rekayasa genetika. Proses fermentasi yang berlangsung memungkinkan mikroba menguraikan senyawa

organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan bermanfaat. Hasil fermentasi tersebut berupa cairan yang relatif aman, mudah diaplikasikan, serta ramah terhadap lingkungan.

Eco Enzyme dihasilkan melalui proses fermentasi limbah organik berupa sisa buah dan sayuran yang masih bersih, dengan penambahan sumber gula seperti molase dan air dalam komposisi tertentu. Campuran bahan tersebut difermentasi dalam jangka waktu minimal tiga bulan hingga menghasilkan cairan hasil fermentasi. Konsep Eco Enzyme pertama kali diperkenalkan oleh **Dr. Rosukon Poompanvong**, seorang peneliti sekaligus pendiri “Asosiasi Pertanian Organik Thailand”, sebagai upaya pemanfaatan limbah organik secara berkelanjutan.

Eco Enzyme memiliki keunggulan karena bahan yang digunakan mudah diperoleh, biaya pembuatan relatif murah, serta prosesnya aman untuk dilakukan di lingkungan sekolah. Oleh karena itu, Eco Enzyme berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif dalam memperkenalkan konsep fermentasi dan pemanfaatan mikroorganisme kepada peserta didik.

## **Bioteknologi dalam Pendidikan**

Bioteknologi merupakan bidang ilmu yang berfokus pada pemanfaatan proses biologis dan organisme hidup untuk menghasilkan produk atau layanan yang berguna bagi manusia. Dalam dunia pendidikan, khususnya pada mata pelajaran IPA dan Biologi, Bioteknologi menjadi materi penting yang mencakup pembahasan tentang fermentasi, mikroorganisme, enzim, serta penerapannya dalam berbagai aspek kehidupan.

Pembelajaran bioteknologi akan lebih bermakna apabila dilaksanakan melalui kegiatan praktikum dan proyek.

Pendekatan ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengalami secara langsung proses ilmiah, sehingga pemahaman yang diperoleh tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga aplikatif. Selain meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis, pendekatan ini juga mendorong terbentuknya sikap ilmiah serta kepedulian terhadap permasalahan lingkungan di sekitar peserta didik.

## **Pembelajaran Berbasis Lingkungan**

Pembelajaran berbasis lingkungan merupakan pendekatan yang menekankan pada pengembangan kesadaran ekologis, sikap peduli lingkungan dan perilaku berkelanjutan. Pendekatan ini mendorong peserta didik untuk memahami keterkaitan antara aktivitas manusia dan lingkungan, serta mampu merumuskan solusi terhadap permasalahan lingkungan yang ada. Integrasi Eco Enzyme dalam pembelajaran bioteknologi sejalan dengan prinsip pembelajaran berbasis lingkungan karena mengajarkan pengelolaan limbah organik dan pemanfaatannya secara berkelanjutan.

## **Eco Enzyme dalam Pembelajaran Bioteknologi**

Pembuatan Eco Enzyme merupakan contoh penerapan langsung konsep bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Proses fermentasi yang terjadi melibatkan mikroorganisme seperti bakteri dan ragi yang berperan dalam menguraikan bahan organik. Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat mempelajari tahapan fermentasi mulai dari persiapan bahan, proses penyimpanan, hingga pengamatan hasil fermentasi. Peserta didik juga diperkenalkan pada konsep enzim sebagai biokatalis yang berperan dalam mempercepat reaksi kimia pada proses biologis. Perubahan fisik dan kimia yang terjadi selama proses fermentasi Eco Enzyme dapat diamati secara langsung, sehingga membantu peserta didik memahami konsep bioteknologi secara lebih konkret. Dengan demikian, Eco

Enzyme berfungsi sebagai jembatan antara konsep teoretis bioteknologi dan praktik nyata.

### **Manfaat Eco Enzyme sebagai Media Pembelajaran**

Pemanfaatan Eco Enzyme sebagai media pembelajaran bioteknologi memberikan dampak positif pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotor peserta didik. Dari sisi kognitif, peserta didik memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai fermentasi, peran mikroorganisme, dan fungsi enzim melalui keterlibatan langsung dalam proses pembuatannya. Dari sisi afektif, kegiatan ini dapat menumbuhkan kesadaran serta kepedulian terhadap pentingnya pengelolaan limbah organik. Sementara itu, pada ranah psikomotor, peserta didik terlatih melakukan kegiatan ilmiah seperti pengamatan, pengukuran, pencatatan data, dan penarikan kesimpulan.

Selain itu, pemanfaatan Eco Enzyme sebagai pupuk cair atau pembersih alami juga berkontribusi dalam mengurangi limbah organik di lingkungan sekolah dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih bersih dan sehat.

### **Implementasi Eco Enzyme dalam Pembelajaran di Sekolah**

Eco Enzyme dapat diimplementasikan dalam pembelajaran melalui berbagai strategi. Salah satunya adalah pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*), di mana peserta didik dilibatkan secara aktif dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek pembuatan Eco Enzyme secara berkelompok. Kegiatan ini mendorong kolaborasi, tanggung jawab, dan kemampuan komunikasi peserta didik.

Eco Enzyme dapat diintegrasikan pula dengan kurikulum, khususnya pada mata pelajaran biologi dan IPA. Materi mengenai mikroorganisme, enzim, dan siklus materi dapat dikaitkan secara langsung dengan proses pembuatan Eco Enzyme. Guru juga dapat memanfaatkan Eco Enzyme sebagai bahan praktikum atau demonstrasi di laboratorium yang

disertai diskusi ilmiah.

Proses fermentasi Eco Enzyme yang memerlukan waktu minimal 3 bulan (untuk daerah tropis) menjadi tantangan tersendiri dalam pelaksanaannya, sehingga dibutuhkan perencanaan pembelajaran yang matang serta pendampingan guru secara berkelanjutan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

### Daftar Pustaka

- Astuti, D., & Rahmawati, L. (2022). *Pembelajaran Bioteknologi Berbasis Lingkungan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hidayat, A. (2021). Pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 210–218.
- Nugroho, P., & Sari, M. (2023). Pemanfaatan Eco Enzyme sebagai alternatif pengelolaan limbah organik. *Jurnal Pendidikan Lingkungan*, 8(1), 45–53.
- Putri, R. A. (2022). Integrasi pendidikan lingkungan dalam pembelajaran IPA di sekolah menengah. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 6(3), 134–142.
- Tim Eco Enzyme Nusantara (2020). *Modul Belajar Pembuatan Eco Enzyme*. Eco Enzyme Nusantara.
- Widodo, W. (2020). *Bioteknologi dalam Pendidikan Sains*. Bandung: Remaja Rosdakarya.



# PEMANFAATAN POTENSI LOKAL DAERAH PESISIR PANTAI DI KOTA ENDE SEBAGAI SUMBER BELAJAR MATA KULIAH BIOLOGI LAUT

*Maimunah H Daud, S.Si., M.Pd.Si.<sup>11</sup>  
(Universitas Flores)*

*"Pembelajaran biologi laut mendukung pengembangan keterampilan ilmiah, dengan pendekatan pembelajaran kontekstual sehingga mahasiswa belajar langsung dilingkungan pesisir sebagai laboratorium alam"*

## **Pentingnya Biologi Laut dalam Pendidikan**

**B**iologi laut adalah salah satu matakuliah pilihan wajib diprogramkan oleh mahasiswa yang ada diprogram studi pendidikan biologi Universitas Flores. Biologi laut memiliki peran yang sangat penting dalam dunia pendidikan karena mempelajari kehidupan organisme laut beserta interaksinya dengan lingkungan perairan. Laut menutupi lebih dari dua

---

<sup>11</sup> Penulis lahir di Sokomaki, 27 Oktober 1976, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Flores, menyelesaikan studi S1 di FMIPA Universitas Katolik Widya Mandira Kupang tahun 2002, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Pendidikan Sains Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2010.

pertiga permukaan bumi dan menjadi habitat bagi keanekaragaman hayati yang sangat besar, sehingga kajian biologi laut memberikan pemahaman mendalam tentang kekayaan sumber daya alam yang dimiliki, khususnya negara maritim seperti Indonesia.

Dalam pendidikan, biologi laut berfungsi sebagai sarana untuk mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap peserta didik terhadap lingkungan laut. Melalui pembelajaran biologi laut, mahasiswa tidak hanya memahami konsep-konsep teoritis seperti ekosistem laut dan adaptasi organisme laut, tetapi juga mampu mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam kehidupan nyata. Selain itu, biologi laut berperan penting dalam menumbuhkan kesadaran lingkungan dan tanggung jawab terhadap kelestarian ekosistem laut serta mendorong peserta didik untuk memahami dampak aktivitas manusia terhadap laut, seperti pencemaran, penangkapan ikan berlebihan, kerusakan trumbuk karang, sehingga terbentuk sikap peduli dan berwawasan lingkungan sejak dini.

Pembelajaran biologi laut juga mendukung pengembangan keterampilan ilmiah, seperti observasi, pengukuran, analisis data, dan penelitian lapangan. Hal ini sangat relevan dengan pendekatan pembelajaran kontekstual dan berbasis pengalaman (*eksperiential learning*), dimana mahasiswa dapat belajar langsung dilingkungan pesisir sebagai laboratorium alam (Ridzal dkk, 2023:11).

### **Kekayaan Potensi Pesisir Kota Ende (Ekosistem, Biodiversitas dan Budaya Bahari)**

Kota Ende merupakan salah satu wilayah yang terletak di tengah pulau Flores, di pesisir selatan berbatasan dengan laut Flores di utara dan laut Sawu di selatan. Memiliki kekayaan potensi laut dan pesisir yang sangat beragam. Letaknya yang berbatasan langsung dengan laut menjadikan wilayah pesisir Kota Ende sebagai kawasan yang kaya akan ekosistem alami.



Keanekaragaman hayati laut, serta budaya bahari yang berkembang dalam kehidupan masyarakat setempat.

Dari sisi ekosistem, wilayah pesisir Kota Ende memiliki berbagai tipe ekosistem pesisir yang penting seperti pantai berpasir dan berbatu. Ekosistem ini berperan sebagai habitat, tempat mencari makan, pemijahan dan perlindungan bagi berbagai organisme laut. Keberadaan ekosistem pesisir juga berfungsi menjaga keseimbangan lingkungan, melindungi pantai dari abrasi, serta mendukung produktivitas perairan laut.

Dilihat dari biodiversitas, perairan pesisir Kota Ende menyimpan keanekaragaman biota laut yang tinggi. Berbagai jenis ikan laut, molusca, crustacea, serta echinodermata. Kekayaan biodiversitas ini memiliki nilai ekologis dan ekonomis yang sangat penting. Selain potensi alam, pesisir Kota Ende juga kaya akan bahari. Masyarakat pesisir sebagian besar bermata pencaharian sebagai nelayan dengan berbagai kearifan lokal dalam pemanfaatan sumber daya laut, seperti cara penangkapan ikan tradisional, pengetahuan tentang musim laut, serta nilai-nilai menjaga keseimbangan alam, masih dipraktikkan hingga saat ini.

Dengan kekayaan ekosistem, biodiversitas, dan budaya bahari di wilayah pesisir Kota Ende memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan tidak hanya sebagai sumber daya ekonomi, tetapi juga sebagai sumber belajar kontekstual, khususnya dalam pembelajaran biologi laut (Lidi dan Daud, 2019:98). Lingkungan pesisir Kota Ende dapat dijadikan laboratorium alam yang mendukung pemahaman konsep-konsep biologi laus secara langsung dan nyata.

## **Alasan Potensi Lokal Perlu Dimanfaatkan sebagai Sumber Belajar**

Potensi lokal perlu dimanfaatkan sebagai sumber belajar karena lingkungan sekitar peserta didik merupakan sumber pembelajaran yang nyata, kontekstual, dan mudah dijangkau. Pembelajaran yang memanfaatkan potensi lokal memungkinkan mahasiswa untuk mengaitkan teori yang dipelajari dikelas dengan kondisi lingkungan yang mereka temui secara langsung, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mudah dipahami.

Pemanfaatan potensi lokal sebagai sumber belajar juga dapat meningkatkan keaktifan dan motivasi belajar mahasiswa. Ketika mahasiswa belajar dari objek nyata dilingkungan sendiri, seperti ekosistem pesisir, biota laut dan aktivitas masyarakat setempat, mereka akan lebih tertarik dan terlibat dalam proses pembelajaran. Hal ini mendorong mahasiswa untuk melakukan observasi secara langsung, sehingga keterampilan berpikir kritis dan ilmiah dapat berkembang.

Selain itu, potensi lokal memiliki nilai edukatif yang tinggi karena mengandung kekayaan alam, sosial, dan budaya yang khas. Dengan memanfaatkan potensi lokal, pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga membentuk sikap peduli terhadap lingkungan dan rasa tanggung jawab dalam menjaga serta melestarikan sumber daya alam. Peserta didik menjadi lebih sadar akan pentingnya menjaga potensi daerahnya sendiri agar tetap berkelanjutan.

Pemanfaatan potensi lokal sebagai sumber belajar juga mendukung pelestarian kearifan lokal dan identitas daerah. Pengetahuan dan praktek masyarakat setempat dalam memanfaatkan sumber daya alam dapat dijadikan bahan pembelajaran yang bernilai, sehingga generasi muda tidak hanya mengenal, tetapi juga menghargai budaya dan kearifan lokal tersebut. Dengan demikian, pemanfaatan potensi lokal

sebagai sumber belajar merupakan strategi pembelajaran yang efektif untuk menciptakan pembelajaran kontekstual, meningkatkan kualitas pemahaman peserta didik, serta menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan dan budaya lokal.

### **Gambaran Umum Wilayah Pesisir Kota Ende**

Kota Ende terletak dibagian tengah pulau Flores, Privinsi Nusa Tenggara Timur, dan berbatasan langsung dengan wilayah perairan laut. Secara geografis, kota Ende berada pada kawasan pesisir yang menghadap kelaut Sawu, sehingga memiliki garis pantai yang cukup panjang dan strategis. Kondisi pesisir Kota Ende secara umum terdiri atas berbagai tipe pantai, seperti pantai berpasir, pantai berbatu, serta kawasan perairan dangkal diberbagai lokasi. Wilayah pesisir ini dipengaruhi oleh dinamika laut seperti pasang surut, arus dan gelombang yang membetuk karakteristik ekosistem pesisir. Perairan di sekitar pesisir Kota Ende umumnya memiliki kejernihan air yang cukup baik.

Selain itu kondisi pesisir Kota Ende juga dipengaruhi oleh faktor iklim tropis dengan dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Perubahan musim ini berdampak pada aktivitas biota laut serta kegiatan masyarakat pesisir, khususnya nelayan. Suhu perairan yang relatif hangat dan sinar matahari yang cukup sepanjang tahun menjadikan wilayah pesisir Kota Ende memiliki produktivitas laut yang tinggi. Dengan letak geografis yang strategis dan kondisi pesisir yang beragam, wilayah pesisir Kota Ende memiliki potensi besar sebagai habitat berbagai organisme laut sekaligus sebagai laboratorium alam yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar.

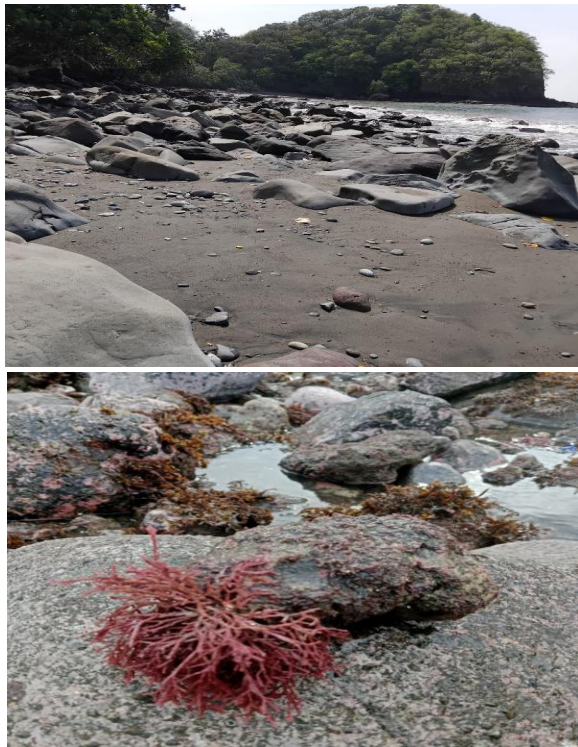
## Karakteristik Perairan Pesisir

Perairan pesisir memiliki karakteristik yang beragam yang dipengaruhi oleh kondisi geologi, dinamika laut, serta faktor lingkungan lainnya. Salah satu karakteristik utama adalah pantai berpasir, yang umumnya terbentuk dari endapan pasir hasil pelapukan batuan dan aktivitas gelombang laut. Pantai berpasir menjadi habitat berbagai organisme seperti moluska, krustasea kecil, dan biota yang hidup membenamkan diri di dalam pasir. Kondisi pantai berpasir dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Pantai Berpasir

Selain pantai berpasir terdapat pula pantai berbatu yang tersusun atas batuan keras dan karang mati. Pantai berbatu memiliki permukaan yang kasar dan sering terpapar gelombang, sehingga menjadi habitat bagi organisme yang memiliki kemampuan melekat kuat, seperti alga, teritip, dan berbagai jenis gastropoda. Ekosistem pantai berbatu memiliki keanekaragaman organisme yang khas dan menunjukkan pola zonasi yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Kondisi pantai berbatu dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Pantai berbatu

## Daftar Pustaka

- Lidi, Maria Waldetrudis., Daud, Maimunah. 2019. Identifikasi Materi Lokal Kawasan Gunung Iya sebagai Sumber Belajar Biologi di Kota Ende. *Pancasakti Science Education Journal PSEJ Volume 4 Nomor 2*. Doi: 10.24905/psej.v4i2.1399.
- Ridzal, Dewi Asriani., Haswan., Rosnawati, Veni., Ahmad, Aulia. 2023. Pemanfaatan Lingkungan Sebagai Laboratorium Alam Dalam Pembelajaran Siswa SMPN 17 Baubau. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Terintegrasi. Vol. 2, No. 1*. DOI: 10.34312/ljpmt.v2i1.17527.



# PENERAPAN MEDIA GAMBAR DAN POWERPOINT DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA SMA

***Maria Magdalena Vannessa Lura<sup>12</sup>***  
***(Universitas Flores)***

*“Penerapan media visual inovatif dalam pembelajaran  
Biologi SMA menciptakan suasana belajar yang lebih hidup,  
bermakna, dan menyenangkan bagi siswa”*

Pembelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Ende pada praktiknya masih didominasi oleh metode ceramah guru dengan sedikit variasi strategi pembelajaran. Kondisi ini menyebabkan keterlibatan aktif siswa rendah dan pemahaman konsep yang seharusnya bersifat abstrak menjadi tidak terserap dengan baik oleh peserta didik. Pembelajaran yang bersifat *teacher-centered* cenderung menurunkan motivasi serta keterlibatan siswa dalam proses belajar dan berdampak pada rendahnya

---

<sup>12</sup> Penulis lahir di Surabaya, 12 September 2002, merupakan Mahasiswa di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan ilmu Pendidikan (FKIP), Universitas Flores, menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMK Muktyaca Ende tahun 2021. menyelesaikan sekolah menengah pertama di SMPS Yos Soedarso Ende tahun 2018, menyelesaikan sekolah dasar di SDI Tetandara Ende tahun 2015.

pemahaman konsep ilmu pengetahuan alam. Menurut Asikin penggunaan media visual sangat penting dalam pembelajaran Biologi karena membantu siswa memahami materi abstrak melalui representasi visual sehingga retensi, minat, dan keterlibatan siswa meningkat dibandingkan pembelajaran konvensional (Asikin, 2024: 12).

Pemahaman konsep merupakan aspek fundamental dalam pembelajaran Biologi, karena materi Biologi sering kali melibatkan struktur, proses, dan fenomena yang bersifat abstrak dan memerlukan representasi visual agar dapat dipahami secara mendalam oleh siswa. Tanpa pemahaman konsep yang kuat, siswa hanya mampu menghafal informasi tanpa mampu menerapkannya dalam konteks nyata atau menyusun hubungan antar konsep Biologi. Penelitian Wahid menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran seperti charta, model, dan PowerPoint dapat meningkatkan pemahaman konsep Biologi yang sebelumnya rendah melalui pendekatan kontekstual dan visual yang lebih menantang daripada ceramah saja (Wahid, 2020: 1).

Media pembelajaran visual seperti gambar, diagram dan PowerPoint memiliki peran penting dalam membantu siswa memahami konsep-konsep Biologi yang abstrak. Penggunaan gambar bisa merangsang pemikiran visual siswa sehingga materi menjadi lebih konkret. Sementara PowerPoint memungkinkan penyajian materi secara terstruktur dengan perpaduan teks, visual, dan animasi yang dapat meningkatkan daya serap siswa serta memfasilitasi penyampaian konsep secara bertahap dan menarik. Hasil penelitian Mukti menggarisbawahi bahwa pemanfaatan gambar sebagai media pembelajaran efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi Biologi dibandingkan metode konvensional yang minim visualisasi (Mukti et al., 2024: 6).



Di SMA Negeri 1 Ende, pembelajaran Biologi masih berjalan secara konvensional yaitu dominan ceramah dan penggunaan media pembelajaran yang sangat minim. Siswa hanya mengandalkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan catatan guru tanpa dukungan visual yang memperjelas hubungan antara konsep-konsep Biologi yang abstrak. Hal tersebut menyebabkan tingkat pemahaman konsep siswa rendah dan keterlibatan dalam pembelajaran tidak optimal. Oleh karena perlu adanya penggunaan media pembelajaran digital dan visual dapat berkontribusi terhadap peningkatan hasil pemahaman konsep siswa secara signifikan dibandingkan media konvensional semata (Niama et al., 2023: 3745).

Media pembelajaran visual seperti gambar dan PowerPoint mendukung pencapaian kompetensi dasar Biologi yang tercantum dalam kurikulum, yaitu kemampuan memahami, menganalisis, dan mengevaluasi fenomena biologi secara ilmiah. penerapan media visual ini tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran, tetapi juga akan meningkatkan kompetensi siswa dalam menguasai konten Biologi secara bermakna dan sesuai tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Kegiatan pembelajaran ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Ende dengan sasaran utama yaitu siswa kelas X.4. Pemilihan lokasi dan sasaran kegiatan ini didasarkan pada perlunya variasi dalam pembelajaran Biologi, yaitu dengan menerapkan media gambar dan PowerPoint sebagai upaya inovatif untuk menggantikan metode pembelajaran sebelumnya yang masih bersifat konvensional dan berpusat pada guru. Melalui kegiatan ini, siswa diharapkan lebih aktif dan mudah memahami konsep Biologi yang bersifat abstrak melalui penerapan media visual.

Bentuk kegiatan ini berupa pembelajaran Biologi menggunakan media gambar dan PowerPoint. Guru menjelaskan materi dengan bantuan gambar yang dicetak serta

PowerPoint yang dirancang menarik menggunakan aplikasi Canva. PowerPoint juga dibagikan kepada siswa agar dapat diakses kapan pun sebagai bahan belajar mandiri. Pendekatan yang digunakan adalah pembelajaran aktif dan partisipatif, di mana siswa terlibat dalam tanya jawab dan diskusi selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan demikian, siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga berkontribusi dalam membangun pemahaman bersama.

Tahapan pelaksanaan kegiatan meliputi tiga bagian utama. Pada tahap persiapan, dilakukan penyusunan RPPM, pembuatan media PowerPoint, dan pencetakan gambar pendukung. Tahap pelaksanaan melibatkan kegiatan pembelajaran di kelas, di mana guru memandu siswa membuka file PowerPoint yang telah diberikan sambil menjelaskan menggunakan media gambar. Sesi pembelajaran berlangsung interaktif melalui tanya jawab untuk meningkatkan keaktifan dan pemahaman siswa. Sementara itu, tahap evaluasi dilakukan dengan meminta siswa menyimpulkan inti pembelajaran atau menjelaskan ulang materi berdasarkan pemahaman mereka, serta melalui tanya jawab singkat untuk mengukur tingkat penguasaan konsep. Kegiatan ini bertujuan untuk menciptakan suasana belajar yang menarik, aktif, dan bermakna, serta membantu siswa memahami konsep Biologi secara lebih mendalam melalui penggunaan media visual yang inovatif dan mudah diakses.



**Gambar 1.** Pembelajaran Biologi menggunakan media Power Point pada materi Jamur



**Gambar 2.** Pembelajaran Biologi menggunakan media gambar pada materi Bakteri

Kegiatan pembelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Ende menunjukkan bahwa penerapan media gambar dan PowerPoint dalam pembelajaran Biologi mampu meningkatkan keaktifan dan pemahaman konsep siswa. Siswa menjadi lebih antusias, aktif bertanya saat pembelajaran, dan hasil ulangan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman setelah penggunaan media tersebut.

### Daftar Pustaka

- Anggraeni, R., Alamsyah, M. R. N., & Utami, F. P. (2025). MEDIA PERMAINAN KARTU UNO UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR DAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN. 9, 11-21.
- Asikin, Z. (2024). EFEKTIVITAS MEDIA VISUAL DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP BIOLOGI DI SEKOLAH MENENGAH ATAS. *Jurnal Ilmiah IPA Dan Matematika*, 12-16.
- Lestari, T. A., Jamaluddin, & Pahmi, S. (2023). Identifikasi Penggunaan Media Pembelajaran dalam Proses Belajar-Mengajar di SMA Kota Mataram. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(November), 2071-2077.

- Mukti, F., Ratnawati, N. W., & Burhani, H. (2024). Penggunaan gambar sebagai media pembelajaran telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap mata pelajaran Biologi. 1(3).
- Niama, S. U., WH, E. H., & Hakim, U. L. (2023). UPAYA PENINGKATAN PEMAHAMAN KONSEP BIOLOGI SISWA MELALUI MEDIA PEMBELAJARAN DIGITAL DI SMA KESATRIAN 2 SEMARANG. November.
- Wahid, A. (2020). UPAYA MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP BIOLOGI MENGGUNAKAN MEDIA CHARTA , MODEL , DAN POWER POINT PADA SISWA KELAS XI - IPA SMA DR MUSTA ' IN ROMLY TAHUN PELAJARAN 2018 / 2019. *Jurnal Kependidikan, Pembelajaran, Dan Pengembangan*, 02(02), 1–13.



# **PENERAPAN PHET COLORADO UNTUK SIMULASI MATERI SELEKSI ALAM DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA DI SMA NEGERI 2 ENDE**

***Alfian Sabina Kea<sup>13</sup>  
(Universitas Flores)***

*“Penerapan simulasi PhET Colorado dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa SMA pada materi seleksi alam.”*

**B**iologi merupakan salah satu mata pelajaran sains yang mempelajari fenomena kehidupan, baik pada tingkat molekuler hingga ekosistem (Lestari, 2025:02). Salah satu materi penting dalam pembelajaran biologi di SMA adalah seleksi alam, yang merupakan bagian dari konsep evolusi. Materi ini menuntut kemampuan berpikir abstrak karena melibatkan proses jangka panjang, variasi genetik, serta

---

<sup>13</sup> Alfian Sabina Kea lahir di Mboapoma, 17 Desember 2003, merupakan Mahasiswa di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Flores, Ende menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Ende tahun 2021, menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 6 Nangapanda tahun 2018, dan menyelesaikan Sekolah Dasar di SDK Puukou tahun 2015.

interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya. Akibatnya, banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep seleksi alam secara utuh.

Berdasarkan hasil observasi pada kegiatan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA Negeri 2 Ende, pembelajaran materi seleksi alam masih didominasi oleh metode ceramah dan penggunaan buku. Kondisi tersebut menyebabkan siswa cenderung pasif, kurang tertarik, dan mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan proses seleksi alam. Dampaknya terlihat pada rendahnya pemahaman konsep dan hasil belajar siswa. Seiring perkembangan teknologi, pemanfaatan media pembelajaran berbasis digital menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu media yang dapat digunakan adalah simulasi PhET Colorado, yaitu media pembelajaran interaktif berbasis komputer yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder. Simulasi PhET memungkinkan siswa melakukan eksplorasi konsep sains secara visual dan interaktif, sehingga dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep yang bersifat abstrak. Oleh karena itu, penerapan simulasi PhET Colorado pada materi seleksi alam di SMA Negeri 2 Ende diharapkan mampu meningkatkan pemahaman siswa serta menciptakan pembelajaran biologi yang lebih aktif, menarik, dan bermakna.

Seleksi alam merupakan mekanisme utama evolusi yang menjelaskan bagaimana organisme dengan sifat yang menguntungkan memiliki peluang hidup dan berkembang biak lebih besar dibandingkan organisme lain (Budiharjo dan Rachmawati, 2025:04). Konsep ini mencakup variasi individu, adaptasi, kompetisi, dan pengaruh lingkungan. Dalam pembelajaran biologi, seleksi alam sering kali sulit dipahami karena prosesnya tidak dapat diamati secara langsung dalam waktu singkat. Menurut teori konstruktivisme, siswa akan lebih mudah memahami konsep apabila mereka terlibat secara aktif

dalam proses pembelajaran dan membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman belajar (Arafah dkk, 2023:13). Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran yang mampu memfasilitasi pengalaman belajar tersebut.

PhET Colorado adalah media pembelajaran berbasis simulasi interaktif yang dirancang untuk membantu siswa memahami konsep sains melalui eksplorasi langsung. Simulasi PhET menampilkan model visual, animasi, serta fitur manipulatif yang memungkinkan siswa melakukan percobaan virtual. Keunggulan PhET Colorado antara lain: Menyajikan konsep abstrak secara visual dan konkret, mendorong pembelajaran aktif dan eksploratif, mudah diakses dan digunakan dan mendukung pembelajaran berbasis inkuiri. Dalam pembelajaran seleksi alam, simulasi PhET dapat membantu siswa memahami proses adaptasi, perubahan populasi, serta pengaruh faktor lingkungan terhadap kelangsungan hidup organisme (Syahrina dkk, 2024:24).

Penelitian penerapan simulasi PhET Colorado pada materi seleksi alam dilaksanakan pada siswa kelas XII F 1 SMA Negeri 2 Ende dengan jumlah 32 siswa. Penilaian dilakukan melalui tes pemahaman konsep pada tahap pra-tindakan, siklus I, dan siklus II. Sebelum penerapan simulasi PhET Colorado, pembelajaran masih menggunakan metode konvensional. Hasil tes awal menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi seleksi alam masih rendah. Nilai rata-rata kelas: 62,4, Siswa tuntas ( $\geq 75$ ): 11 siswa (34%) dan Siswa belum tuntas: 21 siswa (66%). Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).

Pada siklus I, pembelajaran mulai menggunakan simulasi PhET Colorado dengan bimbingan guru. Siswa diperkenalkan pada simulasi dan melakukan eksplorasi sederhana. Nilai rata-rata kelas: 71,8, Siswa tuntas ( $\geq 75$ ): 20 siswa (62%) dan Siswa belum tuntas: 12 siswa (38%). Terjadi peningkatan nilai rata-

rata dan jumlah siswa yang mencapai ketuntasan, meskipun masih terdapat beberapa siswa yang belum optimal dalam memahami konsep seleksi alam. Pada siklus II, pembelajaran diperbaiki dengan meningkatkan diskusi kelompok dan pendampingan dalam penggunaan simulasi PhET Colorado. Nilai rata-rata kelas: 82,6, Siswa tuntas ( $\geq 75$ ): 28 siswa (88%) dan siswa belum tuntas: 4 siswa (12%). Hasil ini menunjukkan peningkatan yang signifikan baik dari segi nilai rata-rata maupun ketuntasan belajar siswa.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pembelajaran

| No | Tahap Pembelajaran | Rata-Rata | Nilai Ketuntasan |
|----|--------------------|-----------|------------------|
| 1  | Pra-Tindakan       | 62,4      | 34%              |
| 2  | Siklus 1           | 71,8      | 62%              |
| 3  | Siklus 2           | 72,6      | 88%              |

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep seleksi alam setelah diterapkannya simulasi **PhET Colorado** dalam pembelajaran biologi di SMA Negeri 2 Ende. Peningkatan tersebut terlihat dari hasil tes pemahaman konsep yang diberikan pada setiap siklus pembelajaran.

Pada tahap **pra-tindakan**, nilai rata-rata siswa adalah **62,4**, dengan persentase ketuntasan belajar sebesar **34%** atau sebanyak **11 dari 32 siswa**. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan, yaitu **75**. Setelah pelaksanaan tindakan pada **siklus I**, nilai rata-rata siswa meningkat menjadi **71,8**, dengan tingkat ketuntasan belajar mencapai **62%** atau sebanyak **20 siswa**. Meskipun terjadi peningkatan, hasil ini



belum memenuhi target ketuntasan klasikal. Pada **siklus II**, hasil belajar siswa mengalami peningkatan yang signifikan. Nilai rata-rata kelas mencapai **82,6**, dengan tingkat ketuntasan belajar sebesar **88%** atau sebanyak **28 siswa**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan simulasi PhET Colorado mampu meningkatkan pemahaman konsep seleksi alam secara efektif.

Peningkatan hasil belajar siswa disebabkan oleh penggunaan simulasi PhET Colorado yang menyajikan visualisasi proses seleksi alam secara interaktif. Siswa dapat mengamati hubungan antara variasi individu dan faktor lingkungan secara langsung melalui simulasi, sehingga konsep yang sebelumnya bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Hasil penelitian ini sejalan dengan pendekatan pembelajaran konstruktivisme yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan. Dengan demikian, simulasi PhET Colorado dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran biologi untuk meningkatkan pemahaman konsep seleksi alam.

## Daftar Pustaka

- Arafah, A. A., Sukriadi, S., & Samsuddin, A. F. (2023). Implikasi teori belajar konstruktivisme pada pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(2), 358-366. Volume 13. Nomor 2, Juni 2023 | ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
- Budiharjo, A., & Rachmawati, D. (2025). *Evolusi antara Fakta dan Teori*. UGM PRESS.
- Lestari, S. (2025). Konsep Dasar Dan Metode Pengajaran Fisika, Biologi, Kimia, Ilmu Pengetahuan Bumi Dan Antariksa Dalam Ipa Di Sd/Mi. *Research and Development Journal of Education*, 11(2), 1431-1445.

Syahrina, A., Yovita, Y., & Syafiuddin, F. A. (2024). Pengembangan Evaluasi Media Slide Berbasis Aplikasi Physics Education Technology (PhET) dalam Meningkatkan Eksplorasi Aktif dan Kreasi Materi Listrik. *Mitra PGMI: Jurnal Kependidikan MI*, 10(1), 12-24. ISSN: 2443-0021 E-ISSN: 2716-4136 <https://ejournal.stai-tbh.ac.id/index.php/mitra-pgm>



# KONVERSI MANGROVE: TANTANGAN PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR BERKELANJUTAN

*Almira Rayyah Shadriah Fahru, S,Pd., M.Pd.<sup>14</sup>*  
*(Universitas Muhammadiyah Luwuk)*

*“Konservasi mangrove sangat penting menjaga kestabilan pesisir, namun pelaksanaannya kerap menghadapi tantangan kompleks lingkungan, sosial, ekonomi, serta tata kelola berkelanjutan.”*

Hutan mangrove memiliki peran yang sangat penting bagi wilayah pesisir karena menjalankan berbagai fungsi, meliputi fungsi fisik, kimia, biologis, ekonomi, dan pariwisata. Apabila hutan mangrove mengalami kerusakan atau hilang, maka akan timbul berbagai kerugian bagi manusia, makhluk hidup lain, serta lingkungan wilayah pesisir. Kerusakan ekosistem hutan mangrove dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam mencakup bencana alam seperti tsunami, sedangkan faktor manusia berkaitan dengan berbagai aktivitas pemanfaatan sumber

---

<sup>14</sup> Penulis lahir di Luwuk, 27 Juni 2000, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Luwuk, menyelesaikan studi S1 Pendidikan Biologi di Universitas Tadulako tahun 2021, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Pendidikan SAINS Universitas Tadulako tahun 2024.

daya, misalnya penebangan pohon mangrove untuk memenuhi kebutuhan hidup dan alih fungsi lahan.

Hutan mangrove memiliki karakteristik topografi yang relative datar sehingga menarik minat masyarakat untuk mengembangkan berbagai kegiatan ekonomi, seperti pertanian, perikanan, dan industri. Kondisi tersebut menyebabkan kawasan mangrove lebih rentan dialih fungsikan menjadi kawasan ekonomi. Selain itu, akses ke kawasan mangrove relatif lebih mudah dibandingkan daerah pegunungan. Letaknya yang umumnya berada di sekitar muara sungai juga membuat hutan mangrove mudah mengalami alih fungsi karena tingginya ketergantungan masyarakat terhadap wilayah pesisir.

Jika hal seperti ini terus dibiarkan, tentu saja akan mempengaruhi kestabilan lingkungan di daerah pesisir, sehingga diperlukan konservasi ekosistem hutan mangrove. Upaya menjaga kelestarian hutan mangrove secara berkelanjutan harus melibatkan masyarakat sekitar pesisir dengan memelihara ekosistem mangrove sehingga terjaga kelangsungan hidupnya, karena wilayah pesisir yang sehat dapat mendukung ekonomi nasional sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem laut.

Sayangnya, saat ini banyak dijumpai tantangan dalam pengelolaan wilayah pesisir, tekanan ekonomi justru mendorong masyarakat daerah pesisir untuk melakukan eksploitasi sumber daya secara destruktif dibandingkan menjaga kelestarian lingkungan. Hal ini disebabkan Masyarakat pesisir yang umumnya menghadapi keterbatasan akses terhadap pendidikan, pelayanan kesehatan, dan kesempatan kerja yang memadai. Ketergantungan pada sumber daya alam yang terus mengalami penurunan kualitas menjadikan kelompok ini semakin rentan terhadap kemiskinan.

Pembangunan wilayah pesisir selama ini lebih menitikberatkan pada kepentingan ekonomi makro dan kerap mengesampingkan keterlibatan masyarakat wilayah pesisir dalam pengambilan keputusan. Padahal, partisipasi aktif masyarakat lokal merupakan unsur penting untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan.

Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 menegaskan pentingnya pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil secara terpadu dan berkelanjutan, yang mencakup aspek perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengawasan terhadap sumber daya alam pesisir agar tetap lestari. Pendekatan pengelolaan tersebut tidak dapat dilaksanakan oleh satu pihak saja, melainkan memerlukan sinergi dan kerja sama yang kuat antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah, kalangan akademisi sebagai penyedia kajian ilmiah, masyarakat lokal sebagai pelaku utama di lapangan, serta sektor swasta sebagai mitra dalam mendukung pembangunan pesisir yang berkelanjutan dan berkeadilan.

Kebijakan yang kurang efektif serta belum optimalnya penerapan praktik pengelolaan yang berkelanjutan sering kali berujung pada terjadinya degradasi lingkungan pesisir, yang pada akhirnya berdampak langsung pada menurunnya kualitas ekosistem sekaligus kualitas hidup masyarakat pesisir yang sangat bergantung pada sumber daya alam di sekitarnya.

Ada beberapa factor yang berkontribusi terhadap kegagalan pengelolaan sumber daya alam dalam pembangunan kesejahteraan wilayah pesisir di Indonesia, diantaranya yaitu konflik kebijakan pengembangan industri dan pembangunan yang mengabaikan pelestarian sumber daya alam, Upaya perlindungan lingkungan yang membatasi aktivitas ekonomi, seperti perikanan dan pariwisata, dapat mengurangi pendapatan masyarakat dan menimbulkan ketidakpuasan, Prioritas pada kepentingan industri sering kali menimbulkan konflik dengan masyarakat lokal yang kehidupannya

tergantung pada sumber daya alam pesisir, menyebabkan masalah sosial ekonomi, Penekanan pada kepentingan industri yang kerap memicu benturan dengan masyarakat lokal yang menggantungkan hidupnya pada sumber daya alam pesisir, sehingga menimbulkan berbagai persoalan sosial dan ekonomi, serta kurangnya kolaborasi antara pemerintah, masyarakat lokal, sektor swasta, dan lembaga penelitian dalam pengelolaan pesisir menimbulkan inefisiensi dan gagalnya inisiatif pelestarian dan pengembangan sumber daya. (Yuli dan Marwah, 2024: 16).

Dalam hal ini, Masyarakat harus diberikan edukasi terkait pentingnya peran Masyarakat sebagai pelaku utama dalam pengelolaan wilayah pesisir dan Masyarakat wilayah pesisir juga yang langsung merasakan manfaat dari kestabilan wilayah pesisir. Selain itu pengelolaan wilayah pesisir perlu didukung oleh penegakan hukum yang kuat, karena upaya konservasi dan pengelolaan wilayah pesisir akan mudah digagalkan oleh kepentingan jangka pendek seperti bisnis reklamasi, tambang pasir laut, atau penangkapan ikan destruktif jika tidak ada aturan dan regulasi yang kuat. Peran aparat penegak hukum, dinas lingkungan, dan lembaga pengawas masyarakat juga menjadi sangat penting dalam menjaga agar pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan dapat berjalan sesuai koridornya.

Solusi selanjutnya adalah perluasan pendapatan masyarakat pesisir dengan menekankan pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, tanpa merusak ekosistem. Kegiatan ekonomi seperti budidaya laut berkelanjutan, mengolah sumber daya hasil laut mentah menjadi produk olahan yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi, pemanfaatan energi laut, serta jasa lingkungan merupakan hal yang dapat dilakukan. Dengan memberikan alternatif mata pencaharian yang ramah lingkungan, masyarakat tidak lagi bergantung pada eksploitasi

berlebihan terhadap ekosistem pesisir khususnya pada eksploitasi ekosistem mangrove. Pemerintah perlu mendukung infrastruktur ekonomi Masyarakat pesisir dengan menyediakan akses pasar, teknologi tepat guna, pembiayaan mikro, serta kebijakan insentif untuk investasi berkelanjutan di sektor kelautan.

### **Daftar Pustaka**

Yuli, Yanti, Daris., dan Marwah. 2024. Sinergi Kebijakan Publik dan Pengelolaan Sumber Daya Alam Dalam Pembangunan Berkelanjutan di Wilayah Pesisir Kabupaten Bima. *JIAN : Jurnal Ilmu Administrasi Negara*. Vol 21 No 2, 14-28, e-ISSN: 2986-7444; p-ISSN: 2085-1804.

## **BAB II**

# **PEMBELAJARAN KIMIA INOVATIF**





# KESADARAN LINGKUNGAN CALON GURU KIMIA SEBAGAI NILAI KARAKTER TERHADAP KEPEDULIAN LINGKUNGAN

*Dr. Citra Ayu Dewi, S.Pd., M.Pd.<sup>15</sup>  
(Universitas Pendidikan Mandalika)*

*“Kesadaran lingkungan calon guru kimia sebagai nilai karakter yang mencakup dimensi kognitif, afektif, etis, dan praksis yang berkontribusi positif terhadap kepedulian lingkungan”*

Kesadaran lingkungan (*environmental awareness*) merupakan dimensi penting dalam pendidikan karakter abad ke-21, terutama bagi calon guru kimia yang memiliki peran strategis dalam membentuk literasi sains, etika lingkungan, dan perilaku berkelanjutan peserta didik. Berdasarkan hasil penelitian ini, kesadaran lingkungan calon guru kimia tidak hanya dipahami sebagai pengetahuan tentang isu-isu lingkungan, tetapi juga sebagai nilai karakter yang

---

<sup>15</sup> Penulis lahir di Kempo, 06 Juni 1987, penulis merupakan Dosen di Universitas Pendidikan Mandalika dalam bidang Pendidikan Kimia, penulis menyelesaikan gelar Sarjana Pendidikan Kimia di IKIP Mataram (2009), sedangkan gelar Magister Pendidikan diselesaikan di Universitas Negeri Malang pada Program Studi Pendidikan Kimia (2012), dan gelar Doktor diselesaikan tahun 2024 pada Program Studi Pendidikan Kimia di Universitas Negeri Malang.

terinternalisasi dan memengaruhi sikap serta kepedulian nyata terhadap lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesadaran lingkungan calon guru kimia berkembang melalui interaksi antara pemahaman konsep kimia, pengalaman akademik, nilai moral, serta konteks sosial-budaya pendidikan. Kesadaran ini kemudian memengaruhi tingkat kepedulian lingkungan yang ditunjukkan dalam bentuk sikap, komitmen, dan kecenderungan perilaku pro-lingkungan.

Kesadaran lingkungan calon guru kimia dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa dimensi utama, yaitu: 1. kesadaran kognitif; 2. kesadaran afektif; 3. kesadaran etis-moral; dan 4. kesadaran praksis.

### **1. Kesadaran Kognitif Lingkungan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara kognitif, calon guru kimia memiliki pemahaman yang cukup baik terhadap isu-isu lingkungan global dan lokal, seperti pencemaran air dan udara, limbah kimia, perubahan iklim, serta degradasi ekosistem. Pengetahuan ini diperoleh melalui mata kuliah kimia lingkungan, kimia hijau (*green chemistry*), serta diskusi akademik yang terintegrasi dalam perkuliahan. Namun demikian, temuan penelitian juga mengindikasikan bahwa pemahaman konseptual tersebut masih bersifat parsial dan belum sepenuhnya terintegrasi dengan perspektif keberlanjutan. Sebagian calon guru masih memandang isu lingkungan sebagai materi tambahan, bukan sebagai paradigma berpikir dalam pembelajaran kimia. Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa literasi lingkungan mahasiswa sains sering kali kuat pada aspek pengetahuan, tetapi lemah pada integrasi nilai dan tindakan (Ardoin et al., 2020).

### **2. Kesadaran Afektif terhadap Lingkungan**

Pada dimensi afektif, penelitian menemukan bahwa calon guru kimia menunjukkan sikap peduli dan empati terhadap permasalahan lingkungan. Kepedulian ini tampak

dalam respons emosional terhadap isu kerusakan lingkungan, seperti rasa khawatir terhadap pencemaran sungai, krisis sampah plastik, dan dampak industri kimia terhadap kesehatan manusia. Kesadaran afektif ini dipengaruhi oleh pengalaman personal, paparan media, serta kegiatan akademik berbasis proyek lingkungan. Meskipun demikian, tingkat kedalaman empati masih bervariasi. Sebagian calon guru menunjukkan kepedulian yang bersifat normatif, yaitu sekadar menyetujui pentingnya pelestarian lingkungan tanpa diikuti komitmen jangka panjang. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa sikap positif terhadap lingkungan tidak secara otomatis berujung pada perilaku pro-lingkungan (Kollmuss & Agyeman, 2002).

### **3. Kesadaran Etis-Moral Lingkungan**

Dimensi etis-moral menjadi salah satu temuan penting dalam penelitian ini. Kesadaran lingkungan calon guru kimia tidak hanya didasarkan pada pertimbangan ilmiah, tetapi juga pada nilai-nilai moral, tanggung jawab sosial, dan etika profesi keguruan. Calon guru kimia memandang bahwa menjaga lingkungan merupakan bagian dari tanggung jawab moral sebagai pendidik dan ilmuwan. Prinsip keadilan antargenerasi, keberlanjutan, dan tanggung jawab terhadap makhluk hidup lain menjadi dasar etis dalam memaknai kepedulian lingkungan. Namun demikian, penelitian ini juga menemukan adanya ketegangan antara nilai ideal tersebut dengan realitas praktik, terutama ketika dihadapkan pada tuntutan akademik, keterbatasan fasilitas, dan budaya konsumtif di lingkungan kampus. Temuan ini sejalan dengan pendekatan etika lingkungan yang menekankan bahwa pendidikan sains harus mengintegrasikan dimensi moral dan nilai, bukan hanya aspek teknis dan kognitif (Sterling, 2011).

Kepedulian lingkungan dipahami sebagai manifestasi nyata dari kesadaran lingkungan yang telah terinternalisasi sebagai nilai karakter. Kepedulian tersebut tercermin dalam

sikap, niat, dan kecenderungan perilaku calon guru kimia dalam kehidupan akademik maupun sosial.

#### **4. Sikap Kepedulian Lingkungan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar calon guru kimia memiliki sikap positif terhadap pelestarian lingkungan. Mereka menyetujui pentingnya pengurangan limbah, penggunaan bahan kimia ramah lingkungan, serta penerapan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*). Sikap ini menjadi fondasi awal bagi pembentukan karakter peduli lingkungan. Namun, sikap tersebut belum selalu diikuti oleh konsistensi perilaku. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara sikap dan tindakan (*attitude-behavior gap*) yang umum ditemukan dalam studi perilaku lingkungan (Gifford & Nilsson, 2014).

#### **5. Intensi dan Komitmen Pro-Lingkungan**

Penelitian ini menemukan bahwa intensi untuk berperilaku ramah lingkungan cukup tinggi, terutama dalam konteks profesional sebagai calon guru. Banyak responden menyatakan niat untuk mengintegrasikan isu lingkungan dalam pembelajaran kimia di sekolah, misalnya melalui konteks masalah lingkungan lokal atau eksperimen berbasis *green chemistry*. Namun, komitmen tersebut masih bersifat prospektif dan belum sepenuhnya diuji dalam praktik nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan karakter peduli lingkungan memerlukan pengalaman langsung, pembiasaan, serta dukungan institusional yang berkelanjutan.

#### **6. Perilaku Lingkungan dalam Konteks Akademik**

Dalam praktik akademik sehari-hari, kepedulian lingkungan calon guru kimia tampak dalam tindakan sederhana, seperti penghematan energi, pengelolaan limbah praktikum, dan partisipasi dalam kegiatan lingkungan kampus. Akan tetapi, intensitas dan konsistensi perilaku tersebut masih relatif rendah. Penelitian ini mengindikasikan bahwa perilaku pro-lingkungan calon guru kimia dipengaruhi

oleh faktor struktural, seperti kebijakan kampus, ketersediaan fasilitas, dan budaya akademik. Tanpa dukungan sistemik, kesadaran lingkungan yang telah terbentuk cenderung melemah dalam praktik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kesadaran lingkungan calon guru kimia telah berkembang sebagai nilai karakter yang mencakup dimensi kognitif, afektif, etis, dan praksis. Kesadaran tersebut berkontribusi positif terhadap kepedulian lingkungan, meskipun masih terdapat kesenjangan antara sikap dan perilaku. Oleh karena itu, penguatan pendidikan karakter berbasis lingkungan menjadi kebutuhan mendesak dalam pendidikan guru kimia untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

## Daftar Pustaka

- Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241, 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Gifford, R., & Nilsson, A. (2014). Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, 49(3), 141–157. <https://doi.org/10.1002/ijop.12034>
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260.
- Sterling, S. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5, 17–33.
- Tilbury, D. (2011). Education for sustainable development: An expert review of processes and learning. Paris: UNESCO.



# INTEGRASI HOTS DALAM KURIKULUM KIMIA: TANTANGAN, STRATEGI, DAN IMPLEMENTASI

*Dr. La Kolo, S.Pd., M.Si.<sup>16</sup>  
(Universitas Bumi Hijrah)*

*“Integrasi HOTS dalam kurikulum kimia melalui strategi inovatif krusial untuk membentuk pola pikir saintifik dan literasi sains abad ke-21”*

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut transformasi paradigma yang fundamental, bergeser dari sekadar penguasaan konten faktual menuju pengembangan kompetensi berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Dalam lanskap global yang ditandai oleh ketidakpastian, kompleksitas, dan ambiguitas (VUCA), kemampuan untuk menganalisis informasi secara kritis, mengevaluasi argumen berbasis bukti, serta menciptakan solusi inovatif menjadi determinan utama keberhasilan

---

<sup>16</sup> Penulis lahir di Waitomu tanggal 12 Januari 1986. Sejak tahun 2013, penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Bumi Hijrah Tidore. Pendidikan tinggi ditempuh pada jenjang Sarjana di Jurusan Pendidikan Kimia (2011), Magister di Jurusan Kimia (2015), dan Doktor di bidang Ilmu Kimia (2022) di Universitas Hasanuddin Makassar. Kegiatan penelitian penulis berfokus pada pengembangan material berbasis sumber daya alam, katalis heterogen, serta pemanfaatan biomassa untuk produksi biodiesel.

individu maupun bangsa. Urgensi HOTS dalam pendidikan sains, khususnya kimia, menjadi sangat krusial mengingat posisi kimia sebagai "ilmu pusat" (*central science*) yang menjembatani ilmu fisika dengan ilmu hayati, serta menjadi fondasi bagi berbagai kemajuan dalam bidang material, energi, dan kedokteran.

### **A. Landasan Teoretis HOTS dalam Pendidikan Kimia**

Secara teoretis, HOTS sering dikaitkan dengan revisi Taksonomi Bloom oleh Anderson dan Krathwohl (2001), yang menempatkan kemampuan menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan mencipta (*creating*) sebagai ranah kognitif tingkat tinggi. Dalam pendidikan kimia, ketiga ranah ini diterjemahkan ke dalam aktivitas mental yang spesifik dan kompleks. Menganalisis melibatkan kemampuan membedakan komponen-komponen dalam suatu sistem kimia, seperti mengidentifikasi variabel bebas dan terikat dalam laju reaksi atau membedah mekanisme reaksi organik menjadi langkah-langkah elementer. Mengevaluasi mencakup pemberian penilaian terhadap validitas data eksperimen, efektivitas suatu katalis, atau signifikansi hasil analisis instrumen berdasarkan kriteria tertentu. Sementara itu, mencipta merupakan puncak dari proses berpikir di mana siswa mampu merancang prosedur sintesis baru, memodelkan struktur molekul untuk fungsi spesifik, atau mengonstruksi argumen ilmiah yang orisinal.

Penting untuk dicatat bahwa HOTS dalam kimia juga melibatkan kemampuan metakognitif, yaitu kesadaran siswa terhadap proses berpikir mereka sendiri saat memecahkan masalah. Menurut Rahayu dan Alsulami (2024), penguasaan HOTS memungkinkan siswa untuk melakukan transfer pengetahuan dari satu konteks ke konteks lainnya, yang merupakan inti dari literasi sains abad ke-21. Dengan demikian, HOTS bukan sekadar label untuk soal yang sulit atau

rumit, melainkan sebuah proses kognitif integratif yang menggabungkan pemahaman konseptual mendalam dengan keterampilan proses sains yang sistematis.

## **B. HOTS dalam Kurikulum Kimia**

Integrasi HOTS telah menjadi fokus sentral dalam berbagai inisiatif pengembangan kurikulum di tingkat global maupun nasional. Di Indonesia, transformasi ini termanifestasi secara eksplisit dalam Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini menggeser fokus dari keluasan materi menuju kedalaman kompetensi melalui Capaian Pembelajaran (CP). CP dalam kimia dirancang untuk mendorong siswa tidak hanya memahami fakta ilmiah, tetapi juga mampu melakukan inkuiri saintifik yang mencakup keterampilan mengamati, mempertanyakan, memprediksi, merencanakan, melakukan penyelidikan, menganalisis data, mengevaluasi, dan mengomunikasikan hasil. Hal ini selaras dengan upaya pembentukan Profil Pelajar Pancasila, khususnya pada dimensi bernalar kritis dan kreatif.

Dalam konteks pendidikan tinggi, adopsi *Outcome-Based Education* (OBE) menuntut penyelarasan yang ketat antara kurikulum dengan profil lulusan yang dibutuhkan oleh dunia kerja dan masyarakat. HOTS menjadi salah satu indikator utama dalam pencapaian kompetensi lulusan (CPL). Mahasiswa kimia diharapkan mampu melakukan riset mandiri, mengevaluasi literatur ilmiah secara kritis, serta menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau (*green chemistry*) dalam konteks industri dan laboratorium.

## **C. Tantangan Implementasi HOTS dalam Pembelajaran Kimia**

Meskipun urgensi HOTS telah disepakati, implementasinya di lapangan menghadapi berbagai tantangan yang kompleks. Pertama adalah tantangan konseptual. Sifat kimia yang abstrak



seringkali memicu miskonsepsi pada siswa. Tanpa pemahaman konsep dasar yang kokoh, siswa akan kesulitan untuk mencapai level berpikir yang lebih tinggi. Misalnya, sulit bagi siswa untuk mengevaluasi kesetimbangan kimia jika mereka masih bingung membedakan antara perubahan fisik dan kimia.

Kedua adalah tantangan pedagogik. Banyak pendidik yang masih terjebak dalam pola pengajaran konvensional yang berpusat pada guru (*teacher-centered*). Merancang aktivitas pembelajaran dan instrumen asesmen berbasis HOTS memerlukan kreativitas dan waktu yang lebih banyak. Selain itu, kesiapan guru dalam mengelola kelas yang aktif dan diskursif seringkali menjadi hambatan. Ketiga adalah tantangan sarana dan budaya belajar. Keterbatasan alat laboratorium dan akses terhadap sumber belajar digital yang berkualitas dapat menghambat proses inkuiri. Di sisi lain, budaya belajar siswa yang terbiasa dengan hafalan dan "menunggu instruksi" memerlukan waktu untuk bertransformasi menjadi pembelajar mandiri yang kritis.

#### **D. Strategi Integrasi HOTS dalam Pembelajaran Kimia**

Untuk mengatasi tantangan implementasi, diperlukan strategi integrasi yang sistematis, inovatif, dan berpusat pada siswa. Pendekatan pembelajaran aktif seperti *Problem-Based Learning* (PBL), *Inquiry-Based Learning*, dan *Project-Based Learning* (PjBL) telah terbukti secara empiris efektif dalam menstimulasi HOTS (Handayani dkk., 2023). Dalam PBL, siswa dihadapkan pada masalah nyata yang tidak terstruktur (*ill-structured problems*), seperti fenomena pengasaman laut atau degradasi polimer di lingkungan.

Strategi pengembangan instrumen asesmen juga harus mengalami transformasi fundamental. Soal-soal berbasis HOTS harus memiliki stimulus yang kaya, kontekstual, dan menuntut penalaran, bukan sekadar pemanggilan memori (*recall*).

Penggunaan studi kasus kimia dalam kehidupan sehari-hari, seperti analisis kandungan zat aditif dalam pangan atau efikasi obat-obatan tradisional (Ethno-STEM), dapat meningkatkan relevansi dan keterlibatan siswa (Rampean dkk., 2025). Pemanfaatan teknologi digital juga menjadi strategi kunci. Penggunaan simulasi virtual, *augmented reality* (AR), dan perangkat lunak pemodelan molekul (seperti ChemDraw atau Avogadro) dapat membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang sulit diamati secara langsung. Hal ini memfasilitasi transisi dari berpikir konkret ke berpikir abstrak-teoretis yang merupakan ciri khas HOTS dalam kimia.

### E. Implementasi HOTS pada Berbagai Bidang Kimia

Implementasi HOTS harus diwujudkan secara spesifik dalam berbagai cabang ilmu kimia untuk menunjukkan fleksibilitas dan kedalaman disiplin ini. Dalam bidang Kimia Dasar dan Kimia Fisik, siswa tidak hanya diminta menghitung nilai entalpi atau laju reaksi, tetapi diajak untuk menganalisis data termodinamika mentah guna memprediksi spontanitas suatu proses industri. Mereka dapat diminta mengevaluasi mekanisme reaksi yang diusulkan berdasarkan data kinetika eksperimental, yang melatih kemampuan evaluasi kritis berbasis bukti kuantitatif. Misalnya, membandingkan efisiensi energi antara berbagai jenis sel bahan bakar (*fuel cells*) berdasarkan prinsip elektrokimia.

Pada bidang Kimia Organik dan Anorganik, integrasi HOTS dapat dilakukan melalui aktivitas *retrosynthetic analysis*. Siswa tidak lagi sekadar menghafal nama reaksi, melainkan harus mampu mengevaluasi berbagai rute sintesis untuk menghasilkan molekul target dengan mempertimbangkan aspek ekonomi atom (*atom economy*), toksisitas reagen, dan kemudahan pemurnian. Dalam kimia anorganik, siswa dapat menganalisis hubungan antara struktur kristal dengan sifat superkonduktivitas atau magnetik suatu material baru, yang menuntut kemampuan berpikir spasial dan analitis yang tinggi

(Ismiatun dan Kamaludin, 2023).

Dalam kimia terapan, seperti bidang kesehatan, lingkungan, dan teknik kimia, HOTS diimplementasikan melalui pemecahan masalah multidisiplin. Siswa dapat diminta menganalisis dampak jangka panjang penggunaan mikroplastik terhadap rantai makanan atau mengevaluasi efektivitas sistem pengolahan limbah cair industri tekstil menggunakan metode fotokatalisis. Sebagai contoh skenario pembelajaran: siswa diberikan data kualitas air sungai yang tercemar dan diminta untuk merancang sebuah prototipe sistem filtrasi bertingkat menggunakan material lokal (seperti sabut kelapa, pasir silika, dan zeolit). Mereka kemudian harus menguji prototipe tersebut, mengevaluasi hasilnya, dan melakukan literasi desain untuk meningkatkan efisiensi pembersihan polutan.

## Daftar Pustaka

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Handayani, Y., Asia, E., & Hidayat, S. (2023). Peningkatan Kemampuan High Order Thinking Skills (HOTS) melalui Project-Based Learning (PjBL) dalam Implementasi Kurikulum Merdeka. *PTK: Jurnal Tindakan Kelas*, Vol. 4, 1, 48-60;
- Ismiatun, & Kamaludin, A. (2023). Pengembangan Buku Teks bermuatan Higher Order Thinking Skills (HOTS) pada materi Gugus Fungsi. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, Vol. 5, 2, 34-42;
- Rahayu, S., & Alsulami, N. M. (2024). Assessing higher order thinking skills of the 21st century learners using socio-scientific issues as a context. *AIP Conference Proceedings*, Vol. 3106, 1, 070009;

Rampean, B. A. O., Laman, E. G., Ta'bi, W. A., Senolinggi, C. Marsena, T., & Nugraha, F. (2025). Development of E-Module Based Ethno-STEM to Improve HOTS and Students' Scientific Attitudes in Chemistry Learning. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, Vol. 9, 1, 32-41;



# ENERGI KIMIA TERBARUKAN DALAM PERSPEKTIF EKOTEOLOGI

*Shorihatul Inayah, S.Pd., M.Si.<sup>17</sup>  
(MAN 1 Tuban)*

*“Energi kimia terbarukan dipandang ekoteologi sebagai amanah ilahi menjaga ciptaan melalui teknologi berkelanjutan bertanggung jawab “*

Krisis lingkungan global yang semakin nyata akibat perubahan iklim, pencemaran, dan menipisnya sumber energi fosil menuntut adanya pendekatan baru dalam pemenuhan kebutuhan energi manusia. Di tengah tantangan tersebut, energi kimia terbarukan hadir sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui melalui proses kimia. Namun, persoalan energi tidak semata-mata bersifat teknis dan ilmiah, melainkan juga menyentuh dimensi etis dan spiritual manusia.

Krisis lingkungan global ditandai oleh perubahan iklim, pencemaran, dan eksploitasi sumber daya alam mendorong manusia meninjau kembali relasinya dengan alam. Salah satu pendekatan relevan dalam menjawab tantangan ini adalah

---

<sup>17</sup> Penulis lahir di Tuban, 4 Maret 1978, merupakan Guru Kimia, MAN 1 Tuban sejak 2003. Menyelesaikan studi S1 Pendidikan Kimia UM tahun 2002, menyelesaikan S2 Kimia UM tahun 2021, dan Masuk S3 Pendidikan Kimia UM juga Tahun 2021 dan saat ini dalam proses penyelesaian Disertasi.

energi kimia terbarukan yang dipadukan dengan perspektif ekoteologi. Ekoteologi memandang alam bukan sekadar objek eksploitasi, melainkan bagian dari ciptaan Tuhan yang memiliki nilai intrinsik dan harus dijaga keberlanjutannya.

Krisis energi dan kerusakan lingkungan yang semakin meluas merupakan tantangan serius bagi keberlanjutan kehidupan manusia dan alam. Ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil telah menyebabkan berbagai persoalan ekologis, seperti peningkatan emisi gas rumah kaca, perubahan iklim, pencemaran udara, air, dan tanah, serta degradasi ekosistem. Kondisi ini menuntut adanya upaya transisi menuju sumber energi yang lebih bersih, ramah lingkungan, dan berkelanjutan sebagai solusi jangka panjang bagi kebutuhan energi global.

Energi kimia terbarukan muncul sebagai salah satu alternatif strategis dalam menjawab tantangan tersebut. Energi ini dihasilkan melalui reaksi kimia dari sumber daya yang dapat diperbarui, seperti biomassa, limbah organik, biofuel, dan hidrogen hijau. Selain berpotensi mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, energi kimia terbarukan juga mampu menekan dampak negatif terhadap lingkungan serta mendukung pembangunan berkelanjutan. Namun, pengembangan dan pemanfaatan energi tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis dan ekonomi, tetapi juga menyentuh dimensi etis, moral, dan spiritual manusia.

Energi kimia terbarukan merupakan energi yang dihasilkan dari reaksi kimia bahan-bahan yang dapat diperbarui, seperti bioetanol, biodiesel, biogas, dan hidrogen hijau. Sumber energi ini berasal dari biomassa, limbah organik, serta proses ramah lingkungan yang mampu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Penggunaan energi kimia terbarukan berkontribusi pada penurunan emisi gas rumah kaca dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

Energi kimia terbarukan merupakan salah satu bentuk inovasi energi yang memanfaatkan reaksi kimia dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, seperti biomassa, limbah organik, dan hidrogen hijau. Meliputi bioetanol, biodiesel, biogas, bahan bakar berbasis hidrogen yang dikembangkan untuk menggantikan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Secara ilmiah, energi kimia terbarukan berperan penting dalam menekan emisi gas rumah kaca, mengurangi pencemaran lingkungan, mendukung transisi menuju sistem energi bersih dan berkelanjutan.

Dalam perspektif ekoteologi, pemanfaatan energi kimia terbarukan dipandang sebagai bentuk tanggung jawab moral dan spiritual manusia sebagai khalifah di bumi. Ajaran agama menekankan amanah untuk memelihara alam, menjaga keseimbangan ekosistem, serta menghindari kerusakan lingkungan. Pengembangan energi terbarukan sejalan dengan nilai-nilai tersebut karena bertujuan melindungi ciptaan Tuhan dari kerusakan akibat eksploitasi berlebihan. Perspektif ekoteologi menawarkan cara pandang holistik dengan menempatkan alam sebagai ciptaan Tuhan yang harus dijaga dan dipelihara secara bertanggung jawab. Melalui pendekatan ini, pengembangan dan pemanfaatan energi kimia terbarukan tidak hanya dipahami sebagai solusi teknologi, tetapi juga sebagai wujud amanah moral dan keimanan manusia dalam menjaga keseimbangan dan keberlanjutan bumi sebagai rumah bersama.

Pemanfaatan energi kimia terbarukan dipahami sebagai perwujudan tanggung jawab manusia sebagai penjaga ciptaan Tuhan. Alam tidak diposisikan sebagai objek eksploitasi tanpa batas, melainkan sebagai amanah ilahi yang harus dikelola dengan penuh kebijaksanaan. Prinsip ekoteologi menekankan keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan manusia dan kelestarian lingkungan, sehingga pengembangan energi harus mempertimbangkan dampak ekologis, sosial, dan moral secara menyeluruh.

Penggunaan energi kimia terbarukan juga mencerminkan nilai keadilan ekologis yang menjadi perhatian utama ekoteologi. Energi yang bersumber dari bahan terbarukan dapat dikembangkan secara lokal, memberdayakan masyarakat, dan mengurangi ketimpangan akses energi. Dengan demikian, energi tidak hanya berfungsi sebagai sarana pemenuhan kebutuhan ekonomi, tetapi juga sebagai instrumen untuk mewujudkan kesejahteraan bersama tanpa merusak tatanan alam.

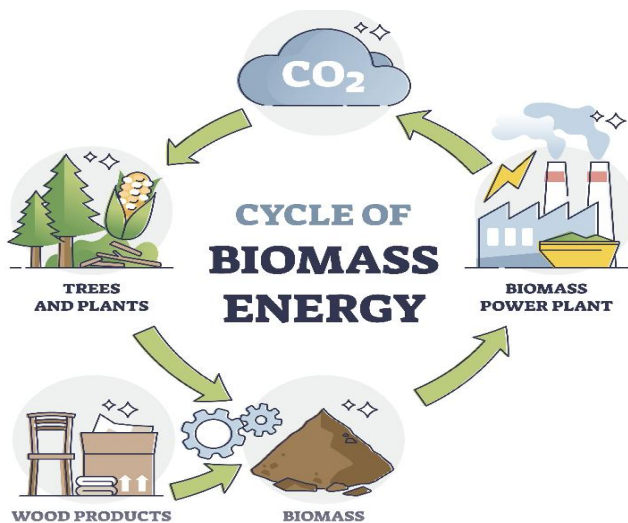
Ekoteologi juga mengajak manusia untuk mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, dan nilai keimanan. Energi kimia terbarukan bukan hanya solusi teknis, tetapi j refleksi etis atas cara manusia memenuhi kebutuhan energi tanpa mengorbankan generasi mendatang. Dengan demikian, inovasi energi harus diarahkan pada keberlanjutan, keadilan ekologis, dan kesejahteraan bersama.

Integrasi antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan spiritualitas. Pengembangan energi kimia terbarukan tidak berhenti pada inovasi teknis, tetapi diarahkan untuk membentuk kesadaran ekologis berbasis nilai keimanan. Kesadaran ini mendorong perubahan perilaku manusia dalam menggunakan energi secara hemat, bertanggung jawab, dan berkelanjutan. Melalui pendekatan ekoteologi, energi kimia terbarukan menjadi upaya membangun harmoni antara manusia, alam, dan Tuhan dalam menghadapi tantangan lingkungan global.

Melalui pendekatan ekoteologi, energi kimia terbarukan menjadi sarana nyata dalam membangun kesadaran ekologis berbasis spiritualitas. Kesadaran ini mendorong perubahan perilaku individu dan kolektif menuju gaya hidup ramah lingkungan. Dengan mengharmoniskan iman, ilmu, dan teknologi, manusia dapat mewujudkan pengelolaan energi yang berkelanjutan serta menjaga kelestarian bumi sebagai rumah bersama.



Berikut Kerangka Analisis, Hubungan Kimia Energi & Ekoteologi:



Energi kimia terbarukan dalam perspektif ekoteologi menegaskan bahwa upaya pemenuhan kebutuhan energi tidak dapat dipisahkan dari tanggung jawab moral dan spiritual manusia terhadap alam. Pengembangan energi yang ramah lingkungan merupakan bentuk kesadaran akan amanah Tuhan untuk menjaga keseimbangan dan kelestarian ciptaan-Nya. Dengan memadukan ilmu pengetahuan, teknologi, dan nilai keimanan, energi kimia terbarukan tidak hanya menjadi solusi atas krisis energi dan lingkungan, tetapi juga sarana membangun kesadaran ekologis yang berkelanjutan.

Komitmen bersama antara pemerintah, masyarakat, dan institusi pendidikan, pendekatan ekoteologi diharapkan mampu mendorong lahirnya praktik energi yang adil, bijaksana, dan bertanggung jawab demi keberlangsungan bumi sebagai rumah bersama bagi generasi kini dan mendatang.

Diperlukan kolaborasi yang lebih erat antara ilmuwan kimia dan tokoh agama untuk mensosialisasikan penggunaan energi bersih sebagai bagian dari gaya hidup religius. Edukasi mengenai teknologi energi tidak boleh lepas dari nilai-nilai moral agar transisi energi di Indonesia memiliki fondasi etis yang kuat

## Daftar Pustaka

- Andrianos, L., & Tomren, T. S. (Eds.). (2021). *Contemporary Ecotheology, Climate Justice and Environmental Stewardship in World Religions*. Embla Akademisk forlag.
- Ecotheology. (2025). *St Andrews Encyclopaedia of Theology*. Cogent Social Sciences, 11(1).
- Husin, A. (2024). "Kimia Hijau (Green Chemistry) dan Ajaran Islam: Solusi Berkelanjutan Tantangan Lingkungan." *Jurnal Integrasi*, 1(2), 88–101.
- Jaelani, A. (2025). *Ekoteologi, Energi Baru Terbarukan, dan Ekonomi Islam: Isyarat-Isyarat Ilmiah dan Etika Al-Qur'an*. Cirebon: Aksara Pustaka.
- Muhammad, M. (2024). Konsep Listrik dengan Energi Baru Terbarukan dalam Al-Qur'an: Tafsir Sains Tematik Terhadap Kata Barqun. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 5(2), 1085–1101
- Nelson, Vaughn C., & Starcher, Kenneth L. (2025). *Introduction to Renewable Energy* (3rd Edition). Florida: CRC Press.
- Rahmat, M. B., Masruchin, & Fauzan. (2025). The Idea of Islamic Ecotheology in Responding to the Global Environmental Crisis: An Analysis of the Concepts of Khalifah, Mīzān, and Maṣlaḥah. *Indonesian Journal of Islamic Theology and Philosophy*, 7(1), 93–110

- Rasyid, R. I. N., Dzikri, M. F., Adani, H. L., & Davina, E. A. (2024). Bioethanol Production as Renewable Energy from Macroalgae *Eucheuma cottonii*: A Mini Review. *Journal of Clean Technology*, 1(2).
- Samudra, M. S. (2025). Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan di Indonesia Ditinjau dari Pembangunan Berkelanjutan dan Tata Kelola Lingkungan yang Baik. *Jurnal Pro Natura*, 2(1).
- Suryani, S., Fitriyana, N., & Nugroho. (2025). Eco-Theology from a Christian Perspective: A Study of Verses on Environmental Conservation. *Literacy: International Scientific Journals*, 4(3).
- Syafnil, S. (2024). Energi Baru Terbarukan Sebagai Suatu Pembenaran. *Sosial Horizon: Jurnal Pendidikan Sosial*, 10(2).
- Tshaka, R. S. (2024). *Theology and the Environment in the Anthropocene: African Perspectives*. London: Routledge.



# DARI REAKSI KE REALITA: PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS PROYEK UNTUK SOLUSI MASALAH LINGKUNGAN

*Agustina Purnami Setiawi, M.Pd.<sup>18</sup>  
(Universitas Stella Maris Sumba)*

*“Pembelajaran kimia berbasis proyek di Teknik Lingkungan menghubungkan konsep dengan masalah nyata, meningkatkan hasil belajar, literasi sains, dan solusi berkelanjutan”*

Masalah lingkungan di Indonesia maupun global semakin kompleks dan menuntut solusi yang bukan hanya berbasis kebijakan, tetapi juga berbasis pemahaman ilmiah. Isu pencemaran air dan tanah, limbah domestik/organik, sampah plastik, hingga emisi dan perubahan iklim memerlukan pendekatan multidisiplin dan tindakan terukur (Mulwandani et al., 2024). Dalam konteks pendidikan tinggi, khususnya program studi Teknik Lingkungan, pembelajaran kimia

---

<sup>18</sup> Penulis lahir di Desnpasar, 20 Agustus 1986, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Stella Maris Sumba, menyelesaikan studi S1 Pendidikan Matematika di UPMI Bali (Universitas PGRI Mahadewa Indonesia) tahun 2009, menyelesaikan S2 Pendidikan Matematika di UNDIKSHA (Universitas Pendidikan Ganesha) tahun 2020, dan sedang menempuh pendidikan S3 Prodi Ilmu Pendidikan di UNDIKSHA (Universitas Pendidikan Ganesha) sejak tahun 2024.

berperan strategis sebagai fondasi untuk memahami transformasi zat, karakteristik pencemar, serta prinsip teknologi pengolahan berbasis reaksi kimia. Namun, pembelajaran kimia di perguruan tinggi masih sering dominan pada teori “reaksi dan perhitungan”, sementara keterhubungan dengan konteks lapangan belum selalu dibangun secara sistematis. Akibatnya, mahasiswa berpotensi memandang kimia sebagai mata kuliah abstrak, bukan sebagai perangkat analitik untuk memecahkan persoalan lingkungan. Padahal, pembelajaran kimia yang kuat di tingkat tinggi perlu mendorong literasi kimia dan literasi sains, yaitu kemampuan memahami konsep, menafsirkan data, dan mengambil keputusan berbasis bukti dalam konteks nyata (Rahmawati et al., 2020). Pendekatan yang dinilai relevan untuk menjembatani konsep dan realita adalah ***Project-Based Learning (PjBL)***. PjBL menempatkan masalah autentik sebagai titik awal pembelajaran dan menuntut mahasiswa merancang investigasi, mengumpulkan serta menganalisis data, lalu menghasilkan produk atau solusi yang dapat diuji kelayakannya. Pada pembelajaran kimia, PjBL dapat diintegrasikan dengan prinsip ***green chemistry*** dan ***sustainability education***, sehingga orientasi belajar tidak hanya penguasaan konsep, tetapi juga dampak lingkungan dan keberlanjutan (Sari et al., 2024).

Penelitian ini dilaksanakan di **Universitas Stella Maris Sumba** pada Program Studi **Teknik Lingkungan** dengan subjek mahasiswa **semester 1 dan 3**. Pemilihan konteks Sumba penting karena persoalan lingkungan lokal—misalnya limbah domestik, kualitas air sumur, dan sampah organik—dapat menjadi “laboratorium nyata” untuk proyek berbasis kimia. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan implementasi PjBL, menguji dampaknya pada hasil belajar dan kemampuan pemecahan masalah lingkungan, serta menggali persepsi mahasiswa terhadap pengalaman belajar “dari reaksi ke realita”. Desain yang digunakan adalah ***mixed methods***

***sequential explanatory***, yang menekankan analisis kuantitatif dan diperdalam melalui wawancara/FGD untuk menjelaskan temuan (Rahmawati et al., 2020). Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa Teknik Lingkungan semester 1 dan 3, dengan sampel **6 kelas** ( $\pm 28$  mahasiswa per kelas; total  $\pm 168$  mahasiswa). Variabel bebas adalah model pembelajaran (PjBL berbasis solusi masalah lingkungan). Variabel terikat meliputi hasil belajar kimia, kemampuan pemecahan masalah (rubrik proyek), literasi ilmiah dan sikap lingkungan (angket), serta keterampilan kolaborasi/komunikasi (observasi dan rubrik). PjBL dilaksanakan melalui enam tahap: (1) perumusan ***driving question*** berbasis isu lokal (misalnya pengurangan COD/BOD limbah domestik atau peningkatan kualitas air sumur); (2) perencanaan proyek; (3) investigasi kimia melalui uji sederhana/simulasi/data sekunder; (4) pengembangan solusi/produk (prototype filtrasi, SOP pengolahan, infografik berbasis data); (5) presentasi dan publikasi; serta (6) refleksi dan evaluasi. Prosedur ini sejalan dengan PjBL yang menekankan pembelajaran autentik dan keberlanjutan, serta mendorong literasi sains melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam proyek nyata (Fadilawati et al., 2024). Instrumen penelitian meliputi pretest-posttest, rubrik proyek, angket literasi/sikap, lembar observasi, pedoman wawancara/FGD, dan dokumentasi.

Hasil implementasi menunjukkan PjBL mendorong mahasiswa menghubungkan konsep kimia dengan problem nyata. Mahasiswa memetakan pencemar dan merumuskan opsi pengolahan melalui prinsip kimia seperti netralisasi, koagulasi-flokulasi, adsorpsi, serta degradasi senyawa organik. Produk proyek yang dihasilkan berupa prototype filtrasi berbahan lokal, SOP pengolahan limbah domestik, dan rekomendasi berbasis data pengujian kualitas air (pH, TDS, serta indikator sederhana lainnya). Temuan ini sejalan dengan studi pengembangan modul green chemistry berbasis PjBL yang menekankan bahwa proyek efektif memperkuat pemahaman

kimia sekaligus kesadaran dampak lingkungan (Sari et al., 2024). Secara kuantitatif, pembelajaran berbasis proyek menunjukkan kecenderungan peningkatan hasil belajar kimia lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional, terlihat dari kenaikan posttest dan N-gain pada kelas-kelas PjBL. Peningkatan ini dapat dijelaskan karena mahasiswa tidak hanya menghafal konsep, tetapi menerapkannya untuk membaca fenomena pencemaran dan merancang solusi. Hal ini konsisten dengan penelitian PjBL pada materi green chemistry yang melaporkan peningkatan hasil belajar dan keterlibatan peserta didik (Jannah & Dwiningsih, 2023). Pada rubrik proyek, mahasiswa juga menunjukkan peningkatan pada ketepatan pemilihan solusi, relevansi data, dan keberlanjutan. Keterbatasan alat, variasi kualitas data, serta faktor sosial lokal justru memperkaya pembelajaran karena mahasiswa berlatih mengambil keputusan berbasis bukti dan mempertimbangkan kelayakan solusi. Literatur menegaskan bahwa PjBL berorientasi sustainability dapat mengembangkan literasi sains serta kemampuan menghasilkan solusi realistis (Fadilawati et al., 2024). Selain itu, integrasi SDGs dalam pembelajaran berbasis proyek terbukti dapat memperkuat dimensi metakognitif dan reflektif dalam pemecahan masalah lingkungan (Nisa et al., 2024). Observasi menunjukkan peningkatan kolaborasi dan komunikasi ilmiah. Mahasiswa terbiasa menyusun laporan berbasis data, mempresentasikan temuan, serta berargumentasi terkait pilihan metode dan keterbatasan. Dari sisi berpikir kritis, PjBL mendorong mahasiswa menilai validitas data, mengidentifikasi faktor pengganggu, dan membedakan solusi “ideal” dengan yang “feasible” secara sosial-ekonomi. Keterampilan ini penting bagi calon profesional teknik lingkungan, dan sejalan dengan temuan studi internasional bahwa STEM-PjBL dalam kimia memperkuat chemical literacy, termasuk kemampuan mengomunikasikan konsep kimia dalam situasi nyata (Rahmawati et al., 2020).

Data wawancara/FGD menunjukkan mahasiswa merasakan kimia lebih relevan dengan bidang teknik lingkungan. Mahasiswa menyatakan bahwa kimia tidak lagi dipahami sebagai “sekadar rumus”, tetapi sebagai alat analisis pencemar dan dasar penyusunan rekomendasi pengolahan berbasis data. Temuan ini mendukung pandangan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat menggeser orientasi belajar dari penguasaan konten menuju penerapan ilmiah dalam kehidupan (Rahmawati et al., 2020). Efektivitas PjBL dapat dijelaskan melalui: (1) pengalaman autentik yang meningkatkan makna belajar; (2) tuntutan integrasi konsep dan data sehingga pemahaman berkembang menjadi kemampuan berargumentasi ilmiah; dan (3) keterkaitan dengan green chemistry dan sustainability yang memperkuat tanggung jawab lingkungan sebagai bagian literasi sains (Sari et al., 2024). Kendala yang muncul mencakup keterbatasan waktu, variasi kemampuan mahasiswa, keterbatasan alat, dan koordinasi kelompok. Kendala ini dapat diatasi dengan scaffolding bertahap, penyederhanaan parameter uji, pemanfaatan data sekunder, serta kolaborasi dengan instansi lokal. Strategi tersebut sesuai dengan rekomendasi PjBL yang menekankan pentingnya proyek yang realistis, terukur, dan kontekstual (Fadilawati et al., 2024).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa PjBL pada pembelajaran kimia mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Stella Maris Sumba mampu menghubungkan konsep dengan realita masalah lingkungan melalui investigasi berbasis data dan pengembangan solusi aplikatif. PjBL cenderung meningkatkan hasil belajar, kemampuan pemecahan masalah, serta keterampilan abad 21. Implikasinya, kurikulum kimia teknik lingkungan perlu memperkuat PjBL dengan prinsip green chemistry, indikator SDGs, serta kemitraan dengan komunitas dan instansi lingkungan lokal. Keterbatasan penelitian terkait variasi kondisi kelas dan fasilitas, serta tantangan kontrol variabel pembelajaran.



Penelitian lanjutan disarankan menguji Sustainable Project-Based Learning (S-PjBL), mengintegrasikan teknologi sederhana (sensor pH/TDS atau AR), dan menerapkan proyek lintas mata kuliah agar dampaknya lebih kuat dan berkelanjutan.

## Daftar Pustaka

- Fadilawati, S., Hernani, & Musthapa, I. (2024). *Project-based learning with sustainability in chemistry learning: Developing scientific literacy in the 21st century*. Proceedings of the 2nd International Conference on Education, Science Technology and Health (ICONESTH 2024). Universitas Bina Bangsa Getsempena.
- Jannah, A., & Dwiningsih, K. (2023). Penerapan pembelajaran kimia hijau melalui project based learning (PjBL) pada mata pelajaran kimia. *Journal of Chemical Education*, Universitas Negeri Surabaya.
- Mulwandani, Z., Fajrina, S., Lufri, & Fadilah, M. (2024). Enhancing students sustainability literacy through a green economy based project-based learning model. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(2).
- Nisa, S., et al. (2024). Project-based learning (PjBL) contains sustainable development goals (SDGs) to improve students' metacognitive awareness. *Edusains*, 16(1).
- Rahmawati, Y., Andanswari, F. D., Ridwan, A., Gillies, R., & Taylor, P. C. (2020). STEM project-based learning in chemistry: Opportunities and challenges to enhance students' chemical literacy. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 13(7), 1673–1694.

Sari, A. R. P., Meiliawati, R., Sidauruk, S., Wulandari, A., Ni'mah, F., Handayani, B. U., & Siringo-ringo, F. B. (2024). Development of a green chemistry module based on project-based learning. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 15(2), 271–281.



# KETERAMPILAN LABORATORIUM FONDASI *PEDAGOGICAL CONTENT* *KNOWLAGE (PCK)*

***Ratika Saputri, M.Pd.<sup>19</sup>***  
***(Universitas Islam Negeri Mahmud Yunus***  
***Batusangkar)***

*“Keterampilan Laboratorium merupakan ranah pengetahuan Pedagogical Content Knowlage (PCK) yang penting dikuasi oleh seorang calon guru kimia profesional”*

Kegiatan Laboratorium tidak dapat dipisahkan dari kurikulum pendidikan khususnya dalam bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (STEM), serta bidang terapan lainnya, termasuk pada perguruan tinggi untuk menciptakan lulusan berupa calon guru yang dihadapkan pada tantangan untuk tidak hanya menghasilkan lulusan pendidik kimia masa depan yang hanya menguasai konten keilmuan (content knowledge) tetapi juga terampil dalam membangun pemahaman ilmiah peserta didik, terampil, kritis, dan siap

---

<sup>19</sup> Penulis lahir di Batusangkar, 17 September 1991, merupakan Dosen di Program Studi Tadris Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) UIN Mahmud Yunus Batusangkar, menyelesaikan studi S1 di Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang tahun 2013, menyelesaikan S2 di Program Pascasarjana Prodi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Padang tahun 2015.

berkontribusi di dunia nyata. Keterampilan Laboratorium tidak dapat dipisahkan dari kurikulum Tadris Kimia Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Mahmud Yunus Batusangkar. Salah satu program studi pada perguruan tinggi yang profil lulusannya menciptakan calon guru kimia profesional. Dimana guru merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan proses pembelajaran, khususnya calon guru kimia, maka dari itu, mahasiswa calon guru perlu menguasai beberapa kategori ranah pengetahuan agar dapat melaksanakan pembelajaran dengan baik.

Agustina (2015) menyatakan bahwa terdapat 7 kategori ranah pengetahuan yang penting dikuasai oleh seorang guru agar dapat melaksanakan pembelajaran dengan baik yaitu : konten (Content Knowledge), pedagogi yang sesuai dengan konten (Pedagogical Content Knowledge), karakteristik siswa (Knowledge of Learners), pedagogi umum (General Pedagogical Knowledge), pendidikan secara umum (Knowledge of Educational Context), kurikulum (Curriculum Knowledge), dan tujuan pendidikan (Knowledge of Educational ends, purposes, and values).

Pedagogical Content Knowledge (PCK) sebagai salah satu pengetahuan. khusus yang menggabungkan pemahaman mendalam tentang konten/subjek (Content Knowledge/CK) dengan pengetahuan tentang cara terbaik untuk mengajarkannya (Pedagogical Knowledge/PK) kepada kelompok siswa tertentu, dan dalam konteks tertentu. Secara sederhana, PCK adalah “knowing how to teach what to whom.”. Shulman (1986) memperkenalkan konsep Pedagogical Content Knowledge (PCK) sebagai pengetahuan khusus yang dimiliki guru tentang cara mengajarkan suatu konten tertentu secara efektif.

Keterampilan laboratorium merujuk pada kompetensi teknis dan prosedural dalam merancang, menyiapkan, melaksanakan, dan mengevaluasi kegiatan eksperimen kimia

secara aman disertakan pengetahuan tentang keselamatan kerja di laboratorium secara akurat. Bagi seorang guru kimia, kedua hal ini tidak berdiri sendiri, melainkan berada dalam hubungan simbiosis mutualisme yang saling menguatkan. Keterampilan laboratorium bukan sekadar bagian dari Content Knowledge (CK), tetapi justru menjadi jantung dari PCK guru kimia. Selama ini, terdapat jurang pemisah antara konsep-konsep abstrak yang dipelajari di dalam kelas dengan aplikasinya yang kompleks di luar kelas. Di sinilah kegiatan praktikum muncul sebagai jembatan yang esensial. Praktikum bukan lagi sekadar pelengkap atau pengisi waktu dalam kurikulum, melainkan suatu komponen inti yang bersifat sinergis dengan pembelajaran teoretis.

Calon guru dengan keterampilan lab yang baik mampu merancang atau memodifikasi eksperimen sederhana yang sesuai dengan tingkat kognitif siswa, ketersediaan alat/bahan di sekolah, dan konteks lokal. Lebih penting lagi, seorang guru kimia wajib memahami prinsip-prinsip keselamatan dan keselamatan kerja (K3) laboratorium secara mendalam, sehingga dapat merancang prosedur yang aman serta mengantisipasi potensi bahaya. Disamping itu, keterampilan lab memungkinkan guru melakukan demonstrasi dengan teknik yang tepat, demonstrasi eksperimen adalah seni mengajar kimia yang menghasilkan hasil yang jelas, sekaligus mampu menjelaskan setiap langkah dan fenomena yang terjadi, serta juga dapat mengantisipasi hal-hal yang tidak terduga dan mengubahnya menjadi momen pembelajaran yang berharga. Bahkan Ketika eksperimen siswa tidak berhasil, guru dengan keterampilan lab yang kuat dapat dengan cepat mendiagnosis masalahnya: apakah kesalahan prosedur, ketidaktepatan pengukuran, atau masalah pada bahan? Kemampuan ini jauh lebih bernilai daripada sekadar memberikan kunci jawaban.

Keterampilan laboratorium tidak hanya tentang teknik, tetapi juga tentang pembentukan sikap dan karakter ilmiah yang akan ditransfer kepada siswa. Guru yang terampil dan mahir mengelola laboratorium memiliki authority dan kredibilitas di mata siswa. Kepercayaan diri ini penting untuk menciptakan suasana belajar yang kondusif dan berwibawa. Praktikum mengajarkan nilai ketelitian, kesabaran, dan kejujuran dalam mencatat data. Seorang calon guru yang mengalami sendiri proses ini akan lebih otentik dalam menanamkan nilai-nilai tersebut kepada siswanya. Mereka menjadi teladan langsung dari seorang scientist.

Selain itu, keterampilan laboratorium dapat mengembangkan kemampuan Manajemen dan risiko. Mengelola laboratorium sekolah dengan puluhan siswa membutuhkan keterampilan manajemen yang baik, pengaturan kelompok, distribusi alat/bahan, penanganan limbah, dan penegakan protokol keselamatan. Pengalaman praktikum yang intensif selama kuliah membekali calon guru dengan kemampuan mengelola sumber daya dan risiko ini.

Kegiatan Laboratorium seiring dengan perkembangan pembelajaran dan sekaligus menjawab tantangan pembelajaran abad 21, dengan kurikulum merdeka yang lebih menekankan pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) dan penguatan profil pelajar Pancasila, di mana dimensi "Bernalar Kritis" dan "Kreatif" sangat sentral. Banyak proyek kimia sederhana yang dapat dilakukan, seperti pembuatan sabun, uji kualitas air, atau ekstraksi senyawa alam. Calon guru dengan keterampilan lab yang mumpuni dapat membimbing siswa dalam proyek-proyek semacam ini, yang sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Seiring dengan itu, di era serba digital, AI dan banjir informasi, dalam upaya mendorong Literasi Sains dan Mitigasi Misinformasi guru kimia yang terampil dapat merancang praktikum sederhana untuk menguji klaim-klaim yang beredar

di masyarakat (misalnya, uji kandungan formalin pada makanan, atau keasaman air hujan). Ini adalah bentuk konkret dari literasi sains dan kontribusi guru dalam membangun masyarakat yang kritis.

Oleh karena itu Mengingat urgensi tersebut, kurikulum Tadris Kimia perlu didesain dengan penekanan yang kuat dan progresif pada pengembangan keterampilan laboratorium.

### **Daftar Pustaka**

Agustina, Putri. 2015. Pengembangan PCK (Pedagogical Content Knowledge) Mahasiswa Calon Guru Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta Melalui Simulasi Pembelajaran. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*. JPPI, Vol. 1, No. 1, November 2015, Hal. 1-15 e-ISSN 2477-2038.



# PENGEMBANGAN TAWAS DARI LIMBAH ALMUNIMUM FOIL (ALUFO) SEBAGAI KOAGULAN ALTERNATIF UNTUK PENGOLAHAN AIR

*Melati Ireng Sari, S.T., M.T.<sup>20</sup>  
(Politeknik Negeri Sriwijaya)*

*“Tawas merupakan koagulan yang efektif dalam pengolahan air dengan membentuk flok kecil menjadi flok yang lebih besar dan mengendap”*

Pengolahan air merupakan salah satu kegiatan yang paling krusial saat ini karena berperan penting dalam menjaga ketersediaan air bersih. Pengolahan air dapat dilakukan dengan berbagai metode baik secara fisika, kimia maupun biologi tergantung dengan tingkat pencemaran pada air. Pengolahan air secara kimia umumnya dilakukan dengan melibatkan koagulan, yaitu zat yang dapat menggumpalkan polutan dengan membentuk flok-flok kecil polutan air, kemudian membentuk flok-flok yang lebih besar hingga

---

<sup>20</sup> Penulis lahir di Palembang, 08 Agustus 1989, merupakan Dosen di Program Studi D-III Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya tahun 2012 dan menyelesaikan S2 di Progam Studi Teknik Kimia BKU Teknologi Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya tahun 2017.



mengendapkannya dengan bantuan gaya gravitasi.

Koagulan air yang umumnya digunakan misalnya *Alumunium Sulfat* ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ )<sub>3</sub>, *Alumunium Chlorida* ( $\text{AlCl}_3$ ), dan *Polialumunium Chlorida* (PAC). Koagulan-koagulan ini dibuat dari berbagai zat kimia dan melalui proses kimia di industri pembuatan tawas. Zat kimia tersebut seperti alumunium hidroksida dan asam sulfat. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk membuat tawas yang ramah lingkungan.

Pada tahun 2022, Indira Aisyah Rifdah Kirana dkk meneliti pembuatan tawas dari limbah kaleng minuman bekas, hasilnya tawas mengandung 4,97% alumunium. Ditahun yang sama, Rati Halimatussakdiyah dkk mendapatkan rendemen tawas 88,45% dari pengolahan limbah kaleng minuman lasegar. Tahun 2024, Atiqah Rahmawati mengolah limbah alumunium foil mejadi tawas dan menghasilkan rendemen tawas sebesar 85%. Kemudian, pada tahun 2025 Mediana Puspita Sari dkk membuat tawas dari blister obat dan mendapatkan rendemen sebesar 15,65%. Namun, hasil penelitian tersebut belum menguji tawas pada pengolahan air secara langsung. Sehingga, pada tahun yang sama, Melati Ireng Sari dkk melakukan penelitian pembuatan tawas *Alumunium Sulfat* dengan memanfaatkan 3 (tiga) macam limbah yaitu *Alumunium Foil tray* (wadah alas roti), *Alumunium Foil* minuman bubuk dan *Alumunium Foil* pembungkus makanan (makanan panggang). Dari penelitian tersebut diperoleh rendemen sebesar 45% dan konversi 80%. Tawas tersebut kemudian diuji pada 3 (tiga) macam air yaitu air sungai, air sumur dan air rawa. Hasilnya, tawas yang berasal dari limbah *alumunium foil* (alufo) mampu menjernihkan air dan menurunkan TDS (56,5%) sedangkan *Alumunium Sulfat* komersil yang dijual dipasaran hanya mampu menurunkan TDS (44,7%).

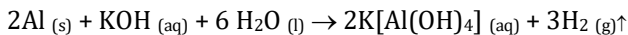
Dari penelitian-penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa tawas *Alumunium Sulfat* ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ )<sub>3</sub> dapat dibuat dari limbah yang mengandung alumunium, seperti:

1. Kaleng bekas minuman,
2. *Alumunium foil* bekas kemasan pembungkus makanan,
3. Blister obat,
4. Wadah sekali pakai alumunium tray (pada wadah roti)

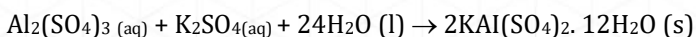
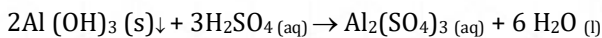
Tawas ini dapat menjadi alternatif pada pengolahan air.

Pada beberapa kasus limbah alumunium tidak murni, perlu dilakukan treatment awal terlebih dahulu seperti pembersihan maupun pengolahan awal. Hal ini dilakukan karena, alumunium yang masih mengandung zat lain seperti plastik maupun polimer lainnya dapat mengganggu dan menghambat proses peleburan senyawa alumunium. Misalnya pada limbah alumunium kemasan minuman bubuk, masih terlapisi dengan metalized plastic sehingga ketika direaksikan dengan KOH, alumunium tidak bereaksi (Sari, M.I, dkk., 2025).

Alumunium yang telah berhasil bereaksi dengan KOH, akan membentuk gas dan busa putih diiringi dengan peningkatan suhu larutan karena reaksi bersifat eksoterm. Lempengan alumunium berubah menjadi larutan berwarna abu tua. Gas yang dihasilkan diindikasikan sebagai gas  $H_2$ . Reaksi yang terjadi adalah:



Untuk membentuk padatan putih tawas *Alumunium Sulfat*, larutan direaksikan dengan asam sulfat pekat. Reaksi yang terjadi adalah:



Padatan putih yang telah terbentuk kemudian dicuci dengan menggunakan etanol. Pada kasus padatan yang dihasilkan berwarna abu-abu, hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat alumunium berlebih.

Tekstur kristal tawas yang dihasilkan akan berbeda-beda tergantung dengan bahan baku. Limbah alumunium yang kokoh dan lebih keras cenderung membentuk tawas dengan tekstur kristal yang sedikit lebih kasar, sedangkan limbah alumunium yang ringan cenderung membentuk tawas dengan tekstur kristal yang lebih lembut dan ringan.

Pengaplikasian tawas pada pengolahan air terlihat pada endapan yang terbentuk pada dasar wadah. Flok kecil polutan membentuk flok yang lebih besar kemudian mengendap pada dasar wadah karena gaya gravitasi, mengindikasikan bahwa tawas bekerja mengikat polutan yang terdapat pada air.

## Daftar Pustaka

- Halimatussakdiyah, Rati., Jalaluddin, Jalaluddin., dan Muarif, Agam. 2022. Pembuatan Tawas Dari Limbah Kaleng Minuman Bekas. *Chemical Eng J Storage*, 2 (2), 1–10.
- Kirana, Indira Aisyah Rifdha., Maulana, Achmad Dwiky., dan Suprihatin Suprihatin. 2022. Karakteristik Tawas Berbahan Dasar Kaleng Minuman Aluminium Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*, 17 (1).
- Rahmawati, Atiq. 2024. Synthesis Kalium Alumunium Sulphate (Alum) From Alumunium Foil Waste Using KOH And  $H_2SO_4$ . *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, 22 (1), 45–51. DOI :
- Sari, Mediana Puspita., Fadhlilah, Ilma dan Prasadim Oto. 2024. *Pemanfaatan Limbah Foil Blister Obat menjadi Koagulan Alumunium Sulfat sebagai Alternatif Pengolahan Limbah*

*Cair Laundry*. Tugas Akhir. Teknik Pengendalian dan Pencemaran Lingkungan. Politeknik Negeri Cilacap. <https://elib.pnc.ac.id/1879/>

Sari, Melati Ireng., Sari, Debby Anggun., Putri, Rara Eka Dyla., Zanita, Erlina. 2025. Optimalisasi Penjernihan Air Sungai Musi Menggunakan Koagulan Dari Limbah Alufo Dengan Metode Koagulasi. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 16 (2).



# IMPLEMENTASI PENDEKATAN STEM DALAM PEMBELAJARAN KIMIA MELALUI PEMBUATAN SABUN MINYAK JELANTAH

*Ainun Marziah, S.Pd., M.Pd.<sup>21</sup>  
(SMAN 1 Sampoiniet)*

*“Pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia kontekstual meningkatkan sikap positif, minat, pemahaman, kreativitas, berpikir kritis, serta mendukung terbentuknya Profil Pelajar Pancasila.”*

Ilmu kimia memiliki peran penting dalam menjelaskan berbagai fenomena alam dan teknologi di sekitar kehidupan manusia. Namun, dalam praktik pembelajaran di sekolah menengah, kimia sering dianggap sulit dan kurang diminati peserta didik. Hal ini disebabkan oleh karakter konsep kimia yang abstrak, seperti struktur molekul, reaksi kimia, dan perhitungan stoikiometri, serta kecenderungan pembelajaran yang menekankan hafalan rumus dibandingkan pemahaman konseptual. Rendahnya kemampuan numerasi dan kurangnya pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari turut

---

<sup>21</sup> Penulis lahir di Banda Aceh, 29 Maret 1987, merupakan Guru di SMAN 1 Sampoiniet, Aceh Jaya, menyelesaikan studi S1 di Fkip Kimia USK pada tahun 2009, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Pendidikan Kimia tahun 2015.

memperkuat persepsi bahwa kimia adalah mata pelajaran yang sulit dan tidak relevan.

Pengalaman mengajar menunjukkan bahwa peserta didik akan lebih tertarik dan termotivasi ketika pembelajaran dikaitkan dengan konteks nyata yang mereka temui sehari-hari. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pendekatan pembelajaran yang mampu menjembatani konsep abstrak kimia dengan pengalaman nyata peserta didik. Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dipandang sebagai solusi karena mengintegrasikan pemahaman konsep sains, penggunaan teknologi, proses rekayasa, dan penerapan matematika dalam pemecahan masalah kontekstual. Salah satu implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia adalah melalui praktik pembuatan sabun dari minyak jelantah. Kegiatan ini relevan dengan materi lemak, reaksi saponifikasi, asam-basa, dan stoikiometri, sekaligus menanamkan kepedulian terhadap lingkungan melalui pemanfaatan limbah rumah tangga. Praktik baik ini diberi judul **“Implementasi Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Kimia melalui Pembuatan Sabun Minyak Jelantah.”**

### **Tinjauan Pustaka**

Meskipun pendekatan STEM memiliki banyak keunggulan, penerapannya dalam pembelajaran kimia tidak terlepas dari berbagai tantangan. Tantangan pertama berasal dari kompetensi dan kesiapan guru. Guru dituntut untuk beralih dari peran sebagai penyampai materi menjadi fasilitator pembelajaran berbasis proyek, sekaligus memahami integrasi antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika.

Tantangan kedua berkaitan dengan ketersediaan sarana dan prasarana. Pembelajaran STEM memerlukan alat ukur yang relatif presisi, bahan praktikum, serta dukungan teknologi. Keterbatasan fasilitas sekolah sering menjadi hambatan dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek.

Tantangan berikutnya adalah perubahan paradigma peserta didik. Peserta didik yang terbiasa belajar secara pasif perlu dibiasakan untuk berpikir kritis, berani mencoba, melakukan kesalahan, dan memperbaiki hasil kerja melalui proses refleksi. Meskipun demikian, tantangan-tantangan tersebut dapat diatasi melalui komitmen guru untuk terus belajar, dukungan pimpinan sekolah, serta kolaborasi seluruh warga sekolah.

Pembelajaran berbasis STEM ini diterapkan pada peserta didik kelas XII IPA dengan jumlah 25 orang. Instrumen yang digunakan meliputi angket respon peserta didik, lembar kerja peserta didik (LKPD), tes pemahaman, dan laporan praktikum. Pembelajaran dilaksanakan dalam tiga pertemuan.

Pada pertemuan pertama, guru menyampaikan konsep dasar tentang lemak, reaksi saponifikasi, asam-basa, dan stoikiometri melalui pendekatan saintifik. Kegiatan diskusi dan tanya jawab dilakukan untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan mengaitkan materi dengan fenomena kehidupan sehari-hari, termasuk isu lingkungan dan nilai-nilai keislaman tentang kebersihan dan tanggung jawab menjaga bumi.



Gambar. 1 dan 2. Proses pemurnian minyak jelantah

Pada pertemuan kedua, peserta didik melaksanakan praktik pembuatan sabun dari minyak jelantah dengan menerapkan tahapan Engineering Design Process (EDP), yaitu

*ask, imagine, plan, create, dan improve.* Peserta didik bekerja dalam kelompok, melakukan pemurnian minyak jelantah, menghitung kebutuhan bahan secara stoikiometri, serta memproduksi sabun dengan desain yang kreatif. Kegiatan ini melatih keterampilan kolaborasi, berpikir kritis, dan kreativitas peserta didik.



Gambar. 3 dan 4. Produk akhir sabun dari minyak jelantah

Pertemuan ketiga difokuskan pada presentasi dan refleksi. Peserta didik mempresentasikan hasil praktikum, membandingkan teori dengan hasil percobaan, serta mendiskusikan kendala dan solusi yang ditemukan selama proses pembuatan sabun. Peserta didik juga menyusun laporan praktikum menggunakan aplikasi Canva, sehingga keterampilan literasi digital dan komunikasi visual turut berkembang.



Gambar. 5 dan 6. Siswa melakukan presentasi dan menjawab perhitungan kimia



Hasil pelaksanaan pembelajaran menunjukkan adanya peningkatan sikap positif peserta didik terhadap pembelajaran kimia. Berdasarkan hasil angket, sebanyak 82,67% peserta didik menyatakan lebih tertarik mempelajari kimia ketika materi dikaitkan langsung dengan kehidupan sehari-hari dan dibuktikan melalui kegiatan praktikum. Peserta didik juga menunjukkan pemahaman konsep yang lebih baik karena mereka mengalami langsung proses penerapan teori dalam kegiatan nyata.

Pembelajaran berbasis STEM tidak hanya meningkatkan pemahaman kognitif, tetapi juga mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi. Selain itu, kegiatan ini menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan dan jiwa kewirausahaan melalui pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai guna.

## **Simpulan dan Rekomendasi**

Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia melalui praktik pembuatan sabun dari minyak jelantah terbukti efektif dalam meningkatkan minat, sikap positif, dan pemahaman peserta didik. Pembelajaran menjadi lebih bermakna karena menekankan keterkaitan antara konsep kimia dan kehidupan nyata, serta mendorong peserta didik untuk aktif, kreatif, dan mandiri.

Praktik baik ini direkomendasikan untuk diterapkan dan dikembangkan di sekolah lain sesuai dengan kondisi dan potensi masing-masing. Keterbatasan sarana dan prasarana hendaknya dipandang sebagai tantangan untuk berinovasi dengan memanfaatkan aset yang tersedia. Dengan demikian, sekolah dapat berperan optimal dalam mewujudkan pembelajaran yang memerdekakan dan membentuk Profil Pelajar Pancasila, sehingga lulusan yang dihasilkan menjadi

manusia utuh yang siap menghadapi dunia nyata.

### **Daftar Pustaka**

- Amalia, R. (2018). Pengaruh pembelajaran prakarya berbasis kewirausahaan terhadap minat berwirausaha peserta didik sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 9(2), 101–109.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Fatiha, L. (2025). Penerapan pembelajaran berbasis STEAM dalam topik polimer untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Sains*, 14(1), 22–31.
- Hidayati, N., & Rachmawati, M. (2020). Pendidikan keberlanjutan dan pemanfaatan limbah untuk media pembelajaran. *Jurnal Ekologi Pendidikan*, 8(1), 112–120.
- National STEM Education Center. (2014). *STEM education framework*. Bangkok: SEAMEO Regional Center for STEM Education.
- Permanasari, A., Rahman, T., & Kurniawati, D. (2018). Integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan literasi sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(2), 45–53.
- Wibowo, A., & Kurniawan, A. (2019). Tantangan pembelajaran prakarya dan kewirausahaan di sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 8(4), 113–119.



# GAME EDUKASI KIMIA SEBAGAI MEDIA DALAM PEMBELAJARAN MENDALAM (*DEEP LEARNING*)

*Dwivelia Aftika Sari, M.Pd.<sup>22</sup>*  
*(Universitas Islam Negeri Mahmud Yunus Batusangkar)*

*“Penerapan game edukasi dalam pembelajaran Kimia mendukung tercapainya prinsip joyful learning serta meningkatkan minat dan motivasi belajar”*

**K**imia merupakan cabang Ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari tentang materi, struktur, sifat, komposisi, serta perubahan yang terjadi pada materi melalui reaksi kimia. Kimia disebut juga ilmu pusat karena pemahaman dasar kimia sangat penting untuk mempelajari disiplin ilmu lainnya seperti biologi, fisika, geologi dan ekologi (Chang, 2010). Sebagai ilmu yang menjembatani berbagai disiplin ilmu sains lainnya, kimia menuntut pemahaman mendalam tentang bagaimana interaksi tingkat atomik mendasari fenomena dunia nyata.

---

<sup>22</sup> Penulis lahir di Muaro Sijunjung, 22 Mei 1994, merupakan Dosen Pendidikan Kimia pada Program Studi Tadris Kimia Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) UIN Mahmud Yunus Batusangkar, menyelesaikan studi S1 di FMIPA Universitas Negeri Padang (UNP) pada Program Studi Pendidikan Kimia tahun 2016 dan menyelesaikan studi S2 di Pendidikan Kimia Pascasarjana UNP tahun 2018.

Pembelajaran kimia idealnya harus mampu menyelaraskan tiga level representasi yakni level makroskopik (fenomena yang dapat diamati), submikroskopik (partikel yang tidak terlihat, tingkat atomik dan molekular), dan simbolik (berupa simbol atau persamaan kimia dan matematis) (Gilbert & Treagust, 2009). Untuk mencapai hal ini, pembelajaran kimia harus dilakukan secara mendalam (*deep learning*) tidak sebatas hapalan. Peserta didik diharapkan mampu secara aktif mengaitkan konsep baru dengan pengetahuan lama, menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan pemahaman yang bermakna. Proses ini akan berjalan optimal jika diciptakan dalam suasana *joyful learning*, yaitu pembelajaran yang menyenangkan, memicu rasa ingin tahu, dan memberikan pengalaman positif.

Namun, realitas yang terjadi dalam proses pembelajaran Kimia menunjukkan bahwa motivasi dan minat belajar kimia peserta didik masih rendah. Banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari kimia karena sifat materinya yang abstrak dan kompleks (Hanafi et al., 2025). Ketidakmampuan peserta didik untuk memvisualisasikan apa yang terjadi pada tingkat molekuler atau submikroskopik menyebabkan peserta didik terjebak dalam *surface learning* (pembelajaran dangkal), di mana mereka hanya menghafal prosedur tanpa memahami logika dan konsep dasarnya. Hal ini menyebabkan motivasi dan minat peserta didik dalam mempelajari kimia rendah karena menganggap kimia itu sulit.

Game edukasi kimia dapat menjadi salah satu solusi untuk permasalahan rendahnya minat dan motivasi peserta didik dalam mempelajari kimia dengan menjadi katalisator untuk mencapai *Deep Learning*. Game edukasi kimia dirancang bukan hanya sebagai hiburan, tetapi sebagai lingkungan belajar interaktif yang dapat mendukung prinsip *deep learning* khususnya *joyful learning*. Prinsip *joyful learning* mengupayakan suasana belajar yang positif, menantang,

menyenangkan dan memotivasi. Saat peserta didik merasa senang dan menikmati proses belajarnya, mereka akan terhubung secara emosional sehingga lebih mudah memahami materi pelajaran, menumbuhkan motivasi intrinsik, mendorong rasa ingin tahu, kreativitas dan keterlibatan aktif (Fatmawati, 2025). Melalui mekanisme *gameplay* seperti menyelesaikan misi, teka-teki, atau simulasi, peserta didik diajak untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran yang membutuhkan kognitif tinggi. Mereka harus mengambil keputusan, memecahkan masalah, dan melihat dampak langsung dari pilihan mereka, yang pada hakikatnya adalah melatih berpikir kritis dan analitis. Dengan demikian, belajar kimia berubah dari kegiatan pasif menjadi petualangan aktif yang menantang.

Game edukasi kimia dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis. Pertama, game simulasi dan virtual lab, seperti “*Labster*” atau “*PhET Simulations*” yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen berulang, tidak berisiko, dan mengamati fenomena submikroskopis yang mustahil dilihat di lab nyata. Contoh inovatif lain adalah game VR (*Virtual Reality*) yang dikembangkan oleh (Hasan et al., 2024) untuk mensimulasikan eksperimen reaksi kimia, asam basa, penjernihan air, dan reaksi redoks. Game ini dirancang untuk mengatasi kendala keterbatasan alat, bahan, dan keamanan di lab konvensional. Hasil pengujian pada peserta didik menunjukkan respons yang sangat positif, dengan 87% peserta didik menyatakan eksperimen dalam game sesuai dengan dunia nyata dan 75% setuju game membantu pemahaman konsep yang lebih baik. Inovasi terkini bahkan mengintegrasikan teknologi canggih seperti *Virtual Reality* (VR) dan *Artificial Intelligence* (AI) untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan personal (Rosalina et al., 2025). Kedua, game peran (RPG) yang menyelipkan misi-misi kimia dalam sebuah cerita, dimana pemain harus mengaplikasikan pengetahuan kimia untuk menyelesaikan

masalah. Contoh konkretnya adalah game RPG "*Atomic Hunter*" (Saleh et al., 2022). Ketiga, game kuis interaktif, seperti *Quizizz* dan *Kahoot* (Fitriana, 2023). Keempat, *game puzzle* dan strategi yang melatih pemahaman konsep.

Implementasi berbagai jenis game edukasi telah terbukti secara empiris meningkatkan minat dan motivasi peserta didik. Hasil penelitian (Fitriana, 2023) pada game kuis menggunakan *Quizizz* dan *Kahoot*, (Rosalina et al., 2025) pada game VR dan AI, (Saleh et al., 2022) pada game RPG, dan (Hasan et al., 2024) pada simulasi lab VR, menguatkan bukti bahwa elemen interaktif, visualisasi, imersi, dan narasi petualangan dalam berbagai jenis game menciptakan pembelajaran yang menyenangkan dan kontekstual. Hal ini mendorong lebih banyak peserta didik untuk terlibat aktif dan berusaha memahami konsep secara mendalam. Penggunaan game edukasi atau gamifikasi dalam proses pembelajaran secara signifikan meningkatkan minat dan partisipasi aktif peserta didik dalam mempelajari konsep kimia yang kompleks sehingga berdampak positif terhadap performa akademik, retensi informasi serta kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kritis (Hanafi et al., 2025). Game edukasi meningkatkan partisipasi, minat dan sikap positif peserta didik karena menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan dan bebas tekanan, membantu peserta didik memahami konsep abstraks, meningkatkan retensi informasi dan mendorong peserta didik untuk berpikir tingkat tinggi, kreativitas, kerjasama tim dan kemampuan pemecahan masalah (Byusa et al., 2022). Mekanisme psikologisnya, elemen kesenangan dan pencapaian dalam game memicu pelepasan dopamin, yang memperkuat memori dan keinginan untuk terus belajar (Brom et al., 2018). Ketika minat dan motivasi ini terbangun, peserta didik lebih bersedia menjalani proses kognitif yang mendalam seperti merefleksikan, menghubungkan konsep, dan berargumentasi yang menjadi ciri khas *deep learning*.

Game edukasi kimia adalah media transformatif yang mampu mendukung tuntutan *deep learning* dengan semangat *joyful learning*. Dengan mengubah penyajian materi kimia yang abstrak menjadi pengalaman interaktif yang imersif, menantang, dan menyenangkan, game berhasil menurunkan kecemasan dan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam belajar. Pada akhirnya, lingkungan belajar yang positif, adaptif, dan memicu eksplorasi inilah yang akan memicu motivasi intrinsik peserta didik untuk menggali konsep kimia lebih dalam, sehingga mencapai pemahaman yang mendalam dan berkelanjutan.

### Daftar Pustaka

- Brom, C., Starkova, T., & D'Mello, S. K. (2018). How Effective is Emotional Design? A meta-analysis on Facial Anthropomorphisms and Pleasant Colors During Multimedia Learning. *Educational Research Review*, 25, 100–119.
- Byusa, E., Kampire, E., & Mwesigye, A. R. (2022). Game-based Learning Approach on Students ' Motivation and Understanding of Chemistry Concepts: A Systematic Review of Literature. *Heliyon*, 8(5), e09541.
- Chang, R. (2010). *Chemistry: The Study of Change* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Fatmawati, I. (2025). Transformasi Pembelajaran Sejarah dengan Deep Learning Berbasis Digital untuk Gen Z. *REVORMA*, 5(1), 25–39.
- Fitriana, N. (2023). Peningkatan Keaktifan Peserta Didik Melalui Media Persentasi Classpoint dan Game Edukasi (Quizizz & Kahoot) pada Pembelajaran Kimia. *ACTION: Jurnal Inovasi Penelitian Tindakan Kelas Dan Sekolah*, 3(1), 35–41.

- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. Springer.
- Hanafi, A. A., Liliasari, & Munawaroh, H. S. H. (2025). Trends and Impact Gamification in Chemistry Learning: A Bibliometric Analysis. *INDONESIAN JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND REVIEW*, 8(1), 80–91.
- Hasan, M. F., Fajri, F. N., & Muafi. (2024). Game Edukasi Simulasi Pengenalan Reaksi Unsur Kimia dengan Lingkungan berbasis Virtual Reality. *Nusantara Journal of Computers and Its Application*, 9(1), 9–18.
- Rosalina, M., Anindya, S. F., Rizki, D. M., Yuliana, Firna, A., & Baay, G. W. M. (2025). Pengembangan Game Edukasi Interaktif Berbasis Virtual Reality dan Artificial Intelligence pada Materi Ikatan Kimia. *TECHNOPEX*, 1019–1026.
- Saleh, A., Oktarani, H., & Sari, R. A. I. (2022). Pengembangan Game Edukasi Kimia pada Materi Struktur Atom. *Jurnal Tadris Kimia*, 1(2), 12–21.





## SEMAKIN KIMIA, SEMAKIN BERETIKA

***Iqbal Haitami, S.T., M.Eng.<sup>23</sup>***  
***(Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin)***

*“Semakin seorang manusia benar-benar memahami kimia, semakin ia sadar bahwa kimia bukan hanya sekedar untuk digunakan, tetapi juga harus dapat dipertanggungjawabkan.”*

**K**imia bukan hanya melulu ilmu yang berkaitan dengan penemuan dan penerapan zat atau terkait suatu proses, tetapi juga dengan dampaknya terhadap manusia dan lingkungan, bahkan alam semesta. Erat, itulah kata yang kiranya menggambarkan hubungan antara kimia dan etika. Di sini, etika dapat berfungsi sebagai pedoman agar pengembangan dan penggunaan (ilmu) kimia dilakukan secara bertanggung jawab.

Tanpa landasan etika, perkembangan (ilmu) kimia berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi manusia maupun lingkungan. Sebaliknya, dengan etika saja, tanpa dukungan (ilmu) kimia, tidak memadai untuk menjawab

---

<sup>23</sup> Penulis lahir di Banjarmasin, 14 Januari 1986, merupakan Dosen di Program Studi Tadris Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin. Jenjang pendidikan ditempuh di Universitas Islam Indonesia (S-1) dan Universitas Gadjah Mada (S-2), masing-masing dalam bidang teknik kimia. Saat ini, penulis tercatat sebagai Anggota Muda pada Persatuan Insinyur Indonesia (PII) Badan Kejuruan Kimia (BKK).

persoalan-persoalan teknis. Karena itu, keduanya harus berjalan beriringan agar kemajuan (ilmu) kimia memberikan manfaat yang aman, berkeadilan, dan berkelanjutan bagi masyarakat.

Sebenarnya (ilmu) kimia yang dipahami secara mendalam, justru akan membentuk kesadaran moral. Banyak sekali pelajaran yang bisa diambil sewaktu mempelajari disiplin ilmu ini. Belajar kimia membuat kita paham bahwa: (i) zat tidak pernah ‘netral’ dalam dampak; dan (ii) dosis kecil pun dapat berpengaruh besar. Hal ini membuat kita menyadari dampak nyata setiap zat. Kesadaran seperti ini, tentu akan menumbuhkan rasa tanggung jawab, sehingga kita jadi berpikir dua kali sebelum membuang limbah sembarangan atau menggunakan bahan berbahaya tanpa ada kontrol. Akibatnya muncul kehati-hatian yang dilahirkan dari suatu pengetahuan. Sebagaimana yang diketahui, kehati-hatian adalah bentuk etika.

Salah satu cabang (ilmu) kimia, sebut saja kimia lingkungan, yakni ilmu kimia yang mempelajari sumber, reaksi, perpindahan, dan pengaruh zat kimia di udara, tanah, dan air, serta dampak aktivitas manusia terhadapnya. Dalam kimia lingkungan diketahui bahwa: (i) polutan bisa berpindah melalui air, tanah, dan udara; serta (ii) reaksi kimia di satu tempat bisa berdampak jauh dari sumbernya. Pengetahuan demikian menumbuhkan kesadaran bahwa tindakan yang kita lakukan tidak berdiri sendiri. Kita memahami bahwa kesalahan kecil bisa berdampak luas bagi makhluk lain. Kita akan sadar bahwa adanya keterkaitan sistem alam. Pada kondisi seperti inilah etika muncul.

Kimia juga mengajarkan konsep ambang batas paparan, bahaya laten (contoh: karsinogen, mutagen), dan risiko jangka panjang. Oleh sebab itu, kita akan menyadari batas aman dan risiko. Semakin memahami risiko, semakin kuat dorongan kita untuk melindungi manusia dan lingkungan, bukan sekadar mengejar hasil atau keuntungan. Hal yang demikian

merupakan bentuk nyata dari etika lingkungan.

Kimia yang di dalamnya mengajarkan kita tentang atom, bagian terkecil dari suatu materi (zat), hingga mengenalkan kita pada gabungan atom yang disebut dengan molekul, merupakan bagian integral dari sains, tepatnya sebagai salah satu cabang utama ilmu pengetahuan alam (IPA). Semakin dalam memahami struktur molekul, keteraturan reaksi, dan hukum-hukum alam, maka akan muncul rasa kagum terhadap keteraturan alam semesta. Rasa takjub kita kepada hal tersebut, yang akan melahirkan sikap menghargai. Dari sini, tumbuh 'sikap menghargai alam' dan 'keengganan untuk merusak'. Rasa hormat yang demikian adalah akar dari etika terhadap lingkungan.

Selain itu, dengan (ilmu) kimia, kita dapat melatih kejujuran ilmiah. Bentuk nyata dari hal ini adalah ketika melaksanakan suatu praktikum, sebut saja Praktikum Kimia. Kegiatan tersebut menuntut hal-hal sebagai berikut.

1. Pencatatan data apa adanya
2. Tidak merekayasa hasil
3. Mengakui kesalahan eksperimen

Dengan melewati proses yang demikian, maka diharapkan dapat membentuk integritas. Ini yang menjadi inti dari etika ilmiah dan profesional.

Kimia mengajak kita untuk mengenal *Green Chemistry* (Kimia Hijau) di masa sekarang ini, seiring munculnya dampak negatif industri kimia konvensional terhadap lingkungan dan kesehatan. Terdapat 12 prinsip Kimia Hijau yang dikemukakan, yaitu sebagai berikut. 1) Pencegahan Limbah, 2) Ekonomi Atom, 3) Sintesis yang Kurang Berbahaya, 4) Desain Bahan Kimia Aman, 5) Pelarut yang Aman, 6) Desain Efisiensi Energi, 7) Bahan Baku Terbarukan, 8) Mengurangi Derivatisasi, 9) Katalisis, 10) Desain untuk Degradasi, 11) Analisis Waktu Nyata, 12) Potensi Kecelakaan Minim.

Dalam berkegiatan, prinsip-prinsip tersebut akan menuntut kita untuk: 1) melakukan pencegahan limbah atau pengolahan limbah berbahaya; 2) menggunakan bahan yang lebih aman; dan 3) menerapkan efisiensi energi. Artinya, sejak awal kita diajarkan bagaimana mencapai hasil yang sama pentingnya dengan hasil itu sendiri. Ini merupakan nilai etika dalam bentuk teknis.

Kimia Hijau adalah bentuk penerapan etika dalam praktik kimia. Kimia Hijau lahir dari kesadaran etis bahwa aktivitas kimia tidak boleh merusak lingkungan. Misalnya saja, mengganti benzene, yang notabene merupakan pelarut beracun, dengan pelarut ramah lingkungan, seperti etanol atau air. Kimia Hijau juga ingin memastikan generasi masa depan memiliki hak atas lingkungan yang sehat. Bahkan dengan Kimia Hijau, seorang ilmuwan, khususnya kimiawan, harus bertanggung jawab atas dampak jangka panjang atas temuannya.

Sejarah kimia menunjukkan bahwa manusia pernah dihadapkan dengan senjata kimia, zat adiktif sintetis, dan pencemaran lingkungan oleh industri. Mengetahui hal ini, membuat ilmuwan sadar bahwa kemampuan ilmiah harus dikendalikan oleh moral. Itu berarti, sudah adanya kesadaran bahwa ilmu bisa disalahgunakan.

Pengetahuan tentang kimia membuka mata tentang konsekuensi, risiko, dan keterhubungan kehidupan. Kesadaran ini menumbuhkan tanggung jawab, kehati-hatian, kejujuran, dan kepedulian. Semua perilaku tersebut merupakan inti dari beretika. Semakin seorang manusia benar-benar memahami kimia, semakin ia sadar bahwa kimia bukan hanya sekedar untuk digunakan, tetapi juga harus dapat dipertanggungjawabkan. Puncaknya, dengan kimia, kita dapat membawa kemaslahatan dan menjaga keberlanjutan kehidupan makhluk hidup di bumi.

*Wallahu a'lam bish-showwab*



# BELAJAR KIMIA YANG MENARIK DAN MENYENANGKAN

***Muhammad Ramli, S.Pd., M.Pd.<sup>24</sup>***  
***(Institut Agama Islam Negeri Sorong)***

*“Belajar kimia menjadi sangat menarik dan menyenangkan apabila menggunakan pendekatan dan metode belajar yang tepat”*

**K**imia seringkali dianggap sebagai salah satu mata pelajaran yang paling menantang, sulit, dan membosankan di sekolah. Namun, apakah Anda tahu bahwa kimia dapat menjadi sangat menarik dan menyenangkan? Dengan pendekatan yang tepat, Anda dapat membuat belajar kimia menjadi pengalaman yang menyenangkan dan memuaskan.

## **Mengapa Kimia Penting?**

Kimia adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur, sifat, dan reaksi zat. Ilmu kimia sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, karena hampir semua hal yang kita gunakan sehari-hari terkait dengan kimia, seperti makanan,

---

<sup>24</sup> Penulis Lahir di Labakkang, 3 Juli 1968, merupakan Dosen pada Program Studi Tadris IPA Fakultas Tarbiyah IAIN Sorong, menyelesaikan studi di Jurusan Pendidikan Kimia IKIP Ujung Pandang Tahun 1993, menyelesaikan S2 Pendidikan Kimia Sekolah Menengah di Pascasarjana UPI Bandung tahun 2000.

obat-obatan, kosmetik, plastik, dan bahkan teknologi.

### **Cara Membuat Belajar Kimia Menarik**

1. Eksperimen:

Lakukan eksperimen kimia yang menarik dan aman di laboratorium, di rumah atau di lingkungan tempat tinggal. Misalnya, membuat gelembung sabun yang berwarna-warni, membuat gunung berapi mini, membuat indikator asam dan basa dari bunga, buah, atau daun yang ada di pekarangan rumah.

2. Simulasi:

Gunakan aplikasi atau perangkat lunak simulasi kimia untuk memvisualisasikan konsep kimia yang abstrak.

3. Cerita:

Ceritakan sejarah penemuan kimia yang menarik, seperti penemuan unsur-unsur kimia atau penemuan reaksi kimia yang penting, termasuk tokoh-tokoh kimia yang berperan penting dalam sejarah perkembangan ilmu kimia.

4. Permainan:

Buat permainan yang terkait dengan kimia, seperti teka-teki kimia atau permainan kartu kimia.

5. Aplikasi di Kehidupan Sehari-hari:

Cari contoh aplikasi kimia di kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan kimia dalam pembuatan makanan, minuman, atau obat-obatan.

### **Tips Belajar Kimia yang Efektif**

1. Fokus pada Konsep:

Fokus pada konsep kimia yang penting dan tidak terlalu fokus pada hafalan rumus.

2. Buat Catatan:

Buat catatan yang rapi dan sistematis untuk memudahkan

Anda memahami konsep kimia.

3. Latihan Soal:

Latihan menyelesaikan soal-soal kimia yang beragam mulai dari hal-hal konkrit hingga abstrak untuk meningkatkan kemampuan Anda.

4. Diskusi:

Diskusikan konsep kimia dengan teman atau guru untuk memperdalam pemahaman Anda.

## Contoh Aplikasi Kimia di Kehidupan Sehari-hari

Aplikasi kimia sangat luas dan mencakup hampir setiap aspek kehidupan kita di tahun 2026, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga solusi energi masa depan.

Berikut adalah beberapa contoh aplikasi kimia dalam kehidupan sehari-hari:

### 1. Produk Rumah Tangga dan Kebersihan

Sebagian besar produk yang kita gunakan untuk menjaga kebersihan adalah hasil formulasi kimia:

a. Sabun dan Detergen:

Menggunakan surfaktan untuk mengangkat kotoran dan minyak dari permukaan kulit atau pakaian.

b. Pasta Gigi:

Mengandung *fluoride* untuk memperkuat email gigi dan bahan abrasif ringan untuk membersihkan plak.

c. Pembersih Lantai dan Pemutih:

Menggunakan senyawa disinfektan seperti natrium hipoklorit untuk membunuh kuman.

### 2. Kesehatan dan Farmasi

Ilmu kimia berperan vital dalam mendiagnosis penyakit dan menciptakan penyembuhan:



a. Obat-obatan:

Sintesis senyawa kimia digunakan untuk membuat antibiotik, analgesik (peredam nyeri), dan vaksin modern.

b. Diagnosis Medis:

Penggunaan bahan kimia untuk uji laboratorium (seperti cek gula darah atau tes urin) guna mendeteksi kondisi kesehatan.

### **3. Pangan dan Pertanian**

Kimia membantu memastikan ketersediaan dan keamanan pangan:

a. Pengawetan Makanan:

Penggunaan teknik seperti pasteurisasi atau penambahan bahan pengawet yang aman untuk memperpanjang umur simpan produk.

b. Pupuk dan Pestisida:

Membantu petani meningkatkan hasil panen dengan menyediakan nutrisi (seperti pupuk urea) dan melindungi tanaman dari hama.

c. Fermentasi:

Reaksi kimia alami oleh mikroorganisme untuk mengubah susu menjadi keju atau yogurt, serta pembuatan tempe.

### **4. Energi dan Teknologi Lingkungan**

Memasuki tahun 2026, fokus kimia beralih ke keberlanjutan:

a. Baterai Kendaraan Listrik:

Pengembangan kimia sel (seperti litium-ion) untuk penyimpanan energi yang lebih efisien dan tahan lama.

b. Panel Surya:

Penggunaan material semikonduktor berbasis kimia

untuk mengubah cahaya matahari menjadi listrik.

- c. Kimia Hijau (Green Chemistry):  
Perancangan proses industri yang meminimalkan limbah berbahaya dan menggunakan bahan baku terbarukan.

## 5. Reaksi Alami dalam Tubuh dan Sekitar

- a. Fotosintesis:  
Tumbuhan mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa serta oksigen menggunakan cahaya matahari.
- b. Pencernaan:  
Enzim di dalam tubuh memecah makanan melalui serangkaian reaksi kimia agar nutrisi dapat diserap.
- c. Perkaratan (Oksidasi):  
Reaksi antara logam (besi) dengan oksigen dan air yang menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan atau alat rumah tangga.

## Kesimpulan

Belajar kimia tidak membosankan! Dengan pendekatan yang tepat, Anda dapat membuat belajar kimia menjadi pengalaman yang menarik dan menyenangkan. Jangan lupa untuk fokus pada konsep, buat catatan, latihan soal, dan diskusi dengan orang lain. Selamat belajar kimia!

## Daftar Pustaka

- Djakariah, D. (2024). Membuat Pembelajaran Kimia Lebih Menyenangkan: Kiat dan Inovasi di Ruang Kelas. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 2(2), 49-56.
- Junaidi, E., Hakim, A., Hadisaputra, S., Anwar, Y. A. S., & Sofia, B. F. D. (2021). Meningkatkan motivasi belajar kimia melalui implementasi konsep kimia dalam bentuk permainan sederhana di sman 4 praya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*

*Sains Indonesia (Indonesian Journal Of Science Community Services)*, 3(2), 121-126.

- Lutfi, A., Aini, N. Q., Amalia, N., Umah, P. A., & Rukmana, M. D. (2021). Gamifikasi untuk pendidikan: Pembelajaran kimia yang menyenangkan pada masa pandemic covid-19. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(2), 94-101.
- Rosmiati, R. (2022). Pembelajaran Kimia yang Menyenangkan di Madrasah:(Fun Chemical Learning In Madrasah). *Uniqbu Journal of Exact Sciences*, 3(1), 18-28.
- Waruwu, A. B. C., & Sitinjak, D. (2022). Penggunaan Multimedia Interaktif dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa pada Pembelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 298-305.

## **BAB III**

# **DINAMIKA PEMBELAJARAN FISIKA**



# REVITALISASI KETERAMPILAN PRAKTIS FISIKA DAN INKUIRI ILMIAH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI LABORATORIUM BERGERAK

***Dr. Frans Rizal Agustiyanto, S.Si., M.Si.<sup>25</sup>***  
***(Universitas Islam Negeri Mahmud Yunus***  
***Batusangkar)***

*“Bab ini membahas integrasi smartphone untuk merevitalisasi praktikum fisika, memfasilitasi inkuiri ilmiah, serta meningkatkan minat dan keterlibatan kognitif siswa secara signifikan.”*

## **A. Pendahuluan**

Pendidikan fisika merupakan upaya memahami fenomena alam melalui dialektika teori dan bukti empiris. Laboratorium menempati posisi sentral bagi siswa untuk memvalidasi konsep dan mengasah penalaran ilmiah, tanpa

---

<sup>25</sup> Penulis lahir di Surakarta, 2 Agustus 1979, merupakan Dosen di Program Tadris Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) UIN Mahmud Yunus Batusangkar Sumatra Barat, menyelesaikan studi S1 di Fisika FMIPA UNJ tahun 2004, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Fisika Instrumentasi, FMIPA UI 2008, dan menyelesaikan S3 Prodi Pasca Sarjana Teknik Fisika ITS Surabaya tahun 2025.

pengalaman langsung, pemahaman siswa akan rendah dan terfragmentasi (Dillon, J., 2008). Keterampilan praktis adalah konsep utama dari literasi sains yang memungkinkan siswa memandang dunia melalui kacamata ilmuwan, di mana klaim kebenaran harus didukung dengan data valid (Millar, R., 2010).

Namun, realitas pendidikan di negara berkembang seperti Indonesia sering kali terkendala masalah sarana prasarana. Banyak laboratorium sekolah kekurangan peralatan dasar atau memiliki alat yang sudah usang, terutama di luar Jawa (Adnan dkk., 2017; Syah dkk., 2025). Mahalnya alat eksperimen seperti *data logger* menjadikan eksperimen modern menjadi sebuah kendala tersendiri. Akibatnya, praktikum kerap ditiadakan atau digantikan dengan demonstrasi, merampas kesempatan siswa dalam mengembangkan keterampilan inkuiri yang dibutuhkan. Secara pedagogis, kegiatan laboratorium juga masih terjebak paradigma "buku masak" (*cookbook style*) yang minim keterlibatan kognitif (*minds-on*), sehingga gagal menanamkan hakikat sains (*Nature of Science*) (Oliveira dan Bonito, 2023).

Teknologi digital menawarkan solusi melalui *smartphone*. Integrasi perangkat ini memungkinkan terciptanya *Mobile Science Laboratory* (MSL), sebuah konsep laboratorium yang fleksibel, portabel, dan personal (Aji dkk., 2020). Bab ini mengeksplorasi bagaimana teknologi ini dapat menjadi katalisator revitalisasi inkuiri ilmiah, mengubah tantangan keterbatasan alat menjadi peluang kreatifitas dan inovasi.

## **B. Pembahasan**

### **1. Dekonstruksi Tantangan dan Pergeseran Paradigma**

Tujuan utama keterampilan praktis adalah menjembatani dunia nyata (observasi) dengan dunia ide (teori). Dilematisnya, dalam praktikum tradisional, beban kognitif siswa sering terkuras hanya untuk memahami

prosedur teknis alat manual, sehingga tidak tersisa ruang mental untuk refleksi konseptual (Dillon, 2008; Millar, R., 2010). Di era digital, fokus harus bergeser dari keterampilan teknis kuno menuju keterampilan proses sains tingkat tinggi, seperti merancang eksperimen dan interpretasi data (Hochberg et al., 2018). Teknologi *smartphone* hadir sebagai *enabler* yang memangkas hambatan prosedural tersebut. Pergeseran fundamental ini dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Perbandingan Perbandingan Karakteristik Praktikum Tradisional dan Mobile Science Laboratory (MSL).

| <u>Dimensi</u>        | <u>Praktikum Tradisional (Laboratorium Fisik)</u> | <u>Mobile Science Laboratory (Smartphone/SETs)</u>                    |
|-----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <u>Aksesibilitas</u>  | Terbatas pada ruang/jam sekolah; mahal.           | <i>Ubiquitous</i> (kapan saja, di mana saja); biaya rendah (BYOD).    |
| Sifat Data            | Diskrit (dicatat manual, rentan <i>error</i> ).   | <i>Kontinu</i> ( <i>high sampling rate</i> ), <i>presisi tinggi</i> . |
| <u>Visualisasi</u>    | Tertunda (grafik dibuat setelah praktikum).       | <i>Real-time</i> (grafik muncul saat fenomena terjadi).               |
| <u>Fokus Kognitif</u> | <i>Prosedural</i> (cara memakai alat).            | <i>Konseptual &amp; Analitis</i> (pola data dan makna fisis).         |
| <u>Model Pedagogi</u> | <i>Verifikasi</i> ("Resep Masakan").              | <i>Inkuiri Terbuka dan Eksploratif</i> .                              |

## 2. Anatomi Laboratorium Bergerak: Smartphone sebagai Instrumen Presisi

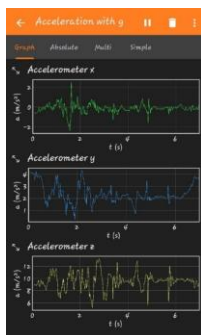
Konsep *Smartphones as Experimental Tools* (SETs) memanfaatkan sensor *Micro-Electro-Mechanical Systems* (MEMS) yang tertanam dalam perangkat siswa. Berbeda dengan alat sekolah yang sering aus, sensor MEMS menawarkan presisi tinggi (Monteiro dkk., 2015). **Akselerometer 3 Sumbu** mampu merekam osilasi dengan *sampling rate* tinggi, menghasilkan data gerak harmonik yang jauh lebih mulus dibanding pencatatan stopwatch (Hochberg dkk., 2018; Islamiah dkk., 2023). **Magnetometer** memungkinkan eksperimen medan magnet tanpa alat mahal,

sementara **Giroskop dan Barometer** membuka peluang eksperimen rotasi dan termodinamika yang jarang disentuh kurikulum sekolah.

Peran krusial juga dimainkan oleh aplikasi antarmuka seperti *Phyphox* atau *Physics Toolbox*. Fitur utamanya adalah visualisasi data *real-time*. Sebagaimana terlihat pada gambar 1, siswa dapat melihat grafik terbentuk tepat saat fenomena terjadi. Ini menjembatani kesenjangan waktu antara pengambilan data dan analisis, menciptakan koneksi kognitif instan bagi siswa.

### 3. Menggeser Paradigma: Dari Resep ke Inkuiri Terbuka

Revitalisasi praktikum menuntut transisi dari verifikasi menuju inkuiri (Oliveira dan Bonito, 2023). Sifat *ubiquitous* dari *smartphone* meruntuhkan dinding laboratorium, memungkinkan siswa memperluas investigasi ke lingkungan sekitar. Seperti diilustrasikan pada gambar 2, siswa dapat mengukur periode ayunan di taman bermain atau menganalisis gaya *G-force* di dalam lift gedung bertingkat. Fleksibilitas eksperimen kontekstual seperti ini mustahil dilakukan dengan alat laboratorium statis.



Gambar 1. Contoh Tampilan Antarmuka Aplikasi Fisika (misal: *Phyphox* atau *Physics Toolbox*) yang Menampilkan Data Akselerasi Mentah vs. Waktu pada Eksperimen Pendulum.



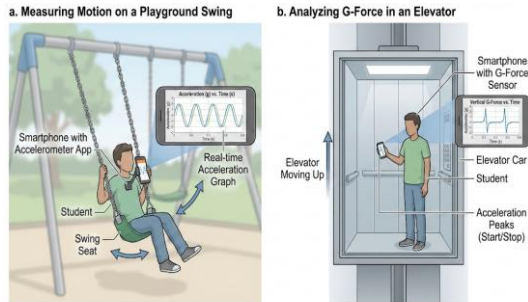


Fig. 2 Illustration of Smartphone Use in Contextual Physics Experiments: (a) Measuring Motion on a Playground Swing, (b) Analyzing G-Force in an Elevator.

Gambar 2. Ilustrasi Penggunaan Smartphone dalam Eksperimen Fisika Kontekstual: (a) Pengukuran Gerak pada Ayunan Taman, (b) Analisis Gaya G-Force di dalam Lift.

Lebih lanjut, strategi *Bring Your Own Device* (BYOD) secara psikologis mengurangi rasa takut siswa untuk mencoba (*trial and error*). Karena menggunakan perangkat pribadi, mereka merasa lebih aman dan berani bereksperimen, yang pada gilirannya mendorong otonomi dalam merancang variabel penelitian mereka sendiri.

#### 4. Dampak Psikologis dan Strategi Implementasi

Aspek afektif sering terabaikan, padahal sangat krusial. Penggunaan benda personal (*smartphone*) untuk sains menciptakan resonansi emosional yang terbukti meningkatkan minat situasional (Hochberg dkk., 2018), terutama bagi siswa yang awalnya kurang tertarik pada fisika. Kemudahan operasional aplikasi juga membangun efikasi diri; perasaan kompeten bahwa "saya bisa mengambil data ini sendiri" adalah fondasi penting identitas sains siswa.

Tentu, tantangan seperti distraksi digital dan ketimpangan kepemilikan perangkat tetap ada. Namun, hal ini dapat dimitigasi dengan aturan mode pesawat (*flight mode*) saat eksperimen dan strategi kerja kelompok

kolaboratif. Di sini, peran guru tetap sentral. Teknologi hanyalah alat bantu; guru berfungsi memberikan *scaffolding* agar data digital tersebut dapat diterjemahkan menjadi pemahaman konsep yang matang, sebagaimana siklus inkuiri pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Siklus Pembelajaran Inkuiri Berbantuan Smartphone.

### C. Kesimpulan

Revitalisasi praktikum fisika mendesak dilakukan untuk menyelamatkan mata pelajaran ini dari kejenuhan metode konvensional. Integrasi *smartphone* menawarkan solusi holistik: secara teknis mendemokratisasi akses alat presisi, secara pedagogis memfasilitasi inkuiri aktif di mana saja, dan secara psikologis menyalakan kembali api keingintahuan siswa. Masa depan praktikum fisika tidak terletak pada pengadaan alat-alat mahal, melainkan pada pemberdayaan teknologi yang sudah ada di saku siswa untuk menyingkap keajaiban hukum alam.

## Daftar Pustaka

- Adnan, H., Phang, F. A., & Sulman, F. N. (2017). Physics Practical Works using Microcomputer-Based Learning through Mobile Science Laboratory. Prosiding 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF).
- Dillon, J. (2008). A Review of the Research on Practical Work in School Science. King's College London.
- Monteiro, M., et al. (2015). The Atwood machine revisited using smartphones. *The Physics Teacher*, 53(6), 373-374. DOI: 10.1007/978-3-030-94044-7\_8
- Hochberg, K., Kuhn, J., & Müller, A. (2018). Using Smartphones as Experimental Tools—Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*. DOI: 10.1007/s10956-018-9731-7
- Millar, R., 2010. Practical work. Good practice in science teaching: What research has to say, 2, pp.108-134.
- Aji, S. H., et al. (2020). Development of physics mobile learning media in optical instruments for senior high school students using android studio. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012032.
- Oliveira, H., & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: a systematic literature review. *Frontiers in Education*.
- Syah, S. A., et al. (2025). Pemanfaatan Smartphone dalam Eksperimen Fisika bagi Siswa Sekolah Menengah Atas. Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat, 6(1), SNPPM2025ST-113.
- Islamiah, M., Rostati, R., & Triyunita, N. (2023). Pengembangan Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas Menggunakan Phyphox Berbasis Smartphone untuk Siswa Kelas X. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(3), 887-892.



# EKSISTENSI CHATGPT DALAM PEMBELAJARAN DI SEKOLAH PESISIR DAN KEPULAUAN

*Hamzarudin Hikmatiar, M.Pd.<sup>26</sup>  
(Universitas Muhammadiyah Maumere)*

*“Gerakan yang menjelaskan seberapa penting kedudukan teknologi dan dampaknya dalam pembelajaran masa kini untuk Pendidikan yang berkemajuan”*

Pendidikan masa kini tidak terlepas dari peran teknologi yang kemudian mendominasi keefektifan dan ketercapaian pembelajaran diberbagai tingkatan. Peran teknologi bukan sekedar pemenuhan kebutuhan, melainkan bentuk nyata yang membawa perubahan besar diberbagai sektor Lembaga, salah satunya di bidang Pendidikan. Perubahan ini sangat terasa jika dilihat dari jaman-kejaman, dulu orang hanya berpikir jika hadirnya teknologi hanya akan membuat persoalan menjadi rumit. Hal ini didasarkan oleh mental Pendidikan di Indonesia yang merupakan mental mudah nyaman dengan sesuatu yang sudah dilakukan. Dalam artian mental kita cukup sulit jika diperhadapkan dengan sesuatu yang baru, oleh karenanya kita selalu menganggap jika sesuatu yang menantang adalah

---

<sup>26</sup> Penulis merupakan seorang dosen di salah satu daerah yang ada di NTT yaitu di Universitas Muhammadiyah Maumere dan sedang melanjutkan Pendidikan di jenjang doctoral pada jurusan Teknologi Pembelajaran.

sesuatu yang akan mempersulit jalannya skenario knowledge yang lebih dahsyat.

Dahsyatnya Pendidikan masa kini ditandai dengan munculnya *Artificial Intelligent* (AI) yang diintegrasikan ke dalamnya dan menghasilkan pembelajaran yang berkualitas. AI adalah ilmu yang mencakup teori dan pengembangan sistem komputer yang dapat melakukan tugas-tugas seperti pemecahan masalah yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia (Li et al., 2024). Perspektif ini penting karena menjawab kekhawatiran potensial tentang AI yang mengambil alih peran pendidikan dan menekankan hubungan kolaboratif antara teknologi dan pendidik. Transformasi besar yang diperbincangkan muncul salah satunya dalam bentuk ChatGPT yang sedang terjadi di industri pendidikan. Hal ini mengubah cara guru memperoleh pengetahuan untuk keperluan akademik dan penelitian. Meskipun kemunculan ChatGPT membawa banyak manfaat bagi sektor pendidikan, hal ini juga berpotensi mengganggu sistem pendidikan yang ada. Penggunaan ChatGPT sebagai alat Pendidikan dapat mengurangi peran interaksi manusia dan hubungan pribadi antara guru dan siswa (Al-Mughairi & Bhaskar, 2025). Perspektif ini penting karena menjawab kekhawatiran potensial tentang AI yang mengambil alih peran pendidikan dan menekankan hubungan kolaboratif antara teknologi dan pendidik.

ChatGPT mentransformasi sektor pendidikan. Sejak diluncurkan pada November 2022, ChatGPT yang dikembangkan oleh OpenAI telah mencapai kesuksesan yang luar biasa. Pada Januari 2023, ChatGPT menjadi salah satu alat kecerdasan buatan (AI) yang paling cepat berkembang dan paling banyak diterima, mengumpulkan lebih dari 100 juta pengguna aktif hanya dalam dua bulan (Teng, 2024). ChatGPT, sebuah chatbot akses terbuka dan canggih yang didukung oleh teknologi GPT, telah secara signifikan mentransformasi

pengajaran dan pembelajaran. Namun hal tersebut tidak dapat ditangkap secara baik oleh pendidik secara merata. Kesalahan persepsi pendidik terhadap penggunaan teknologi salah satunya ChatGPT dalam Pendidikan menimbulkan kekawatiran akan kontaminasi pembelajaran yang tidak sehat dan tidak natural. Hal ini didasarkan atas kecintaan para pendidik yang ada di beberapa daerah dengan metode yang dianggap lebih ampuh mengatasi persoalan di sekolah mereka.

ChatGPT berpotensi mengubah cara pandang guru terhadap persoalan persiapan di sekolah, memungkinkan mereka untuk secara efektif mengatasi kebutuhan yang berkembang dari pembelajar abad ke-21 dalam membangun literasi digital dan pemahaman konsep dalam berbagai aspek materi pembelajaran di tingkatan Pendidikan. Namun, mengintegrasikan ChatGPT ke dalam pengajaran di sekolah menghadirkan tantangan, terutama mengenai privasi data yang kuat. Pengumpulan dan analisis data oleh alat AI, termasuk ChatGPT, menimbulkan risiko, dan ketergantungan yang berlebihan pada teknologi juga dapat mengurangi pentingnya interaksi manusia dan bimbingan dalam belajar. Belum lagi tantangan utama dalam pemenuhan kebutuhan infrastruktur dan keahlian dalam mengaplikasikan teknologi (SDM) (Farizi et al., 2024).

Minimnya penggunaan ChatGPT dalam sekolah yang ada di daerah pesisir dan kepulauan disebabkan oleh beberapa factor yang mendasar: 1). Minimnya kompetensi guru dalam mengaplikasikan teknologi, kurangnya pelatihan dan kesenjangan digital (Hikmatiar et al., 2025). 2). Sikap acuh baik pendidik dan siswa terkait inovasi baru, hal ini didasarkan pada kurangnya jiwa eksplorasi dalam hal-hal baru (Hikmatiar et al., 2024). 3). Merasa nyaman dengan gaya belajar yang ada, hambatan budaya dan Bahasa. 4). Ketersediaan infrastruktur yang belum memupuni seperti jaringan internet dan teknologi di daerah tersebut (kota dan pesisir/kepulauan). 5).

Ketidakpastian kebijakan, tidak ada panduan penggunaan AI dalam pembelajaran yang resmi di tingkat sekolah/kabupaten.

Beberapa yang menjadi Solusi untuk meningkatkan pembelajaran berbasis teknologi sehingga menambah eksistensi ChatGPT dalam pembelajaran di sekolah pesisir dan kepulauan yaitu peningkatan infrastruktur, Pendidikan literasi digital yang sistematis, integrasikan pembelajaran berbasis AI ke dalam kurikulum, konteks local dan Bahasa sepeti pembuatan prompt ChatGPT agar lebih kontekstual dengan daerah setempat, pendekatan komunitas sekolah. Beberapa indicator yang disebutkan merupakan bagian yang urgen untuk meningkatkan eksistensi ChatGPT ke dalam pembelajaran di daerah yang masih jauh tertinggal dari daerah-daerah yang ada di pekotaan. Hal ini menjadi ancaman nyata dalam dunia Pendidikan yang kemudian berdampak langsung pada pertumbuhan Pendidikan yang tidak merata di Indonesia.

Pemerintah disetiap daerah dengan pembelajaran yang masih minim teknologi harus berupaya lebih keras untuk meningkatkan Pendidikan di daerahnya. Hal tersebut tidak terlepas dari kerja sama berbagai pihak diantaranya, guru, orang tua siswa, siswa, serta dosen dan peneliti. Ketercapaian ini memang membutuhkan proses yang panjang untuk berhasil, tentu saja dengan stategi yang matang. Membangun daerah berbasis teknologi akan berdampak ke berbagai aspek, salah satunya pendidikan.

## Daftar Pustaka

Al-Mughairi, H., & Bhaskar, P. (2025). Exploring The Factors Affecting The Adoption AI Techniques in Higher Education: Insights from Teachers' Perspectives on ChatGPT. *Journal of Research in Innovative Teaching and Learning*, 18(2), 232–247.

- Farizi, Z. Al, Prasetyo, E., Fitriani, N., Lalang, E. M., Hikmatiar, H., & Anwar, Z. (2024). Analysis of the Impact of ChatGPT Usage in Direct Current Physics Material on Enhancing Students ' Higher-Order Thinking Skills ( HOTS ) during the Merdeka Belajar. *Berkalah Ilmiah Pendidikan Fisika*, 12(1), 92–105.
- Hikmatiar, H., Farizi, Z. Al, Hamsa, B., Nurlina, Jufriansah, A., & Jayadin. (2025). Analysis of the Utilization of a Learning Management System Based on the Independent Curriculum in Physics Education at Sikka Coastal Schools. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 13(1), 32–46.
- Hikmatiar, H., Sya'bania, N., Jayadin, J., Kasman, R. A., Imranah, I., Sahlan, S., & Saputra, S. (2024). The Effectiveness of Chatgpt in Completing Astronomy Lectures: Building Awareness of Its Use. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 121–130.
- Li, B., Lowell, V. L., Wang, C., & Li, X. (2024). A Systematic Review of the First Year of Publications on ChatGPT and Language Education: Examining Research on ChatGPT's Use in Language Learning and Teaching. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7(12), 1–18.
- Teng, M. F. (2024). A Systematic Review of ChatGPT for English as a Foreign Language Writing : Opportunities , Challenges , and Recommendations. *International Journal of TESOL Studies*, 6(3), 36–57.





# **PENGUATAN DEEP LEARNING DAN KURIKULUM BERBASIS CINTA DALAM MEMBANGUN NALAR KRITIS PESERTA DIDIK PADA PEMBELAJARAN FISIKA**

***Eli Titi Khoeriyah, S.Pd., M.Sc.<sup>27</sup>  
(MAN 2 Cilacap)***

*"Penguatan Deep Learning dan Kurikulum Berbasis Cinta  
menjadi strategi pembelajaran Fisika untuk membangun nalar  
kritis peserta didik secara bermakna dan bernilai spiritual"*

Pembelajaran Fisika di madrasah mengintegrasikan nalar kritis, karakter, dan spiritualitas melalui Deep Learning dan Kurikulum Berbasis Cinta. Pendekatan ini menekankan pembelajaran bermakna serta penguatan nilai Panca Cinta. Hasil kajian menunjukkan peningkatan nalar kritis dan sikap religius peserta didik. Rasa ingin tahu dan tanggung jawab juga berkembang signifikan. Pembelajaran Fisika menjadi lebih bermakna dan membentuk karakter utuh.

Pembelajaran Fisika di madrasah berperan membangun nalar ilmiah dan kesadaran spiritual, namun masih didominasi

---

<sup>27</sup> Eli Titi Khoeriyah, S. Pd. M.Sc lahir di Cilacap, 13 September 1979. Penulis bekerja di MAN 2 Cilacap bidang Fisika. Menyelesaikan Pendidikan Fisika S1 UNNES Semarang dan S2 Fisika UGM Yogyakarta.

hafalan rumus sehingga kurang melatih berpikir kritis dan kontekstual. Tantangan abad ke-21 menuntut penguatan berpikir tingkat tinggi, literasi sains, dan karakter. Integrasi Deep Learning dengan Kurikulum Berbasis Cinta menjadi strategi pembelajaran melalui penguatan pemahaman konseptual dan nilai Panca Cinta, khususnya cinta kepada Allah dan Rasul, sehingga pembelajaran Fisika lebih bermakna serta efektif membentuk nalar kritis, karakter, dan keimanan peserta didik.

## **A. Landasan Teori**

### **1. Pembelajaran Fisika di Sekolah/Madrasah**

Fisika merupakan disiplin sains yang mengkaji materi, energi, dan interaksinya melalui pendekatan ilmiah. Dalam konteks madrasah, pembelajaran Fisika memiliki kekhasan melalui integrasi nilai-nilai keislaman, di mana fenomena alam diposisikan sebagai ayat-ayat kauniyah untuk menumbuhkan kesadaran spiritual peserta didik. Pembelajaran Fisika idealnya tidak hanya mengembangkan kompetensi kognitif dan sikap ilmiah, tetapi juga membentuk karakter religius, sehingga Fisika berfungsi sebagai wahana integrasi ilmu pengetahuan dan keimanan.

### **2. Konsep Deep Learning dalam Pembelajaran**

Deep Learning merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pemahaman konseptual mendalam melalui keterkaitan pengetahuan, pemecahan masalah kontekstual, refleksi, dan keterlibatan aktif peserta didik. Pendekatan ini mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, serta mendorong penerapan konsep dalam konteks nyata. Dalam pembelajaran Fisika, Deep Learning relevan untuk membantu peserta didik memahami makna hukum-hukum Fisika, menganalisis fenomena, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan secara ilmiah.

### **3. Kurikulum Berbasis Cinta (Panca Cinta)**

Kurikulum Berbasis Cinta menempatkan nilai cinta sebagai fondasi pembelajaran melalui internalisasi Panca Cinta: cinta kepada Allah dan Rasul, ilmu pengetahuan, diri dan sesama, lingkungan, serta tanah air. Dalam pembelajaran Fisika, pendekatan ini mengarahkan peserta didik pada kesadaran spiritual melalui pemaknaan keteraturan alam, sekaligus menumbuhkan sikap belajar yang sadar, bertanggung jawab, dan beretika dalam pemanfaatan ilmu.

### **4. Nalar Kritis Peserta Didik**

Nalar kritis merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang meliputi analisis, evaluasi, dan sintesis informasi secara logis. Dalam pembelajaran Fisika, nalar kritis tercermin melalui kemampuan merumuskan masalah, menginterpretasi data, dan menarik kesimpulan berbasis bukti. Penguatan nalar kritis menjadi tujuan utama pendidikan sains, dan integrasi Deep Learning dengan Kurikulum Berbasis Cinta mendukung pengembangannya secara rasional sekaligus berlandaskan nilai moral dan spiritual.

### **5. Integrasi Deep Learning dan Kurikulum Berbasis Cinta dalam Pembelajaran Fisika**

Integrasi Deep Learning dan Kurikulum Berbasis Cinta membentuk pembelajaran Fisika holistik yang mengembangkan aspek kognitif, afektif, dan spiritual secara seimbang. Pendekatan ini memperkuat nalar kritis sekaligus menumbuhkan kesadaran bahwa ilmu merupakan amanah untuk dimanfaatkan secara bijak, bertanggung jawab, dan bernilai ibadah.

## **B. Strategi Implementasi Penguatan Deep Learning dan Kurikulum Berbasis Cinta dalam Pembelajaran Fisika**

Implementasi Deep Learning terintegrasi Kurikulum Berbasis Cinta dalam pembelajaran Fisika dilakukan melalui perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi berbasis pengalaman belajar bermakna, dengan guru sebagai fasilitator yang mendorong konstruksi pengetahuan, rasa ingin tahu, dan internalisasi nilai cinta.

### **1. Perencanaan Pembelajaran**

Pada tahap perencanaan, guru menyusun modul ajar atau perangkat pembelajaran yang: Berbasis fenomena nyata atau masalah kontekstual dalam kehidupan sehari-hari; Mengintegrasikan ayat-ayat kauniyah dan nilai keislaman yang relevan dengan materi Fisika; Mengarahkan peserta didik pada aktivitas eksplorasi, diskusi, eksperimen, dan refleksi; Memuat penguatan nilai Panca Cinta, khususnya cinta kepada Allah dan Rasul-Nya serta cinta pada ilmu pengetahuan. Contohnya, pada materi hukum Newton, pembelajaran diawali dengan fenomena gerak sehari-hari yang dikaitkan dengan keteraturan hukum alam sebagai sunnatullah.

### **2. Pelaksanaan Pembelajaran**

Pelaksanaan pembelajaran Fisika berbasis *Deep Learning* dan Kurikulum Berbasis Cinta dilakukan melalui beberapa tahapan berikut: Apersepsi bernilai spiritual, dengan mengaitkan materi Fisika dengan kebesaran Allah dan manfaat ilmu bagi kehidupan; Eksplorasi konsep, melalui kegiatan eksperimen, simulasi, atau diskusi kelompok; Analisis dan pemecahan masalah, yang menuntut peserta didik berpikir kritis, mengajukan pertanyaan, dan menyusun argumen ilmiah; Refleksi pembelajaran, di mana peserta didik diajak merenungkan makna ilmu yang dipelajari serta nilai-nilai cinta yang dapat diinternalisasi; Penguatan

karakter, melalui penugasan yang menumbuhkan tanggung jawab, kerja sama, dan kepedulian terhadap lingkungan; Dengan tahapan ini, pembelajaran Fisika tidak hanya berorientasi pada hasil kognitif, tetapi juga pada pembentukan sikap dan nilai.

### **3. Evaluasi Pembelajaran**

Evaluasi dilakukan secara autentik dan berkelanjutan, meliputi:

- a. Penilaian kemampuan nalar kritis melalui soal berbasis HOTS.
- b. Penilaian proses melalui observasi diskusi, eksperimen, dan presentasi.
- c. Penilaian sikap dan nilai Panca Cinta melalui jurnal refleksi dan rubrik karakter.

Evaluasi ini bertujuan untuk melihat perkembangan peserta didik secara holistik, baik aspek pengetahuan, keterampilan, maupun karakter.

### **C. Pembahasan**

Integrasi Deep Learning dan Kurikulum Berbasis Cinta meningkatkan kualitas pembelajaran Fisika melalui penguatan pemahaman konseptual, nalar kritis, serta kemampuan analisis dan penalaran ilmiah peserta didik. Pendekatan ini memperkuat dimensi afektif dan spiritual dengan menumbuhkan rasa syukur, kepedulian, tanggung jawab, dan motivasi belajar, sehingga pembelajaran Fisika menjadi lebih bermakna serta membentuk peserta didik yang unggul secara intelektual, emosional, dan spiritual.

## D. Penutup

### Kesimpulan

Penguatan Deep Learning terintegrasi Kurikulum Berbasis Cinta efektif membangun nalar kritis peserta didik melalui penguatan pemahaman konseptual, berpikir tingkat tinggi, dan internalisasi nilai Panca Cinta, khususnya cinta kepada Allah dan Rasul. Pembelajaran Fisika tidak hanya berorientasi pada penguasaan ilmu, tetapi juga pada pembentukan karakter dan penguatan keimanan.

### Daftar Pustaka

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.
- Hattie, J. (2012). Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning. London: Routledge.
- Kemendikbudristek. (2022). *Panduan pembelajaran dan asesmen*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kementerian Agama RI. (2023). *Kurikulum madrasah dan penguatan karakter*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam.
- Prince, M., & Felder, R. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.
- Sani, R. A. (2019). *Pembelajaran berbasis HOTS*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Tilaar, H. A. R. (2015). *Pedagogik kritis: Perkembangan, substansi, dan implementasinya dalam pendidikan Indonesia*. Jakarta: Rineka Cipta.

Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive? *The Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145–181.



# FISIKA UNTUK SEMUA: PEMBELAJARAN STEM MELALUI PROYEK JEMBATAN SEDERHANA

*Iva Nandya Atika, S.Pd., M.Ed.<sup>28</sup>*  
(Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga  
Yogyakarta)

*“Pembelajaran STEM melalui proyek jembatan sederhana  
menghadirkan fisika sebagai ruang belajar yang terbuka bagi  
semua peserta didik”*

Fisika masih kerap dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sulit, abstrak, dan identik dengan persamaan matematis yang kompleks. Persepsi ini berdampak pada rendahnya minat belajar peserta didik serta terbatasnya partisipasi kelompok tertentu, termasuk peserta didik dengan kepercayaan diri rendah terhadap sains dan perempuan yang kerap merasa fisika bukan bidangnya. Padahal, fisika merupakan ilmu yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-

---

<sup>28</sup> Penulis lahir di Klaten pada bulan Desember 1993, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan (FITK), UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, menyelesaikan studi S1 di Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2015, menyelesaikan S2 di Graduate School for International Development and Cooperation (IDEC), Hiroshima University 2019, dan tertarik pada bidang riset pendidikan sains dan inklusif.



hari dan berperan penting dalam pengembangan teknologi serta pemecahan berbagai masalah nyata. Dalam konteks pendidikan abad ke-21, tidak lagi cukup berfokus pada penguasaan konsep dan rumus semata, tetapi perlu diarahkan pada pendekatan yang inklusif, kontekstual, dan berorientasi pada pengalaman belajar yang bermakna. Prinsip *Physics for All Students* (Fisika untuk Semua Peserta Didik) menegaskan bahwa setiap peserta didik memiliki hak dan peluang yang sama untuk belajar fisika, tanpa dibatasi oleh latar belakang, kemampuan akademik, maupun karakteristik belajar (UNESCO, 2017). Salah satu pendekatan yang dinilai relevan untuk mewujudkan tujuan tersebut adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Pendekatan STEM menekankan keterpaduan antarbidang ilmu melalui aktivitas berbasis proyek yang autentik dan kontekstual, sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman konsep sains melalui penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Bybee, 2015). Berdasarkan pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) di kelas X dengan peserta didik perempuan yang semula memiliki minat rendah terhadap fisika, pembelajaran melalui proyek jembatan sederhana menjadi ruang belajar inklusif. Melalui pengalaman tersebut, fisika hadir secara lebih bermakna sekaligus menumbuhkan literasi sains serta keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan komunikasi.

Pembelajaran STEM melalui proyek jembatan sederhana ini diimplementasikan dalam kegiatan PKM yang melibatkan dosen dan mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta bekerja sama dengan sekolah mitra pada bulan November 2025. Kegiatan ini dilaksanakan di lingkungan sekolah dengan karakteristik peserta didik yang beragam, baik dari segi kemampuan akademik, minat belajar, maupun latar belakang sosial budaya. Proses pembelajaran dirancang secara partisipatif dengan menempatkan peserta

didik sebagai subjek aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan belajar.

Dalam pelaksanaannya, peserta didik dibagi ke dalam kelompok heterogen untuk mendorong kolaborasi dan saling belajar. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembelajaran inklusif yang menekankan keterlibatan aktif seluruh peserta didik serta pengakuan terhadap keberagaman potensi yang dimiliki (Florian & Black-Hawkins, 2011). Dosen dan mahasiswa pendidikan fisika berperan sebagai fasilitator yang mendampingi proses berpikir peserta didik, memberikan penguatan konsep, serta menciptakan suasana belajar yang aman, suportif, dan menghargai setiap peran.

Pengalaman pembelajaran ini menunjukkan perubahan sikap positif pada peserta didik yang semula kurang tertarik pada fisika. Melalui proyek sederhana, fisika tidak lagi dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sulit dan abstrak. Peserta didik mulai menunjukkan ketertarikan, kepercayaan diri, serta keterlibatan aktif dalam proses belajar. Temuan ini menegaskan bahwa pembelajaran fisika mampu menjangkau dan memberdayakan semua peserta didik.

Proyek jembatan sederhana merepresentasikan integrasi STEM secara utuh. Unsur sains tampak pada pemahaman konsep gaya, keseimbangan, struktur, dan distribusi beban. Peserta didik mengamati secara langsung bagaimana perubahan desain memengaruhi kekuatan jembatan. Pengalaman ini membantu membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam melalui praktik langsung, sebagaimana direkomendasikan dalam pembelajaran sains berbasis pengalaman (Kelley & Knowles, 2016).

Aspek teknologi dan rekayasa muncul melalui proses perancangan dan pembuatan jembatan menggunakan bahan sederhana yang mudah dijumpai, seperti sedotan plastik dan isolasi. Peserta didik mengikuti tahapan proses rekayasa, mulai

dari identifikasi masalah, perancangan solusi, pembuatan prototipe, hingga pengujian dan perbaikan. Proses ini sejalan dengan kerangka *engineering design process* yang direkomendasikan dalam pembelajaran STEM modern (NGSS Lead States, 2013).

Sementara itu, matematika digunakan secara kontekstual dalam kegiatan pengukuran, perhitungan panjang, serta analisis kekuatan jembatan. Pendekatan ini membantu peserta didik memahami peran matematika sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan dan pemecahan masalah. Integrasi STEM semacam ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik terhadap konsep sains (Thibaut et al., 2018).

Implementasi proyek jembatan sederhana dalam konteks PKM tidak hanya berpengaruh pada aspek kognitif, tetapi juga pada pembentukan nilai-nilai kehidupan. Kerja kelompok melatih peserta didik untuk saling berkomunikasi, menghargai perbedaan pendapat, dan bertanggung jawab terhadap tugas bersama. Pembelajaran kolaboratif seperti ini berdampak pada tumbuhnya motivasi dan kepercayaan diri peserta didik dalam belajar sains (Sulaeman, et al., 2021).

Dalam konteks sekolah berbasis nilai keislaman, pembelajaran proyek ini dapat diintegrasikan dengan nilai *ta'awun* (kerja sama), *ikhtiar* (usaha sungguh-sungguh), dan *istiqamah* (ketekunan). Peserta didik diajak merefleksikan bahwa membangun jembatan yang kuat membutuhkan kesabaran, perencanaan, dan kerja sama, sebagaimana nilai-nilai yang dibutuhkan dalam menghadapi tantangan kehidupan. Integrasi nilai dan sains ini memperkuat pembelajaran yang holistik dan bermakna bagi peserta didik (Schreiber et al., 2024). Bagi dosen dan mahasiswa pendidikan fisika yang terlibat dalam PKM, kegiatan ini menjadi pengalaman autentik dalam menerapkan pembelajaran inklusif di lapangan. Mahasiswa belajar bahwa peran pendidik tidak

hanya menyampaikan materi, tetapi juga membangun lingkungan belajar yang memberdayakan dan menghargai keberagaman peserta didik.

Pembelajaran STEM berbasis proyek jembatan sederhana memberikan kontribusi terhadap penguatan literasi sains peserta didik. Peserta didik tidak hanya memahami konsep fisika, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan konteks kehidupan sehari-hari. Literasi sains semacam ini penting untuk membekali peserta didik dalam mengambil keputusan yang bertanggung jawab di tengah perkembangan sains dan teknologi (OECD, 2019). Selain itu, kegiatan ini mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Keterampilan tersebut menjadi bekal penting bagi peserta didik untuk bertahan dan beradaptasi dalam dunia yang dinamis. Dengan demikian, pembelajaran fisika untuk semua melalui pendekatan STEM berkontribusi pada pengembangan kapasitas peserta didik secara menyeluruh.

Pembelajaran STEM melalui proyek jembatan sederhana dalam konteks PKM merupakan implementasi nyata dari prinsip *Fisika untuk Semua*. Pendekatan ini menunjukkan bahwa fisika dapat diajarkan secara menyenangkan, kontekstual, dan dapat diakses oleh semua peserta didik. Proyek jembatan sederhana tidak hanya menjadi media pembelajaran konsep fisika, tetapi juga sarana penguatan karakter, nilai kehidupan, dan keterampilan abad ke-21.

Melalui integrasi STEM, inklusivitas, dan pengalaman belajar yang dekat dengan kehidupan, pembelajaran fisika dapat bertransformasi menjadi ilmu yang memberdayakan, khususnya bagi peserta didik perempuan yang sebelumnya memiliki minat belajar rendah. Praktik ini menunjukkan bahwa pembelajaran fisika yang dirancang secara kreatif dan kontekstual mampu menumbuhkan minat, kepercayaan diri, serta partisipasi aktif seluruh peserta didik.

## Daftar Pustaka

- Bybee, R. W. (2015). The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments. Arlington, VA: NSTA Press.
- Florian, L., & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring inclusive pedagogy. *British Educational Research Journal*, 37(5), 813–828.
- Sulaeman, N. F., Putra, P. D. A., Mineta, I., Hakamada, H., Takashashi, M., Ide, Y., & Kumano, Y. (2021). Exploring Student Engagement in STEM Education through the Engineering Design Process. *JPPI: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 1-16.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1–11.
- NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For states, by states. Washington, DC: National Academies Press.
- OECD. (2019). PISA 2018 assessment and analytical framework. Paris: OECD Publishing.
- Schreiber, A., Wagner, Y., & Becker Leyla. (2024). Integrating Islamic values in science education: a case study in Indonesia Islamic schools. *World Journal of Islamic Learning and Teaching*. 1(1), 18-22.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van deVelde, D., Van Petegem, P. and Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1-12.
- UNESCO. (2017). A guide for ensuring inclusion and equity in education. Paris: UNESCO.



# ANALISIS PRINSIP FISIKA DALAM MENGATASI TANTANGAN GEOLOGI DI KABUPATEN SUMBA BARAT DAYA

***Rambu Ririnsia Harra Hau, S.Si., M.Pd.<sup>29</sup>***  
***(Universitas Stela Maris Sumba)***

*“Wilayah Kabupaten Sumba Barat Daya memiliki karakteristik geologi yang beragam dan penuh tantangan, sehingga kajian prinsip fisika diperlukan untuk memahami serta menangani permasalahan geologi demi menunjang pembangunan yang berkelanjutan dan aman.”*

**K**abupaten Sumba Barat Daya merupakan salah satu daerah di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memiliki kondisi geologi yang unik sekaligus menghadirkan berbagai tantangan. Wilayah ini didominasi oleh bentang alam berupa perbukitan, dataran bergelombang, serta keberadaan batuan karbonat yang membentuk kawasan karst. Karakteristik geologi tersebut

---

<sup>29</sup> Rambu Ririnsia Harra Hau lahir di Maumere, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Penulis melanjutkan pendidikan jenjang S1 pada Fakultas Sains dan Teknik Jurusan Fisika Universitas Nusa Cendana dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun 2015 Penulis melanjutkan studi di Program Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang. Penulis merupakan dosen Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Stella Maris Sumba.

berpengaruh besar terhadap kestabilan permukaan tanah, ketersediaan air bawah tanah, serta meningkatnya risiko bencana geologi seperti longsor dan kekeringan. Berbagai permasalahan geologi yang terjadi di Sumba Barat Daya tidak terlepas dari proses-proses fisika yang berlangsung secara alami, seperti pengaruh gaya gravitasi, pergerakan fluida, perambatan gelombang, serta sifat kelistrikan material batuan. Oleh sebab itu, pemahaman terhadap prinsip-prinsip fisika menjadi aspek yang sangat penting dalam upaya mitigasi bencana, perencanaan pembangunan wilayah, dan pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan.

### **A. Kondisi Geologi dan Tantangan di Sumba Barat Daya**

Ditinjau dari aspek geologi, wilayah Sumba Barat Daya banyak tersusun oleh batuan sedimen karbonat yang mudah mengalami pelarutan oleh air. Proses tersebut menghasilkan terbentuknya rongga, rekahan, serta sistem saluran bawah tanah yang kompleks. Kondisi ini menyebabkan wilayah tersebut rentan terhadap runtuhnya tanah dan amblesan, serta memiliki sistem aliran air yang sulit diperkirakan. Selain itu, kondisi topografi yang didominasi oleh perbukitan dengan lereng curam turut meningkatkan potensi terjadinya longsor, terutama pada musim hujan. Air hujan yang meresap ke dalam tanah dapat meningkatkan tekanan pori dan mengurangi kekuatan geser tanah. Sebaliknya, pada musim kemarau, daerah ini sering mengalami keterbatasan air bersih karena air hujan tidak tersimpan di permukaan, melainkan langsung mengalir ke bawah tanah. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan geologi di Sumba Barat Daya sangat berkaitan erat dengan fenomena fisika, sehingga pendekatan berbasis prinsip fisika menjadi sangat diperlukan.

## B. Prinsip Fisika dalam Kajian Geologi

Kajian geologi, berbagai prinsip fisika diterapkan, antara lain prinsip kelistrikan, mekanika, gelombang, dan fluida. Pada bidang geofisika, perbedaan sifat fisik batuan seperti resistivitas listrik, massa jenis, dan kecepatan rambat gelombang seismik dimanfaatkan untuk mempelajari struktur bawah permukaan bumi secara tidak langsung. Metode geofisika memiliki keunggulan karena bersifat non-destruktif serta mampu mencakup wilayah yang luas. Variasi sifat fisik batuan dapat digunakan untuk mengenali zona lemah, bidang gelincir, serta jalur aliran air bawah tanah. Pendekatan ini sangat tepat diterapkan pada daerah dengan kondisi bawah permukaan yang rumit, seperti Kabupaten Sumba Barat Daya.

## C. Penerapan Prinsip Fisika dalam Mitigasi Longsor

Secara fisika, peristiwa longsor terjadi ketika gaya pendorong akibat berat tanah dan kandungan air melebihi gaya penahan berupa kohesi dan gesekan internal tanah. Peningkatan kadar air dalam tanah menjadi faktor utama yang mempercepat terjadinya ketidakstabilan lereng. Metode ***Electrical Resistivity Tomography (ERT)*** digunakan untuk mengidentifikasi zona tanah yang jenuh air melalui pengukuran resistivitas listrik. Nilai resistivitas yang rendah umumnya menunjukkan kandungan air yang tinggi. Selain itu, metode seismik refraksi dimanfaatkan untuk mendeteksi lapisan tanah yang lemah serta bidang gelincir berdasarkan perbedaan kecepatan rambat gelombang. Penerapan metode tersebut memungkinkan pemetaan daerah rawan longsor di Sumba Barat Daya secara lebih tepat, sehingga perencanaan pembangunan infrastruktur dapat dilakukan dengan tingkat risiko yang lebih rendah.



## **D. Prinsip Fisika dalam Pengelolaan Wilayah Karst dan Air Tanah**

Wilayah karst memiliki sistem aliran air bawah tanah yang kompleks dan tidak mengikuti pola aliran permukaan. Prinsip fisika fluida dan kelistrikan digunakan untuk memahami pergerakan air melalui rekahan dan rongga batuan karbonat. Metode geolistrik dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi akuifer karst serta jalur aliran air bawah tanah yang potensial. Informasi ini sangat berguna dalam menentukan lokasi pengeboran sumur yang lebih tepat, sehingga permasalahan kekurangan air bersih di Sumba Barat Daya, terutama pada musim kemarau, dapat dikurangi.

## **E. Contoh Kasus Lokal di Sumba Barat Daya**

### **1. Potensi Longsor di Wilayah Wewewa dan Kodi**

Daerah perbukitan di Kecamatan Wewewa dan Kodi kerap menunjukkan gejala ketidakstabilan lereng, seperti munculnya retakan tanah dan kerusakan jalan. Secara fisika, kondisi tersebut berkaitan dengan meningkatnya tekanan pori akibat infiltrasi air hujan. Pendekatan geofisika dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah rawan longsor serta mendukung upaya mitigasi sejak dini.

### **2. Permasalahan Air Bersih di Wewewa Selatan**

Wewewa Selatan merupakan contoh wilayah karst yang menghadapi kesulitan dalam pemenuhan kebutuhan air bersih. Air hujan dengan cepat meresap ke dalam tanah melalui rekahan batuan. Melalui survei geolistrik, jalur aliran air bawah tanah dapat dipetakan sehingga lokasi sumur yang lebih efektif dapat ditentukan.

### 3. Kerusakan Infrastruktur Jalan

Beberapa ruas jalan di Sumba Barat Daya mengalami penurunan permukaan tanah akibat perbedaan sifat mekanik lapisan bawah tanah. Prinsip fisika gelombang seismik dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi lapisan tanah yang lemah sebelum pembangunan dilakukan, sehingga kualitas dan ketahanan infrastruktur dapat ditingkatkan.

Prinsip fisika memegang peranan yang sangat penting dalam upaya mengatasi berbagai tantangan geologi di Kabupaten Sumba Barat Daya. Penerapan ilmu geofisika, mekanika tanah, dan fisika fluida memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap kondisi bawah permukaan. Pendekatan ini mendukung mitigasi bencana longsor, pengelolaan sumber daya air, serta pembangunan infrastruktur yang lebih aman dan berkelanjutan. Oleh karena itu, integrasi prinsip fisika dalam perencanaan wilayah menjadi langkah strategis untuk meningkatkan ketahanan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat Sumba Barat Daya.



# TAHAPAN ANALISIS TURBIN JENIS ULIR ARCHIMEDES PADA PLTA

***Muhammad Noviansyah Nugraha, S.Tr.T., M.Tr.T.<sup>30</sup>***  
***(Politeknik Negeri Sriwijaya)***

*“Sebuah Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air yang baik harus menggunakan Data dari Hasil Pengukuran Eksisting yang ada di Lokasi Perairan”*

## **A. Urgensi Energi Terbarukan dan Tantangan Geografis**

**D**i tengah upaya global untuk menekan emisi karbon, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala mikro dan piko menjadi solusi strategis bagi wilayah yang belum terjangkau transmisi listrik utama. Namun, tantangan utama pada banyak aliran sungai di Indonesia adalah karakteristik low head (tinggi jatuh rendah). Bendungan besar seringkali tidak layak dibangun karena dampak lingkungan dan biaya konstruksi yang masif. Dalam hal ini, Perairan banyak dengan Kondisi yang berbeda dan Kontur Perairan yang berubah ubah. Dalam Pemilihan

---

<sup>30</sup> Penulis lahir di Palembang, 14 November 1995, yang merupakan Dosen di Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Beliau menyelesaikan studi D3-S1 Sarjana Terapan di Jurusan Teknik Sipil Tahun 2013-2016. Lalu Penulis menyelesaikan Magister S2 di Program Studi Teknik Energi Terbarukan Magister Terapan di Tahun 2020-2022. Beliau juga merupakan salah satu Inventor Paten Sederhana tentang PLTA Portabel.

Turbinnya, berbeda dengan turbin konvensional seperti Kaplan atau Pelton yang membutuhkan tekanan tinggi atau aliran yang sangat deras, Turbin Ulir Archimedes menawarkan efisiensi tinggi pada kondisi perairan dengan head di bawah 5 meter.

Pemilihan teknologi *Archimedean Screw Turbine (AST)* didasari oleh karakteristiknya yang sangat adaptif terhadap ekosistem sungai. Desain sudu ulirnya yang terbuka menjadikannya teknologi **ramah lingkungan** karena aman bagi migrasi ikan. Selain itu, turbin ini memiliki durabilitas tinggi dengan **perawatan minimal**, karena mampu mentoleransi aliran air yang membawa sedimen maupun sampah organik tanpa mengganggu kinerja mekanisnya. Keunggulan utamanya terletak pada **efisiensi yang stabil**, di mana turbin tetap mampu menghasilkan daya optimal meski terjadi fluktuasi debit air musiman yang sering terjadi pada kondisi perairan eksisting.

### **Analisis Dimulai dengan Pengukuran Kondisi Perairan Eksisting**

Perhitungan desain tidak dapat disamaratakan; ia harus "menjahit" spesifikasi turbin dengan data hidrologi di lokasi rencana. Kondisi perairan eksisting mencakup dua variabel krusial yakni Head Efektif ( $H$ ) sebagai Perbedaan ketinggian permukaan air atas dan bawah yang menentukan energi potensial serta Debit Air ( $Q$ ) yang dimana Volume air yang mengalir per satuan waktu, yang seringkali bersifat musiman.

### **Perhitungan Daya Bangkitan Listrik pada PLTA**

Formula Rumus yang digunakan adalah sbb:

$$P = \rho g Q H \eta$$

$P$  = Daya yang dibangkitkan PLTA (Watt);  $\rho$  = Massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ );  $Q$  = Debit aliran Air ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $H$  = Beda ketinggian (m);  $\eta$  = Efisiensi sistem *Hydro Power* (Biasanya  $\eta = 0,85$ )

Melalui pendekatan ini, diharapkan potensi energi kinetik dan potensial dari aliran sungai eksisting dapat dikonversi menjadi energi listrik secara efisien, ekonomis, dan berkelanjutan.

### Debit Aliran

Pengukuran debit aliran dapat dilakukan dengan mengukur waktu tempuh pelampung untuk panjang atau jarak tertentu yang ditentukan. Dari besaran jarak dan waktu dapat dihitung kecepatan air. Karena pelampung hanya mengukur kecepatan pada permukaan air diperlukan modifikasi (mengisi pelampung dengan air agar massa jenisnya hampir sama dengan air sehingga melayang) agar kecepatannya bisa mewakili seluruh luas penampang (*Windarti, 2014*). PLTA skala kecil (PLTMH atau PLTA Mini) sangat tergantung dengan ketersediaan air dan kondisi alam sekitar pembangkit, untuk itu perkiraan debit air dan maksimum sangat penting dalam suatu perencanaan (*Warren, 1993*). Untuk menghitung jumlah debit air dapat digunakan persamaan 2.

$$Q = A \cdot v$$

**Dimana:**  $Q$  = Debit aliran air ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $A$  = Luas penampang aliran ( $\text{m}^2$ );  $v$  = Kecepatan aliran ( $\text{m/s}$ ).

### Desain Perhitungan Dimensi Turbin Archimedes Screw

Dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), perancangan turbin ulir memerlukan kesesuaian Data Eksisting dengan Proses perancangan ini, dimulai dengan menganalisis Dimensi turbin yang akan direncanakan. Pilihan  $d/D = 0,3$  dipilih karena akan menentukan dimensi ukuran yang diambil adalah kecil (mini) karena bersifat portabel

mudah dibawa kemana mana serta mudah diaplikasikan ke perairan mengalir mana saja dengan head rendah.

### Perhitungan Diameter Turbin (D)

Dalam desain persamaan Archimedes screw, diperlukannya data - data peninjauan (surveying) lokasi perairan yang mengalir dalam perhitungan debit aliran Q (m<sup>3</sup>/s) diperoleh dari persamaan (Rorres, 2000):

$$Q = k.n.D^3$$

k = Konstanta uliran

n = Rotasi Rencana turbin ulir (rpm)

D = Diameter pada turbin (m)

Lalu dilakukan dengan pemilihan Perencanaan sudut uliran turbin dan nilai konstanta ulir didapat dari Tabel nilai konstanta ulir. Berikut Tabel 1 Nilai Konstante Ulir (Rorres, 2000):

Tabel 1. Nilai Konstanta Ulir

| d/D | 22°   |       |       | 26°   |       | 30°   |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | 1.0D  | 1.2D  | 0.8D  | 1.0D  | 1.2D  | 0.8D  | 1.0D  |
| 0.3 | 0.331 | 0.335 | 0.274 | 0.287 | 0.286 | 0.246 | 0.245 |
| 0.4 | 0.35  | 0.378 | 0.285 | 0.317 | 0.323 | 0.262 | 0.271 |
| 0.5 | 0.345 | 0.38  | 0.281 | 0.317 | 0.343 | 0.319 | 0.287 |
| 0.6 | 0.315 | 0.351 | -     | 0.3   | 0.327 | -     | 0.273 |

Pada Formula d/D, merupakan perbandingan diameter poros turbin terhadap diameter sudu turbin antara sudut ulir turbin 22°, 26°, 30° = sudut ulir (α). Setelah geometri sudut ulir ditetapkan, langkah krusial berikutnya adalah menentukan

**kecepatan rotasi operasional** dalam satuan **RPM** (*Revolutions Per Minute*). Parameter ini berfungsi untuk mensinkronkan torsi mekanis dengan input generator pada sistem PLTA.

Tabel 2. Rencana Putaran Operasi Turbin Screw (n)

| Speed         | Turbin rpm    |
|---------------|---------------|
| Lambat/Slow   | Kisaran 20-23 |
| Sedang/Medium | Kisaran 25-26 |
| Cepat/Fast    | Kisaran 29-31 |

Persamaan yang akan digunakan untuk perhitungan dimensi turbin screw adalah sebagai berikut (Rorres, 2000):

#### **Perhitungan Diameter turbin (D) dalam satuan (meter)**

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{k.n}}$$

Dimana k = Nilai konstanta uliran; Q = Nilai perhitungan debit yang diukur ditempat eksisting; n = Nilai rpm rencana yang dipilih.

#### **Perhitungan Diameter Bagian Dalam Turbin (d)**

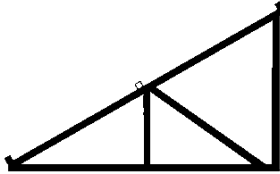
Setelah menganalisis Diameter turbin (D) lalu masukkan hasil Diameter Besar tadi ke perbandingan diameter bagian dalam turbin terhadap diameter ulir turbin yang telah ditentukan dengan Rumus sebagai berikut:

$$d/D = 0,3$$

Dimana D = Diameter turbin (m); d = Diameter poros turbin (m)

## Pemilihan Sudut Turbin Rencana

Setelah menghitung Diameter poros turbin dilanjutkan dengan penentuan sudut turbin rencana (Rorres, 2000):



Gambar 1. Desain Rencana Sudut Turbin

Dan dari kajian literatur **“The Turn of The Screw Optimal Design of an Archimedes Screw”** pemilihan sudut turbin berkisar  $25^{\circ}$ –  $40^{\circ}$ . Dari rencana yang diambil adalah sudut  $25^{\circ}$ – $30^{\circ}$  dikarenakan turbin ini difungsikan pada head (air Jatuh) yang rendah.

### Perhitungan Panjang Turbin (L)

$$\sin \theta = \frac{H}{L}$$

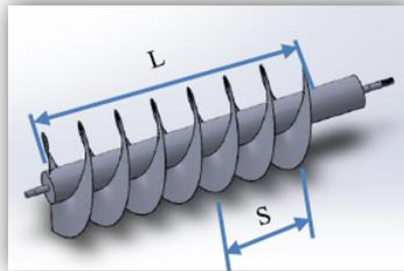
$\theta$  = Sudut turbin rencana ( $^{\circ}$ )

H = Head hasil pengukuran (meter)

### Perhitungan Pitch Turbin (S)

Untuk menentukan nilai pitch turbin, terlebih dahulu harus menentukan nilai sudut turbin ( $\theta$ )





Gambar 2. Bagian per Pitch Turbin

Apabila sudut ulir rencana turbin  $\leq 30^\circ$ , Gunakan  $S = 1,2D$ ;  
 Jika sudut ulir rencana turbin  $= 30^\circ$ , Gunakan  $S = 1,0D$ ; Jika  
 sudut ulir rencana turbin  $\geq 30^\circ$ , Gunakan  $S = 0,8D$ .

### Perhitungan Jumlah Ulir (N)

$$N = \frac{L}{S}$$

Dimana  $L$  = Panjang Turbin (m) dan  $S$  = Pitch Turbin  
 (Bagian per ulir turbin)

Untuk menentukan nilai pitch turbin, terlebih dahulu harus menentukan nilai sudut turbin rencana ( $\theta$ ). Setelah semuanya telah dihitung, maka lanjutkan dengan Tahapan Pembuatan Turbin dan Pemilihan generator yang tepat pada PLTA itu sendiri.

### Daftar Pustaka

Nugraha MN, Kusumanto RD, Indrayani. Preliminary Analysis of Mini Portable Hydro Power Plant Using Archimedes Screw Turbine. In: Proceedings - 2nd International Conference on Computer Science and Engineering: The Effects of the Digital World After Pandemic (EDWAP), IC2SE 2021. 2021.

- Rorres, C. (2000). The turn of the screw: Optimal design of an Archimedes screw. *Journal of Hydraulic Engineering*, 126(1), 72-80.
- Warren, F.H. (1993). Small Hydropower Development: Planning and Feasibility Studies. New York: McGraw-Hill.

## **BAB IV**

# **DEDIKASI IPA DI MASYARAKAT**



# MENJAGA KELESTARIAN EKOSISTEM PERAIRAN RAWA

***Dr. Ir. Pahmi Ansyari, M.S.<sup>31</sup>***  
***(Universitas Lambung Mangkurat)***

*“Pelestarian ekosistem perairan rawa merupakan kewajiban kita bersama agar di masa akan datang tidak membawa bencana ekologis”*

**L**uas lahan rawa di Indonesia diperkirakan mencakup sekitar 33,4 juta hektar, terdiri dari dua kategori utama, khususnya rawa pasang surut seluas 20,1 juta hektar (60,2%) dan rawa lebak (non-pasang surut) seluas 13,3 juta hektar (39,8%) (BPSDM Kem PUPR, 2022). Ekosistem perairan rawa memegang peran strategis baik secara ekologis maupun sosial-ekonomi. Rawa berfungsi sebagai penyimpan air, pengendali banjir, dan daerah asuhan (*nursery ground*) bagi banyak spesies ikan serta organisme akuatik lain yang menjadi sumber pangan dan mata pencaharian komunitas lokal. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, tekanan antropogenik seperti

---

<sup>31</sup> Penulis lahir di Tanah Laut, 20 Desember 1964, merupakan Dosen di Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Lambung Mangkurat. Menyelesaikan S1 Fakultas Perikanan UNLAM Tahun 1989, menyelesaikan S2 di Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSDAL), Pascasarjana UNLAM, tahun 2006 dan menyelesaikan S3 Prodi Ilmu Pertanian, Pascasarjana ULM Banjarbaru tahun 2021.

konversi lahan, pengeringan untuk pertanian, polusi dari sawah dan pertambangan serta dampak perubahan iklim telah mengurangi fungsi ekologis dan kapasitas layanan ekosistem rawa (Elles-p et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan pemahaman holistik tentang karakteristik ekosistem rawa, ancaman yang dihadapi, dan pendekatan manajemen yang berbasis ekologi untuk menjamin kelestariannya.

Perairan rawa terdiri dari beberapa tipe utama, yaitu: rawa lebak, rawa pasang-surut dan rawa gambut. Masing-masing tipe memiliki dinamika hidrologi dan kimia air yang khas: rawa gambut sering bercirikan air berwarna coklat gelap dengan pH rendah (asam) dan konsentrasi bahan organik tinggi, rawa lebak menampilkan fluktuasi tinggi dalam kedalaman air musiman; sementara rawa pasang-surut dipengaruhi regime pasang surut yang membawa intrusi air payau. Pemahaman tentang siklus hidrologi lokal (musiman hujan, debit sungai, dan konektivitas dengan DAS) penting karena menentukan ketersediaan habitat, siklus reproduksi ikan, dan proses transport nutrisi serta sedimen.

Degradasi rawa terutama dipicu oleh perubahan tata guna lahan (drainase dan reklamasi untuk pertanian/pertambangan), pencemaran nutrisi dan bahan toksik, sedimentasi berlebih, serta praktik penangkapan destruktif. Pengeringan rawa untuk lahan pertanian menyebabkan oksidasi bahan organik gambut, pelepasan CO<sub>2</sub>, dan penurunan kemampuan rawa dalam menampung air. Polusi nutrisi dari pupuk dan limbah domestik memicu eutrofikasi lokal yang merusak siklus oksigen dan struktur komunitas biotik. Di sisi lain, perubahan iklim dapat memperparah curah hujan yang tinggi dan ekstrem dan lebih sering. Kesehatan ekosistem hutan rawa dapat dinilai dengan memeriksa kondisi hutan, tanah, dan hidrologi, yang semuanya dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat yang bergantung pada hutan dan wisatawan (Islam et al., 2025). Gambaran ekosistem yang masih lestari dan telah terdegradasi disajikan pada

Gambar 1.

Pengelolaan berkelanjutan harus berlandaskan prinsip ekosistem mempertahankan fungsi alami, meminimalkan intervensi yang merusak, dan melibatkan pemangku kepentingan lokal. Pendekatan berbasis Daerah Aliran Sungai (DAS) menekankan kesatuan ekologi lanskap karena kondisi hulu dan liputan lahan memengaruhi kualitas air rawa. Konservasi *in situ* (proteksi habitat dan zona konservasi) disandingkan dengan langkah *ex situ* (bank genetik, budidaya terkontrol) bila diperlukan. Kearifan lokal, seperti cara masyarakat tradisional mengelola lubuk atau musim tangkap, harus diintegrasikan ke dalam strategi manajemen agar kebijakan lebih efektif dan berkeadilan sosial. kearifan lokal merupakan sebuah tindakan atau perilaku yang khas pada sebuah kelompok masyarakat di mana perilaku atau tindakan tersebut menjadi sebuah panduan dan tuntunan dalam berkehidupan (Firmansyah et al., 2023).



Gambar 1. Gambaran perbedaan perairan rawa yang lestari dan yang telah terdegradasi (Sumber: Koleksi Pribadi, 2025)

Beberapa strategi yang dapat digunakan dalam menjaga kelestarian sumberdaya perairan rawa sebagai bagian lahan basah (*wet land*), yaitu:

1. Mencegah pencemaran air, diantaranya adalah:
  - a. Mengolah limbah industri dan domestik, seperti mendirikan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) sebelum masuk ke perairan rawa, agar tidak meningkatkan cemaran.
  - b. Pengurangan pupuk dan pestisida di lahan sekitar rawa untuk mencegah eutrofikasi dan kematian ikan.
  - c. Pengelolaan sampah agar tidak menyumbat aliran dan merusak habitat. Limbah plastik, khususnya kemasan telah menjadi masalah lingkungan yang signifikan, karena degradasinya yang lambat (Wanapat et al., 2025).
2. Melindungi vegetasi penyangga (*Buffer Zone*)

Membuat sabuk hijau di tepi rawa/kanal (mis. tanaman semak rawa), yang berfungsi menyaring sedimen & polutan, menahan erosi, menstabilkan tebing, memberi naungan, dan menyediakan habitat.
3. Mengendalikan Sedimentasi dan Erosi
  - a. Rehabilitasi daerah tangkapan air (reboisasi, terasering, guludan, penutup tanah) agar tanah tidak mudah hanyut.
  - b. Sedimentasi berlebih membuat rawa dangkal, mengubah komunitas biota, serta menurunkan kapasitas tampung banjir.
4. Memulihkan Hidrologi Perairan Rawa
  - a. Prinsip penting: rawa butuh pola air alami agar ekosistem tetap bekerja.

- b. Untuk rawa gambut: pembasahan kembali (menutup kanal tertentu, sekat kanal, pengaturan pintu air) agar muka air tidak terlalu turun.
  - c. Dampak baik: mengurangi kebakaran gambut, menekan pelepasan karbon, menjaga kualitas air, dan memulihkan vegetasi khas rawa.
5. Restorasi habitat dan keanekaragaman hayati
- a. Penanaman kembali vegetasi asli rawa.
  - b. Pembuatan area suaka (zona inti) untuk tempat pemijahan, asuhan larva/juvenil ikan, dan perlindungan satwa air.
  - c. Menghubungkan habitat agar biota bisa berpindah saat musim berubah.
6. Perikanan rawa berkelanjutan
- a. Pengaturan alat tangkap (melarang alat yang merusak dasar/habitat).
  - b. Ukuran minimum alat tangkap & musim penutupan saat pemijahan.
  - c. Zona larang tangkap di titik penting (lubuk, rawa dalam, area vegetasi rapat), menjaga stok ikan selalu tersedia.
7. Pengendalian Spesies Invasif
- a. Mengendalikan gulma air invasif atau ikan introduksi yang mengganggu.
  - b. Dilakukan lewat pemanenan rutin, pengurangan nutrisi dan bio-kontrol yang aman.
8. Pengelolaan Tata Ruang dan Pembatasan Alih Fungsi
- a. Menetapkan rawa sebagai kawasan lindung/konservasi, membatasi reklamasi, penimbunan, dan pembukaan lahan yang memutus aliran.
  - b. Mengatur jarak aman pembangunan dari sempadan



rawa dan koridor banjir alami.

#### 9. Monitoring dan Penegakan Aturan

- a. Pemantauan berkala: pH, DO, kekeruhan, nutrisi (N-P), logam berat, serta indikator biologis (plankton/makrozoobentos/ikan).
- b. Penegakan hukum terhadap pembuangan limbah ilegal, pembakaran lahan, dan praktik tangkap destruktif, termasuk eksploitasi berlebihan.

#### 10. Pelibatan Masyarakat dan Insentif Ekonomi Hijau

- a. Kelompok pengawas berbasis masyarakat dan kesepakatan lokal.
- b. Alternatif penghidupan yang ramah rawa, seperti budidaya ikan yang tidak mencemari, kerajinan/panen non-kayu, ekowisata, pertanian rawa yang adaptif air.

Tindakan-tindakan nyata di atas akan menjadikan perairan rawa berfungsi sebagaimana mestinya, yaitu fungsi hidrologis, ekologis dan sosial-ekonomis. Fungsi ekologis tersebut diantaranya menopang kelestarian keanekaragaman hayati dan fungsi hidrologis dan fungsi sosial ekonomis, yaitu menopang mata pencaharian masyarakat lokal.

### Daftar Pustaka

- BPSDM Kem PUPR. 2022. *Modul 6 Operasi Jaringan Irigasi Rawa Lebak*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Elles-p, C., Castillo-ramírez, M., Moreno-ríos, A., Garz, C., & Rojas-solano, J. (2024). Heliyon Assessment of water quality and emerging pollutants in two fish species from the mallorquin swamp in the Colombian Caribbean. 10 (October).

- Firmansyah, F., Hidayat, S., Leksono, S. M., Jamaludin, U., Pgdsd, P. S., Keguruan, F., Wiyata, U. M., Studi, P., Ipa, P., Keguruan, F., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2023). *Kearifan Lokal dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan Hidup di Cagar Alam Rawa Danau ( CARD ).* 8(1).
- Islam, S., Amin, S., & Reza, S. (2025). Assessing the ecosystem health of Ratargul Freshwater Swamp Forest in Bangladesh using a modified forest quality index. *Ecological Indicators*, 178(July), 113938.
- Wanapat, M., Muslykhah, U., Matra, M., & Dagaew, G. (2025). Environmental Technology & Innovation Biodegradation of low-density polyethylene plastics by cellulolytic *Pseudomonas aeruginosa* isolated from the rumen of Swamp buffalo and the in vitro end-product characteristics. *Environmental Technology & Innovation*, 38(December 2024), 104175.
- Wilayah, D. I., Alam, C., & Danau, R. (2025). *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan.* 5(4), 1345–1355.



# PEMANFAATAN JAMUR DALAM PENGEMBANGAN PANGAN LOKAL UNTUK Mendukung P5 DI SMA N 1 AMARASI BARAT

*Asmiati, S.Si., M.Sc.<sup>32</sup>  
(Universitas Muhammadiyah Kupang)*

*“Pengembangan pangan lokal menggunakan jamur dapat  
dijadikan sarana untuk mendukung P5 khususnya dalam tema  
Gaya Hidup Berkelanjutan dan Kewirausahaan”*

Pengembangan pangan lokal berbasis potensi daerah merupakan salah satu strategi penting dalam mendukung ketahanan pangan dan peningkatan kualitas gizi masyarakat. Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan wilayah dengan kondisi iklim kering dan curah hujan yang relatif rendah. Kondisi ini memengaruhi jenis tanaman pangan yang dapat tumbuh secara optimal. Salah satu jenis tanaman pangan yang dapat tumbuh dengan baik di NTT adalah jagung. Jagung merupakan salah satu komoditas unggulan di wilayah Nusa

---

<sup>32</sup> Penulis lahir di Dompu, 26 Februari 1988, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Kupang, menyelesaikan studi S1 di Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mataram tahun 2011, menyelesaikan S2 pada bidang Mikrobiologi di Fakultas Biologi UGM tahun 2016.

Tenggara Timur. Berdasarkan data BPS NTT tahun 2024, produksi jagung di provinsi NTT mencapai 629 ton. Angka ini cukup tinggi dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Hal ini disebabkan karena jagung merupakan salah satu makanan pokok pengganti nasi bagi Masyarakat NTT. Namun, pemanfaatannya masih cenderung terbatas pada pengolahan tradisional dengan nilai tambah yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pengolahan pangan yang sederhana, aplikatif, dan relevan dengan kondisi lokal.

Melimpahnya produksi jagung dan kacang-kacangan serta kurang variatifnya cara pengolahan jagung oleh masyarakat, mendorong dosen dan mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Kupang untuk terjun langsung ke Masyarakat guna memberikan pengetahuan baru tentang cara pengolahan pangan dengan memanfaatkan jamur. Kegiatan pengabdian kepada Masyarakat dilakukan pada tahun 2025 berlokasi di SMAN 1 Amarasi Barat sebagai upaya mendukung program P5 di sekolah.

SMA Negeri 1 Amarasi Barat sebagai satuan pendidikan yang menerapkan Kurikulum Merdeka memiliki peran strategis dalam menanamkan kesadaran peserta didik terhadap potensi lokal melalui Program P5 (Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila). Salah satu bentuk implementasi P5 yang kontekstual adalah pemanfaatan jamur sebagai agen fermentasi dalam pengembangan tempe jagung dan kacang-kacangan lokal. Kegiatan ini bertujuan untuk:

1. Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik serta warga sekolah dalam mengolah bahan pangan lokal melalui teknologi fermentasi
2. Menumbuhkan kesadaran akan pentingnya ketahanan pangan berbasis potensi lokal.
3. Mendorong sikap kreatif, mandiri, dan bernalar kritis pada peserta didik melalui praktik langsung.

4. Mendukung implementasi Program P5 melalui pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual dan bermakna.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk:

1. Sosialisasi dan edukasi tentang peran jamur (*Rhizopus* sp.) dalam fermentasi tempe serta manfaat gizi tempe jagung dan kacang-kacangan.
2. Praktik langsung pembuatan tempe jagung dan tempe kacang lokal yang melibatkan peserta didik, guru, dan perwakilan masyarakat sekitar sekolah.
3. Diskusi dan refleksi untuk mengaitkan kegiatan dengan isu ketahanan pangan, gizi, dan peluang kewirausahaan lokal.
4. Pameran hasil proyek P5, di mana siswa mempresentasikan proses dan hasil olahan tempe sebagai produk inovatif berbasis kearifan lokal.

Kegiatan ini secara langsung mendukung beberapa dimensi Profil Pelajar Pancasila, antara lain:

1. Bernalar kritis, melalui pemahaman proses fermentasi dan analisis manfaat tempe non-kedelai.
2. Kreatif, melalui inovasi pengolahan jagung dan kacang-kacangan lokal menjadi produk tempe.
3. Mandiri, melalui keterlibatan aktif siswa dalam setiap tahapan kegiatan.
4. Gotong royong, melalui kerja kelompok saat praktik dan diskusi.
5. Beriman, bertakwa, dan berakhlak mulia, melalui pemanfaatan sumber daya alam secara bijak dan rasa syukur atas potensi lokal.

Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini melibatkan siswa kelas X dan XI yang berjumlah 50 orang serta masyarakat disekitar sekolah berjumlah 20 orang. Semua peserta akan diajarkan membuat tempe berbahan dasar biji jagung dan kacang gude. Pada umumnya, tempe dibuat dari kedelai. Namun, keterbatasan produksi kedelai lokal dan ketergantungan pada kedelai impor mendorong perlunya diversifikasi bahan baku tempe, termasuk penggunaan jagung dan berbagai jenis kacang-kacangan lokal.

Kegiatan diawali dengan penjelasan tentang beberapa jenis jamur yang terkandung dalam ragi tempe. Jamur, terutama dari genus *Rhizopus* seperti *Rhizopus oligosporus*, berperan penting dalam proses fermentasi tempe. Jamur ini menghasilkan enzim yang mampu memecah protein, lemak, dan karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna. Selain meningkatkan daya cerna, proses fermentasi juga dapat meningkatkan cita rasa, aroma, serta kandungan gizi bahan pangan. Kemudian penjelasan dilanjutkan dengan memaparkan data dari berbagai jurnal hasil penelitian yang membandingkan kandungan nutrisi dalam kacang kedelai yang belum difermentasi menjadi tempe dan yang telah difermentasi menjadi tempe. Hal ini bertujuan memberikan pemahaman bahwa olahan pangan yang difermentasi memiliki nilai lebih dibandingkan dengan yang tidak difermentasi.

Pemanfaatan jagung sebagai bahan baku tempe merupakan inovasi yang relevan dengan kondisi lokal. Tempe jagung dibuat dari biji jagung yang muda dan tua. Biji jagung yang muda, setelah dipipil lalu dikukus kemudian difermentasi menggunakan ragi tempe yang mengandung jamur *Rhizopus*. Sedangkan biji jagung tua, direndam terlebih dahulu kemudian direbus hingga matang untuk selanjutnya dicampur dengan ragi tempe. Hasil fermentasi menghasilkan tempe jagung dengan tekstur yang lebih lunak, aroma dan rasa yang khas.

Kandungan protein jagung yang relatif lebih rendah dibanding kedelai diharapkan dapat ditingkatkan kualitas gizinya melalui proses fermentasi. Selain itu, tempe jagung dapat menjadi alternatif pangan fungsional yang cocok untuk masyarakat yang memiliki alergi terhadap kedelai.

Pelaksanaan pengabdian kepada Masyarakat di SMA Negeri 1 Amarasi Barat diharapkan memberikan dampak positif bagi peserta didik dan lingkungan sekitar sekolah. Peserta didik memperoleh keterampilan hidup (life skill) yang relevan, sementara masyarakat dapat terinspirasi untuk mengembangkan pangan lokal bernilai tambah. Keberlanjutan kegiatan dapat diwujudkan melalui pengembangan kewirausahaan siswa, kegiatan ekstrakurikuler, atau kolaborasi sekolah dengan masyarakat dan instansi terkait. Dengan demikian, projek ini tidak hanya mendukung P5, tetapi juga berkontribusi pada pembangunan pangan lokal yang berkelanjutan.

Pengembangan bahan pangan berupa tempe jagung juga diharapkan memberi dampak sosial dan ekonomi yang signifikan bagi siswa dan masyarakat di lingkungan sekitar sekolah. Dari sisi ekonomi, diversifikasi produk olahan dapat meningkatkan nilai jual hasil pertanian lokal dan membuka peluang usaha rumah tangga maupun UMKM. Biaya produksi relatif rendah karena bahan baku tersedia secara lokal. Dari sisi sosial, inovasi ini mendukung ketahanan pangan daerah, mengurangi ketergantungan pada bahan pangan impor, serta melestarikan kearifan lokal dalam pengolahan pangan. Selain itu, tempe sebagai sumber protein nabati yang terjangkau dapat membantu mengatasi masalah gizi, seperti stunting dan kekurangan protein, yang masih menjadi tantangan di beberapa wilayah NTT.

Beberapa tantangan dalam pengembangan tempe non-kedelai di NTT antara lain keterbatasan pengetahuan teknis fermentasi, kualitas ragi yang belum merata, serta penerimaan

pasar yang masih terbatas. Namun, tantangan ini dapat diatasi melalui pelatihan bagi masyarakat, pendampingan teknologi, dan promosi produk lokal.

Peluang pengembangan sangat terbuka, terutama dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap pangan sehat, lokal, dan berkelanjutan. Dukungan dari pemerintah daerah, lembaga pendidikan, dan organisasi masyarakat dapat mempercepat adopsi teknologi fermentasi berbasis jamur ini.

Selain jagung, NTT juga memiliki potensi besar pada kacang-kacangan lokal seperti kacang gude (*Cajanus cajan*), kacang hijau, kacang merah, dan kacang tanah. Kacang-kacangan ini memiliki kandungan protein nabati yang cukup tinggi dan cocok dijadikan bahan baku tempe. Fermentasi kacang-kacangan dengan jamur tempe dapat mengurangi senyawa antinutrisi, sehingga mineral seperti zat besi dan kalsium lebih mudah diserap tubuh. Tempe berbahan kacang lokal juga memiliki rasa unik dan dapat dikembangkan menjadi berbagai produk olahan seperti tempe goreng, keripik tempe, atau bahan campuran masakan tradisional

Pemanfaatan jamur sebagai agen fermentasi dalam pembuatan tempe jagung dan kacang-kacangan lokal merupakan solusi inovatif dan berkelanjutan bagi wilayah NTT. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan nilai tambah hasil pertanian, tetapi juga berkontribusi pada ketahanan pangan, perbaikan gizi, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dengan pengembangan yang tepat, tempe berbasis bahan lokal dapat menjadi identitas pangan khas NTT yang bernilai ekonomi dan budaya tinggi.





# PELATIHAN PEMBUATAN PUPUK ORGANIK KEPADA MAHASISWA BIOLOGI

***Firga Nabila Lige, S.Pd., M.Si.<sup>33</sup>***  
***(Universitas Muhammadiyah Luwuk Banggai)***

*“Melalui pelatihan ini, mahasiswa Biologi diajarkan pembuatan pupuk organik untuk mendukung praktik pengelolaan lingkungan yang ramah dan berkelanjutan.”*

Permasalahan lingkungan yang saat ini banyak dijumpai adalah meningkatnya volume limbah organik serta tingginya ketergantungan terhadap pupuk kimia dalam kegiatan pertanian dan penghijauan. Limbah organik yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, sementara penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dapat menurunkan kualitas tanah dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Mahasiswa Biologi sebagai calon pendidik dan praktisi lingkungan memiliki peran strategis dalam memahami dan menerapkan konsep pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan. Oleh karena itu,

---

<sup>33</sup> Penulis lahir di Kotamubagu, 02 Juli 1995, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Luwuk Banggai, menyelesaikan studi S1 di Pendidikan Geografi FMIPA UNG tahun 2017, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Kependudukan dan Lingkungan Hidup di UNG tahun 2019.

pelatihan pembuatan pupuk organik menjadi salah satu bentuk kegiatan Pengmas yang relevan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap peduli lingkungan mahasiswa.

Kegiatan ini diintegrasikan dengan Mata Kuliah Pengetahuan dan Pengelolaan Lingkungan sebagai upaya pembelajaran kontekstual yang menghubungkan teori dengan praktik. Melalui pelatihan ini, mahasiswa tidak hanya memahami konsep pengelolaan limbah dan pupuk organik secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pupuk organik didefinisikan sebagai bahan penyubur tanah yang berasal dari sisa tanaman, hewan, atau limbah organik rumah tangga yang telah mengalami proses dekomposisi alami, sehingga kaya akan unsur hara makro dan mikro serta bahan organik yang esensial bagi pertumbuhan tanaman (Roidah, 2013). Penggunaan pupuk organik secara signifikan meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur fisik dan kimia tanah, serta mendorong aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam siklus nutrisi alami (Wihardjaka, 2021).

Manfaat pupuk organik bagi kesuburan tanah dan lingkungan meliputi peningkatan kapasitas penyerapan air, stabilisasi pH tanah, pengurangan erosi, serta minimisasi dampak negatif penggunaan pupuk kimia berlebih seperti pencemaran air tanah dan emisi gas rumah kaca (Siregar, 2023). Selain itu, pupuk organik mendukung keberlanjutan sistem pertanian dengan memanfaatkan limbah organik sebagai sumber daya terbarukan, sehingga mengurangi volume sampah dan ketergantungan pada input eksternal (Parmonangan dkk., 2023).

Proses pembuatan pupuk organik, khususnya kompos, merupakan aplikasi langsung dari prinsip *reduce, reuse, dan recycle (3R)* dalam pengelolaan lingkungan berkelanjutan

(Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Prinsip *reduce* dicerminkan melalui pengurangan timbunan limbah organik, *reuse* melalui pemanfaatan kembali bahan sisa sebagai input pupuk, serta *recycle* dengan mengubah limbah menjadi produk bernilai guna seperti kompos yang ramah lingkungan (Maharja dkk., 2022).

Dalam konteks pendidikan lingkungan, pelatihan pembuatan pupuk organik menjadi instrumen efektif untuk mengintegrasikan konsep teoritis pengelolaan limbah berkelanjutan ke dalam praktik nyata, sebagaimana diajarkan dalam Mata Kuliah Pengetahuan dan Pengelolaan Lingkungan.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini direalisasikan melalui program pelatihan pembuatan pupuk organik yang melibatkan mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi sebagai peserta utama. Pelaksanaan kegiatan tersebut terstruktur dalam tiga tahapan utama, yaitu persiapan, implementasi, dan evaluasi.

Pada tahap persiapan, tim dosen menyusun materi pelatihan, menyiapkan peralatan serta bahan praktikum, dan merancang jadwal kegiatan secara terperinci. Tahap implementasi dimulai dengan penyampaian materi teoritis singkat mengenai konsep pupuk organik beserta manfaatnya terhadap pengelolaan lingkungan berkelanjutan, diikuti oleh sesi demonstrasi dan praktik langsung oleh peserta. Pendekatan metodologis yang diterapkan mencakup ceramah ringkas, diskusi interaktif, demonstrasi prosedural, serta praktik berkelompok. Mahasiswa dilibatkan secara aktif dan partisipatif dalam seluruh rangkaian proses pembuatan pupuk organik. Pelatihan ini difokuskan pada pembuatan pupuk organik berbahan baku limbah rumah tangga, seperti sisa sayuran, buah, dan daun kering, sehingga mendukung prinsip pemanfaatan sumber daya lokal yang berkelanjutan. Seluruh alat dan bahan yang digunakan bersifat mudah diperoleh, berbiaya rendah, serta ramah lingkungan.

Proses pembuatan pupuk organik dirancang secara sistematis, dimulai dari pengenalan jenis-jenis limbah organik yang potensial sebagai bahan baku, dilanjutkan dengan tahap pencacahan bahan untuk mempercepat dekomposisi, pencampuran bahan hijau dan cokelat dengan rasio karbon-nitrogen yang optimal, serta pengaturan kondisi fermentasi aerobik atau anaerobik sesuai jenis pupuk yang dihasilkan. Peserta mahasiswa dibagi dalam kelompok-kelompok kecil guna meningkatkan efektivitas pembelajaran, mendorong kolaborasi, serta memfasilitasi interaksi antarpeserta.

Sepanjang pelaksanaan pelatihan, tim dosen memberikan pendampingan intensif disertai penjelasan mendalam mengenai prinsip-prinsip ilmiah yang mendasari setiap tahapan, termasuk aktivitas mikroorganisme dekomposer, dinamika siklus nutrisi, serta implikasi ekologis terhadap pengelolaan limbah dan kesuburan tanah. Pendekatan ini memastikan bahwa mahasiswa tidak hanya menguasai prosedur teknis, tetapi juga memperoleh pemahaman konseptual yang kuat terkait proses biologis dan ekologis yang terlibat dalam produksi pupuk organik.

Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa mengenai pengelolaan limbah organik dan manfaat pupuk organik bagi lingkungan. Mahasiswa juga menunjukkan antusiasme dan partisipasi aktif selama kegiatan berlangsung. Dampak dari kegiatan ini tidak hanya terbatas pada peningkatan pengetahuan, tetapi juga pada perubahan sikap dan kesadaran lingkungan mahasiswa. Mereka menjadi lebih peduli terhadap pengelolaan limbah dan termotivasi untuk menerapkan praktik ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan ini juga berkontribusi terhadap ketercapaian capaian pembelajaran Mata Kuliah Pengetahuan dan Pengelolaan Lingkungan, khususnya dalam aspek keterampilan dan sikap.

Pelatihan pembuatan pupuk organik kepada mahasiswa Biologi merupakan bentuk kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang terintegrasi dengan proses pembelajaran. Kegiatan ini memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran lingkungan mahasiswa.

Integrasi kegiatan Pengmas dengan Mata Kuliah Pengetahuan dan Pengelolaan Lingkungan terbukti mampu memperkuat pembelajaran kontekstual dan aplikatif. Diharapkan kegiatan serupa dapat dikembangkan dan direplikasi pada mata kuliah lain atau melibatkan masyarakat yang lebih luas sebagai upaya berkelanjutan dalam pengelolaan lingkungan.

## Daftar Pustaka

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Kajian Pengelolaan Sampah Domestik Berbasis 3R (Reduce, Reuse, dan Recycle) di Indonesia. Jakarta: KLHK.
- Maharja, I. dkk. (2022). Penerapan Konsep 3R dalam Pengelolaan Sampah. *Jurnal Lingkungan Hidup*. 5(1), 62–71. ISSN: 2685-1563
- Parmonangan, R. M. dkk. (2023). Pengaruh Pupuk Organik. Madani: *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(9), 483–488.
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 1(1), 30–43.
- Siregar, F. A. (2023). Penggunaan Pupuk Organik Dalam Meningkatkan Kualitas Tanah Dan Produktivitas Tanaman. *Jurnal Pertanian*.
- Wihardjaka, A. (2021). Dukungan Pupuk Organik Untuk Memperbaiki Kualitas Tanah Pada Pengelolaan Padi Sawah Ramah Lingkungan. *Jurnal Pangan*, 30(1), 53–64. DOI: 10.33964/jp.v30i1.496



# PEMANFATAN DAN PEMBUDIDAYAAN TANAMAN OBAT TRADISIONAL UNTUK MENINGKATKAN SISTEM IMUN BAGI MASYARAKAT DESA PUSU KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN

*Meti O. F. I. Tefu, S.Pd., M.Si.<sup>34</sup>  
(Institut Pendidikan Soe)*

*“Kegiatan PKM TOGA di Desa Pusu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, sistem imun, kemandirian kesehatan, serta peran PKK berbasis potensi lokal.”*

Kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan melalui pendekatan alami semakin meningkat, terutama dalam beberapa tahun terakhir. Pemanfaatan tanaman obat tradisional (TOGA) menjadi pilihan menarik yang mengingatkan kita pada warisan nenek moyang yang telah mengandalkan tanaman ini untuk mengobati berbagai

---

<sup>34</sup>Penulis lahir di Kie, 10 Maret 1988, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Institut Pendidikan Soe, menyelesaikan studi S1 di FKIP Biologi tahun 2011, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Biologi UKSW Salatiga tahun 2017, dan sementra persiapan untuk melanjutkan studi S3 dengan beasiswa LPDP pada tahun 2026.

penyakit. Di era pasca-pandemi, tantangan kesehatan masyarakat semakin mendesak. Memperkuat sistem imun kini menjadi langkah preventif yang sangat penting. Penelitian menunjukkan bahwa masyarakat Desa Pusu memanfaatkan TOGA terutama untuk pengobatan penyakit, ramuan kecantikan, dan bumbu dapur. Namun, pemanfaatan TOGA sebagai peningkat sistem imun masih minim (Tefu & Sabat, 2022). Tantangan utama yang dihadapi adalah kurangnya pengetahuan tentang manfaat TOGA serta rendahnya optimasi pekarangan rumah untuk menanam berbagai tanaman bermanfaat. Dengan sumber daya alam yang melimpah dan tanah yang subur, Desa Pusu memiliki potensi besar untuk memanfaatkan tanaman obat.

Tanaman seperti jahe, kunyit, temulawak, kencur, serai, dan kelor tidak hanya kaya khasiat tetapi juga mudah dibudidayakan oleh masyarakat lokal. Tanaman-tanaman ini memiliki manfaat penting untuk kesehatan tubuh dan dapat diakses dengan mudah. Misalnya, jahe (*Zingiber officinale*) kaya akan antioksidan dan mengandung gingerol, yang memiliki sifat anti-inflamasi, membantu melawan radikal bebas serta meningkatkan produksi sel imun. Konsumsi jahe secara teratur dapat mengurangi risiko infeksi saluran pernapasan (Rahmawati & Yuliana, 2019). Kunyit (*Curcuma longa* L.) mengandung kurkumin yang meningkatkan respons imun dengan memperkuat sel T dan B. Minuman kunyit, seperti teh atau campuran susu, efektif dalam mempercepat proses penyembuhan (Sari & Purnamasari, 2020). Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) merangsang fungsi hati, berperan penting dalam detoksifikasi dan meningkatkan sistem imun. Minuman temulawak juga membantu meredakan gejala flu dan pilek (Yuliati & Budiarto, 2021). Serai (*Cymbopogon citratus*) tidak hanya memberikan aroma menyegarkan, tetapi juga meredakan stres dan meningkatkan kualitas tidur, yang penting bagi kesehatan imun. Teh serai hangat memberikan kenyamanan dan manfaat kesehatan (Setiawan & Wijayanti,

2022). Kencur (*Kaempferia galanga*) memiliki senyawa aktif seperti zingiberene dan galangin yang bersifat anti-inflamasi dan antimikroba, membantu melawan infeksi. Kencur juga kaya antioksidan yang melindungi sel imun dan meningkatkan metabolisme, serta sering digunakan untuk meredakan flu dan batuk (Hidayati & Yunita, 2016; Rahman et al., 2020; Shukla & Sharma, 2018). Kelor (*Moringa oleifera*) adalah superfood yang kaya vitamin C dan mineral, yang mendukung peningkatan produksi sel imun. Konsumsi daun kelor dalam bentuk jus atau teh sangat bermanfaat dalam diet sehari-hari (Gunawan & Putri, 2021).

Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat Desa Pusu khususnya ibu rumah tangga dalam pemanfaatan dan pembudidayaan TOGA. Melalui pendekatan ini, diharapkan masyarakat tidak hanya mendapatkan manfaat kesehatan, tetapi juga mampu mengembangkan ekonomi lokal dengan penanaman dan pemanfaatan tanaman obat yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan dan membudidayakan tanaman obat ini, masyarakat Desa Pusu diharapkan tidak hanya dapat meningkatkan sistem imun mereka, tetapi juga meningkatkan kesadaran akan pentingnya kesehatan melalui pendekatan yang berbasis kearifan lokal.

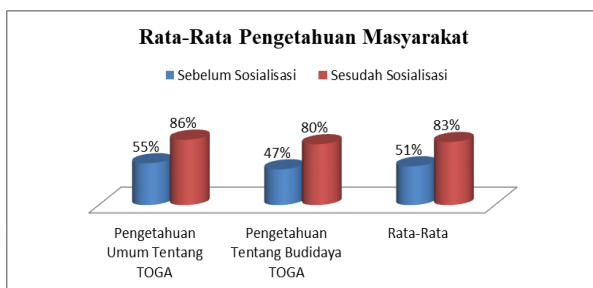
Berdasarkan latar belakang tersebut, untuk mencapai tujuan kegiatan PKM maka metode yang digunakan dilaksanakan melalui beberapa langkah strategis di lokasi mitra. Tahap pertama adalah sosialisasi, yang dilakukan selama 90 menit melalui metode ceramah dan diskusi dengan bantuan media leaflet. Kegiatan ini diawali dengan pembagian kuesioner pretest untuk mengukur tingkat pengetahuan awal peserta mengenai Tanaman Obat Keluarga (TOGA). Selanjutnya, tim PKM menyampaikan materi terkait jenis-jenis TOGA yang aman dan bermanfaat bagi kesehatan, khususnya dalam meningkatkan sistem imun. Proses sosialisasi dilengkapi



dengan diskusi interaktif yang memberikan kesempatan kepada peserta untuk mengajukan pertanyaan dan berbagi pengalaman. Tahap berikutnya adalah pendampingan pembudidayaan TOGA, yang dilakukan melalui pendirian Taman TOGA sebagai pusat pembelajaran bagi masyarakat. Pendampingan ini mencakup praktik langsung budidaya berbagai jenis tanaman obat, seperti kunyit, temulawak, jahe, kencur, serai, dan kelor. Metode budidaya yang diajarkan disesuaikan dengan kondisi lokal dan keterbatasan lahan pekarangan, sehingga mudah diterapkan oleh masyarakat di lingkungan rumah tangga.

Kegiatan sosialisasi dihadiri oleh 53 peserta dan dimulai dengan sambutan dari Kepala Desa Pusu, diikuti pemaparan materi oleh tim pelaksana PKM. Peserta sosialisasi yang adalah Ibu-ibu rumah tangga menunjukkan antusiasme tinggi selama acara berlangsung. Tanaman Obat Keluarga (TOGA) berperan penting dalam pengobatan tradisional dan peningkatan sistem imun. Untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai TOGA dan budidayaanya, kami melaksanakan kegiatan sosialisasi.

Data berikut ini akan memberikan gambaran yang jelas tentang perubahan pengetahuan dan pemahaman masyarakat mengenai pemanfaatan dan budidaya Tanaman Obat Keluarga (TOGA) setelah mengikuti program ini.



Gambar 1. Data Pengetahuan Sebelum dan Sesudah Sosialisasi

Berdasarkan data pada gambar 2 pada saat sebelum kegiatan sosialisasi hanya 55% responden yang memiliki pengetahuan umum tentang TOGA. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat belum memahami konsep dasar TOGA, yang dapat menghambat pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Namun setelah kegiatan sosialisasi, pengetahuan masyarakat meningkat menjadi 86%. Peningkatan sebesar 31% ini menunjukkan bahwa sosialisasi berhasil memberikan pemahaman yang lebih baik tentang apa itu TOGA dan manfaatnya. Hal ini penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemanfaatan tanaman obat. Sedangkan pengetahuan masyarakat terkait dengan Budidaya TOGA Sebelum Sosialisasi adalah hanya mencapai 47%. Ini menunjukkan bahwa banyak masyarakat yang mungkin ingin memanfaatkan TOGA tetapi tidak tahu cara menanam dan merawatnya. Namun Setelah Sosialisasi meningkat menjadi 80%. Peningkatan 33% ini menunjukkan efektivitas sosialisasi dalam mengedukasi masyarakat tentang teknik dan metode budidaya yang benar. Pengetahuan ini penting agar masyarakat dapat memanfaatkan TOGA dengan baik.

Kegiatan sosialisasi yang dilakukan berhasil meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang TOGA secara signifikan. Dengan pengetahuan umum meningkat dari 55% menjadi 86% dan pengetahuan tentang budidaya TOGA meningkat dari 47% menjadi 80%, dapat disimpulkan bahwa sosialisasi efektif dalam mengedukasi masyarakat. Kenaikan 32% dalam rata-rata pengetahuan menunjukkan dampak yang signifikan dari kegiatan sosialisasi. Hal ini mencerminkan bahwa kegiatan ini tidak hanya berhasil meningkatkan pengetahuan di satu aspek, tetapi juga secara keseluruhan meningkatkan pemahaman masyarakat tentang TOGA dan budidayanya.

Selain kegiatan sosialisasi, tim pengabdian juga membuat "Taman Toga" yang ditanami berbagai macam tanaman obat

seperti jahe, kunyit, temulawak, kencur, serai, dan kelor serta sayuran dan buah yang memiliki khasiat obat, seperti bayam merah, paprika, seledri, mentimun, dan kemangi. Taman ini berfungsi sebagai pusat belajar bagi masyarakat untuk memahami teknik budidaya yang baik dan benar.



Gambar 2. Proses Pembuatan Taman Toga PKK Desa Pusu

Kegiatan sosialisasi yang dilakukan berhasil meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang TOGA dan budidayanya. Sebelum sosialisasi, banyak aspek pengetahuan yang masih rendah, namun setelah kegiatan tersebut, pengetahuan

masyarakat meningkat secara signifikan. Sumber utama informasi tentang TOGA mengalami perubahan, yang awalnya informasi tentang TOGA diperoleh dari nenek moyang atau tetangga bertambah lagi dari sumber lain seperti dari tim pengabdian.



# ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH DI DESA BONGGANAN KECAMATAN TINANGKUNG KABUPATEN BANGGAI KEPULAUAN

*Zainnal Muarif Mambuhu<sup>35</sup>*  
*(Universitas Muhammadiyah Luwuk)*

*“Menganalisis besarnya kebutuhan air bersih Desa Bongganan  
hingga tahun 2030, mengevaluasi apakah ketersediaan air  
bersih”*

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak dapat tergantikan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut *Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air*, air merupakan hak setiap warga negara dan pengelolaannya wajib dilakukan secara berkelanjutan agar tetap tersedia untuk generasi mendatang. Seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk, permintaan terhadap air bersih juga meningkat secara signifikan, sementara sumber air cenderung terbatas (Apriyanto, 2023). Desa Bongganan, Kecamatan Tinangkung, Kabupaten Banggai Kepulauan merupakan salah satu wilayah dengan jumlah penduduk yang terus bertambah setiap tahun. Kebutuhan air bersih

---

<sup>35</sup> Penulis lahir di desa Tinangkung, 21 Juli 2000 merupakan mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Luwuk, menyelesaikan studi S1 di TS FT UML tahun 2024.

masyarakat sebagian besar dipasok dari mata air Paisusinangkal yang dialirkan melalui sistem perpipaan. Namun, peningkatan jumlah penduduk dan keterbatasan kapasitas sumber menyebabkan distribusi air tidak lagi optimal. Sebagian masyarakat masih mengalami kesulitan mendapatkan air bersih secara merata (Idwan, 2024).

Menurut (SNI 6728.1:2015), kebutuhan air bersih ditentukan oleh jumlah penduduk, tingkat pelayanan, serta pola konsumsi air yang dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi masyarakat. Standar kebutuhan air bersih per kapita untuk daerah semi-perkotaan berkisar antara 60–90 liter/orang/hari (Darmayasa, dkk, 2018). Selain faktor jumlah penduduk, ketersediaan air juga dipengaruhi oleh kondisi sumber daya air, sistem jaringan, dan kehilangan air dalam distribusi. *Direktorat Jenderal Cipta Karya (2000)* menegaskan pentingnya perencanaan sistem air bersih berdasarkan prinsip kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan keterjangkauan (4K).

## A. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif analitis, untuk mengidentifikasi kondisi eksisting sistem penyediaan air bersih dan menganalisis kebutuhan air berdasarkan proyeksi penduduk (Arikunto, 2017). Tiga metode digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk, yaitu :

1. Aritmatika  $\rightarrow P_n = P_0 + (K_a \times n)$
2. Geometrik  $\rightarrow P_n = P_0 (1 + r)^n$
3. Least Square  $\rightarrow Y = a + bX$

## B. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan metode yang digunakan, maka perbandingan antara pendekatan kuantitatif pada ketiga metode dengan proyeksi jumlah penduduk antara tahun 2026 – 2030 dengan ketentuan nilai  $t = n = x$  yaitu 1 – 5 dan nilai  $r$  aritmatika = 31,  $r$  geometric = 1,0118 dan nilai  $B$  lastsquare = 31, maka dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini (Ndoe, 2020), (Pahude, 2022).

Tabel 1. Proyeksi jumlah penduduk 2026 – 2030

| No | Tahun | Jumlah Penduduk (Jiwa) |           |             |
|----|-------|------------------------|-----------|-------------|
|    |       | Aritmatika             | Geometrik | Last square |
| 1  | 2026  | 2728                   | 2729      | 2728        |
| 2  | 2027  | 2759                   | 2.761     | 2759        |
| 3  | 2028  | 2790                   | 2.794     | 2790        |
| 4  | 2029  | 2821                   | 2.827     | 2821        |
| 5  | 2030  | 2852                   | 2.860     | 2852        |

Dari data proyeksi pertumbuhan penduduk dalam 3 metode maka dapat ditentukan rekapitulasi kebutuhan air domestic dengan persamaan

$$\text{Kebutuhan Domestik: } Q_d = JP \times (pl\%) \times S$$

Tabel 2. Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik Metode Aritmatika

| NO     | Fasilitas       | Kebutuhan Air (litr/dtk) |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                 | 2025                     | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 1      | Sambungan Rumah | 0,918                    | 0,928 | 0,938 | 0,950 | 0,960 | 0,970 |
| 2      | Hidran Umum     | 0,393                    | 0,398 | 0,402 | 0,407 | 0,410 | 0,415 |
| Jumlah |                 | 1,311                    | 1,326 | 1,340 | 1,357 | 0,370 | 1,385 |

Tabel 3. Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik Geometrik

| NO     | Fasilitas       | Kebutuhan Air (ltr/dtk) |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                 | 2025                    | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 1      | Sambungan Rumah | 0,918                   | 0,928 | 0,939 | 0,950 | 0,961 | 0,972 |
| 2      | Hidran Umum     | 0,393                   | 0,398 | 0,402 | 0,407 | 0,412 | 0,417 |
| Jumlah |                 | 1,311                   | 1,326 | 1,341 | 1,357 | 1,373 | 1,389 |

Tabel 4. Rekapitulasi kebutuhan air domestik Metode *Least Square*

| NO     | Fasilitas       | Kebutuhan Air (ltr/dtk) |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |                 | 2025                    | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  |
| 1      | Sambungan Rumah | 0,918                   | 0,928 | 0,938 | 0,950 | 0,960 | 0,970 |
| 2      | Hidran Umum     | 0,393                   | 0,398 | 0,402 | 0,407 | 0,410 | 0,415 |
| Jumlah |                 | 1,311                   | 1,326 | 1,340 | 1,357 | 1,370 | 1,385 |

Hasil prediksi kebutuhan air bersih pada tahun 2030 dengan menggunakan metode Geometrik, jumlah penduduk di Desa Bongganan Kecamatan Tinangkung mengalami pertumbuhan hingga 2.860 jiwa, sedangkan pada tahun 2025 berjumlah 2.697 jiwa. Untuk hasil prediksi kebutuhan air bersih pada tahun 2030, dengan metode cakupan pelayanan 70% penduduk, kebutuhan air bersih sebesar 1,389 ltr/dtk, besarnya kehilangan air dari sistem diperkirakan 20% dengan jumlah 0,278 ltr/dtk, dan kebutuhan air harian maksimum sebesar 1,667 ltr/dtk.

Sementara itu, hasil prediksi kebutuhan air bersih pada tahun 2030 dengan menggunakan metode Aritmatika, jumlah penduduk di Desa Bongganan Kecamatan Tinangkung mengalami pertumbuhan hingga 2.852 jiwa, sedangkan pada



tahun 2025 berjumlah 2.697 jiwa. Untuk hasil prediksi kebutuhan air bersih pada tahun 2030, dengan metode cakupan pelayanan 70% penduduk, kebutuhan air bersih sebesar 1,385 ltr/dtk, besarnya kehilangan air dari sistem diperkirakan 20% dengan jumlah 0,277 ltr/dtk, dan kebutuhan air harian maksimum sebesar 1,662 ltr/dtk.

### C. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, jumlah penduduk Desa Bongganan mengalami peningkatan dari 2.697 jiwa pada tahun 2025 menjadi sekitar 2.852 jiwa pada tahun 2030 dengan laju pertumbuhan penduduk rata-rata 1,18% per tahun. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *Least Square*, kebutuhan air bersih domestik dan non-domestik pada tahun 2025 sebesar 1,311 liter/detik diperkirakan meningkat menjadi 1,389 liter/detik pada tahun 2030. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih terus bertambah seiring pertumbuhan penduduk dan perlu diantisipasi dengan perencanaan sistem penyediaan air yang baik.

Ketersediaan air bersih di Desa Bongganan saat ini masih bergantung pada sumber mata air Paisusinangkal yang debitnya belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat di masa mendatang. Sistem distribusi yang belum optimal, kebocoran jaringan pipa, dan minimnya kapasitas penampungan menjadi faktor utama yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas sumber air, perbaikan infrastruktur jaringan distribusi, serta pengelolaan air berbasis masyarakat agar penyediaan air bersih dapat berlangsung secara merata, berkelanjutan, dan sesuai dengan kebutuhan penduduk hingga

## Daftar Pustaka

- Apriyanto, I. (2023). Analisis Kebutuhan Air Bersih di Desa Plosorejo, Karanganyar. Universitas Tunas Pembangunan.
- Arikunto, S. (2017). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik* (Edisi Revisi). Jakarta: Rineka Cipta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 6728.1:2015 – Sistem Penyediaan Air Minum: Tata Cara Perencanaan Teknis*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Darmayasa, I. K. A., Aryastana, P., & Rahadiani, A. A. S. D. (2018). Analisis kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Petang. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 7(1), 41-52.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2018. Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Cipta Karya 2018 (online).
- Idwan, I., Asrasal, A., & Hamsah, L. O. (2024). Analisis Kebutuhan Air Bersih di Desa Barangka Kabupaten Buton. *Jurnal Penelitian Teknik dan Aplikasi Multiteknik*, 6(1), 218–226.
- Imron, U. A. (2019). Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Ketersediaan Air di Kecamatan Gajah, Kabupaten Demak. Universitas Islam Sultan Agung.
- Ndoe, M. A. A. (2020). Analisis Kebutuhan Air Bersih Desa Tete B Kabupaten Tojo Una-Una. Skripsi, Universitas Sintuwu Maroso.
- Pahude, M. S. (2022). Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Desa Santigi Kecamatan Tolitoli Utara Kabupaten Tolitoli.



# BAHAYA PAPARAN MIKROPLASTIK TERHADAP ORGANISME EKOSISTEM PESISIR PANTAI DI BANAWA SELATAN

***Abd. Rauf, S.Pd., M.Pd.<sup>36</sup>***  
***(Universitas Tadulako)***

*“Mikroplastik partikel berukuran kecil, menjadi bahaya pencemaran terhadap organisme di ekosistem pesisir Pantai di Banawa Selatan”*

Pencemaran lingkungan telah banyak ditemukan di beberapa lingkungan perairan pantai, salah satu penyebab pencemaran merupakan adanya partikel yang menyebabkan kerusakan ekosistem perairan pantai salah satu ancaman pencemaran yaitu mikroplastik yang paling mengkhawatirkan, terutama di wilayah pesisir seperti Pantai Banawa Selatan. Mikroplastik merupakan partikel kecil dari limbah plastik yang ukurannya lebih kecil dari 5mm dan Indonesia diketahui sebagai negara pengonsumsi mikroplastik tertinggi di dunia, di mana setidaknya 15gram/bulan/kapita (Zhao & You, 2024).

---

<sup>36</sup> Penulis lahir di Toaya 11 November 1982, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Tadulako, menyelesaikan studi S1 di Program Studi Pendidikan Biologi tahun 2007, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Pendidikan Sains Universitas Tadulako tahun 2015.

Keberadaannya yang berukuran sangat kecil mudah masuk ke dalam tubuh organisme laut tanpa disadari. Meningkatnya penggunaan produk berbahan plastik sekali pakai dalam berbagai aspek kehidupan manusia, menjadi faktor utama yang semakin memperparah cemaran mikroplastik ini, baik bagi lingkungan dan ekosistem maupun bagi kesehatan manusia. Peningkatan tersebut terjadi baik secara nasional maupun secara regional khususnya pada wilayah Provinsi Sulawesi Tengah.

Menyajikan data komposisi sampah berdasarkan jenisnya, termasuk didalamnya sampah plastik yang merupakan salah satu sumber cemaran mikroplastik. Data tersebut menunjukkan bahwa sampah plastik menjadi menyumbang setidaknya 19,47% dari total seluruh sampah secara nasional. Secara regional, Provinsi Sulawesi Tengah pada Tahun 2024, tercatat sampah plastik berada pada kisaran 14,50% mengalami peningkatan sekitar 1,28% dari tahun 2023 yang berada pada kisaran 13,22%. Peningkatan sampah plastik tersebut menjadikan cemaran mikroplastik akan terus mengalami peningkatan pula dan keberadaannya semakin memprihatinkan.



Gambar 1. Data Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Nasional; b. Sulawesi Tengah 2024; c. Sulawesi Tengah 2023 (Sumber: SIPSN, 2024)

Keberadaan mikroplastik ditemukan hampir pada semua ekosistem dan masuk ke tubuh manusia melalui beberapa cara, yang salah satunya melalui bahan makanan yang terkontaminasi mikroplastik, termasuk bahan pangan akuatik baik biota maupun bahan pangan lain seperti garam dan ikan. Pencemaran sebagaimana dijelaskan telah ditemukan pula pada biota laut hasil tangkapan nelayan di pesisir Pantai

Banawa Selatan. Penelitian yang dilakukan oleh Masrianih dkk (2024), menemukan bahwa pada ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang berasal pesisir pantai Banawa Selatan positif mengandung mikroplastik, dengan tiga jenis mikroplastik yaitu film, fragmen, dan serat.

Organisme ekosistem pesisir yang hidup di perairan dangkal dan dekat dengan aktivitas manusia memiliki risiko paparan yang lebih tinggi dibandingkan organisme laut lepas, misalnya organisme plankton, moluska, krustasea, dan ikan ini menyebabkan bahwa organisme tersebut memiliki mekanisme makan yang memungkinkan mikroplastik masuk ke dalam tubuhnya. Plankton dan moluska, misalnya, bersifat filter feeder sehingga menyaring air laut dalam jumlah besar untuk memperoleh makanan. Dalam proses ini, partikel mikroplastik yang tersuspensi di perairan Pantai Banawa Selatan dapat ikut terperangkap dan tertelan, sementara ikan dan krustasea, dapat masuk melalui rantai makanan atau tertelan secara langsung karena bentuk dan ukuran mikroplastik menyerupai makanan alami. Akumulasi mikroplastik dalam saluran pencernaan organisme ini menjadi masalah serius karena dapat terjadi dalam jangka panjang.



a b c

Gambar 2. Data Temuan Mikroplastik pada Hasil Tangkapan Nelayan di Wilayah Banawa Selatan. (a. serat, b. fragmen, c. film)

(Sumber: Masrianih dkk., 2024).

Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa perairan laut Banawa Selatan Kabupaten Donggala telah tercemar mikroplastik, yang sumber utamanya diperkirakan dari aktivitas masyarakat pesisir pantai ataupun lainnya yang belum melakukan pengelolaan sampah plastik dengan baik. Sampah plastik, seperti halnya sampah lain masih dibuang langsung ke lingkungan alam sekitar dan bahkan pada sembarang tempat. Hal tersebut dapat dilihat pada salah satu dokumentasi dari Antara News (2022) pada Gambar 3., yang menunjukkan salah satu kondisi di pesisir pantai Kabupaten Donggala yang dipenuhi oleh sampah plastik.



Gambar 3. Sampah di Pesisir Pantai Donggala  
(Sumber: Antara News, 2022)

Paparan mikroplastik diketahui dapat menimbulkan berbagai gangguan fisiologis pada organisme pesisir. Mikroplastik berukuran kecil yang tertelan melalui aktivitas makan dapat menyebabkan iritasi pada jaringan saluran pencernaan, memicu terbentuknya luka dan peradangan, serta berpotensi menimbulkan penyumbatan usus yang mengganggu proses pencernaan dan penyerapan nutrisi (Wright et al., 2013; Browne et al., 2008; Galloway et al., 2017).

Partikel mikroplastik memiliki potensi sebagai vektor pembawa berbagai bahan kimia berbahaya, seperti logam berat dan senyawa toksik persisten yang teradsorpsi pada permukaannya. Ketika mikroplastik terakumulasi di dalam tubuh organisme, senyawa-senyawa tersebut dapat terlepas dan memicu respons biologis negatif, termasuk stres oksidatif, gangguan sistem endokrin, serta kerusakan pada organ-organ vital yang berperan penting dalam fungsi fisiologis organisme (Rochman et al., 2013; Wright et al., 2013; Galloway, 2015).

Dampak mikroplastik tidak hanya terlihat dari segi fisik, tetapi juga berdampak pada sistem reproduksi organisme yang hidup di perairan. Beberapa studi menunjukkan bahwa paparan terhadap mikroplastik dapat menurunkan kualitas telur dan spermatozoa, mengganggu proses pemijahan, serta mengurangi tingkat kelangsungan hidup larva. Jika keadaan ini berlangsung secara berkelanjutan di area Banawa Selatan, maka ada kemungkinan populasi organisme pesisir akan mengalami penurunan.

Penurunan jumlah organisme yang hidup di pesisir dapat mempengaruhi keseimbangan alami dari ekosistem, mengingat pentingnya peran mereka dalam rantai makanan serta siklus ekologis di perairan pesisir. Akumulasi mikroplastik di dalam tubuh organisme pesisir bisa memicu terjadinya bioakumulasi dan biomagnifikasi. Organisme kecil yang terpapar kontaminan tersebut akan dimangsa oleh organisme yang lebih besar, sehingga konsentarsi mikroplastik akan semakin bertambah pada tingkat trofik yang lebih tinggi, ini bisa menjadi ancaman bagi predator puncak dan mengurangi keberagaman hayati dalam ekosistem di Pantai Banawa Selatan.

Apabila tidak ada tindakan pengendalian yang dilakukan maka, pencemaran mikroplastik dapat mengakibatkan kerusakan parah pada ekosistem pantai, menurunkan kemampuan sumber daya laut yang menjadi sandaran kehidupan warga sekitar, selain tindakan yang perlu dilakukan



tentunya hal terpenting yaitu kesadaran masyarakat tentang mikroplastik perlu dibangun bahkan dikembangkan, khususnya dalam penggunaan produk berbahan plastik secara bijak dan pengolahan limbahnya. Kenyataan di lapangan, pemahaman dan kesadaran masyarakat tersebut masih sangat rendah. Hal ini menjadikan masyarakat semakin rentan terhadap adanya paparan mikroplastik, terlebih pada masyarakat wilayah pesisir pantai termasuk di Banawa Selatan.



# **THE POWER OF ONE: BAGAIMANA SATU BENIH BERKUALITAS MENENTUKAN NASIB SATU HEKTAR HUTAN**

***Ir. Dewi Wahyuni, S.P., M.Si.<sup>37</sup>  
(Universitas Tadulako)***

*“Hutan sehat, produktif, lestari tidak dimulai saat pohon sudah besar, melainkan seleksi genetik dalam biji yang ukurannya tidak lebih besar dari kuku jari”*

**K**etika kita memandang hamparan hutan yang megah, mata kita sering kali tertuju pada batang-batang raksasa yang menjulang atau rimbunnya dedaunan yang meneduhkan. Jarang sekali kita merenungkan titik awal dari semua kemegahan itu, yaitu sebuah benih dengan ukurannya mungkin tak lebih besar dari kuku jari kelingking. Dalam dunia silvikultur atau kenal juga dengan istilah ilmu budidaya hutan, terdapat sebuah aksioma yang tak terbantahkan: Kualitas hutan tidak ditentukan saat panen, melainkan saat benih

---

<sup>37</sup> Penulis lahir di Palu, 27 Desember 1972. Penulis merupakan dosen Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako. Penulis menyelesaikan gelar Sarjana S1 di Fakultas Pertanian Universitas Tadulako (1996), gelar Magister Pertanian diselesaikan di Universitas Tadulako (2012). Dan sementara ini sedang menyelesaikan S3 di Universitas Tadulako.

dipilih. Investasi pada benih mungkin hanya memakan porsi 2-5% dari total biaya pembangunan hutan, namun kesalahan pada porsi kecil ini dapat menghancurkan 95% investasi lainnya. Berikut adalah ulasan mendalam bagaimana satu benih berkualitas menjadi penentu nasib satu hektar hutan Anda.

### 1. Genetik adalah Cetak Biru Kesuksesan

Benih bukanlah sekadar benda mati; ia adalah "mikrochip" biologis yang membawa data genetik. Benih berkualitas unggul berasal dari Pohon Induk (*Mother Tree*) yang telah lolos seleksi ketat bertahun-tahun. Jika Anda menanam benih asalan (*unimproved seed*), Anda sedang berjudi. Sebaliknya, benih bersertifikat membawa instruksi genetik untuk: a) Bentuk Batang: Tumbuh lurus dan silindris (memaksimalkan volume kayu gergajian). b) Percabangan: Ranting kecil dan rontok sendiri (*self-pruning*), mengurangi mata kayu yang menurunkan harga jual. Satu hektar lahan dengan 1.000 pohon yang tumbuh bengkok akibat genetik buruk adalah kerugian total, tidak peduli seberapa mahal pupuk yang Anda gunakan.

### 2. Percepatan Tutupan Tajuk: Hemat Biaya Perawatan

Salah satu biaya terbesar dalam pembangunan hutan tanaman adalah penyiangan (pembersihan gulma). Di sinilah peran "Vigor" (kekuatan tumbuh) benih diuji. Benih berkualitas memiliki laju pertumbuhan awal yang eksplosif. Mereka berlomba naik ke atas, melebarkan daun, dan segera membentuk tutupan tajuk (*canopy closure*). Ketika tajuk antar pohon saling bersentuhan, sinar matahari ke lantai hutan terblokir. Akibatnya, gulma mati secara alami.

- a. Skenario Benih Unggul: Tajuk menutup di tahun ke-2. Biaya penyiangan berhenti.
- b. Skenario Benih Buruk: Pohon tumbuh lambat/kerdil. Gulma merajalela hingga tahun ke-4 atau 5. Biaya tenaga

kerja membengkak dua kali lipat.

### 3. Keseragaman Tegakan (Uniformity)

Bayangkan satu hektar hutan sebagai pasukan baris-berbaris. Untuk efisiensi industri, kita membutuhkan keseragaman. Benih berkualitas menjamin bahwa dalam satu hektar, pohon-pohon akan tumbuh dengan kecepatan yang relatif sama. Ini memudahkan manajemen hutan: a) Pemupukan bisa dilakukan serentak dengan dosis yang sama. b) Penjarangan (*Thinning*) lebih mudah diprediksi. c) Panen bisa dilakukan sekaligus dengan estimasi volume yang presisi.

Tanpa benih yang baik, satu hektar hutan akan berisi variasi yang kacau: sebagian pohon sudah siap panen, sebagian masih kecil, dan sebagian lainnya mati terserang penyakit.

### 4. Daya Tahan: Asuransi Terhadap Iklim

Kita hidup di era perubahan iklim di mana cuaca menjadi ekstrem dan hama penyakit bermutasi. Benih unggul modern sering kali dikembangkan bukan hanya untuk tumbuh cepat, tapi juga untuk bertahan hidup (*survival rate*). Benih berkualitas rendah memiliki tingkat kematian tinggi di tahun pertama. Jika 30% tanaman Anda mati, Anda harus melakukan penyulaman (penanaman ulang). Ini berarti biaya tambahan untuk tenaga kerja, transportasi, dan pembelian bibit baru. Hutan yang berasal dari benih tangguh meminimalkan risiko kematian ini, memastikan setiap meter persegi lahan Anda produktif.

Memilih benih tanaman hutan (kehutanan) jauh lebih krusial dibandingkan tanaman semusim (sayur/padi). Mengapa? Karena pohon hutan adalah investasi jangka panjang. Kesalahan memilih benih baru akan ketahuan setelah bertahun-tahun ketika pohon sudah besar.

Berikut adalah ciri benih hutan berkualitas, yang memiliki standar khusus berbeda dari tanaman pertanian biasa:

### 1. Jelas Asal-Usulnya (Sumber Benih)

Dalam kehutanan, kualitas genetik adalah nomor satu. Benih berkualitas harus berasal dari Pohon Induk Terpilih (*Plus Tree*).

- a. Fenotipe Pohon Induk: Pohon induk tempat benih diambil harus memiliki batang lurus, silindris, percabangan tinggi, tajuk seimbang, dan bebas dari hama/penyakit.
- b. Sumber Benih Bersertifikat: Idealnya benih diambil dari sumber benih yang sudah ditunjuk atau disertain sertifikat mutu dari Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH).
- c. Bukan "Asalan": Hindari *sapuan* (benih yang dikumpulkan sembarangan dari lantai hutan tanpa melihat pohon induknya), karena berisiko mewarisi sifat genetik yang buruk (batang bengkok, tumbuh lambat).

### 2. Memahami Sifat Benih (Ortodoks vs. Rekalsitran)

Ini adalah ciri fisik paling teknis dalam benih hutan. Anda harus tahu jenis benih yang Anda hadapi untuk menentukan ciri kualitas fisiknya:

#### a. Benih Ortodoks (Bisa Disimpan Lama)

Contoh: Sengon, Akasia, Jati, Pinus, Mahoni.

- 1) Ciri Kualitas: Benih harus kering (kadar air rendah, 6-8%). Kulit biji keras dan kering.
- 2) Tanda Buruk: Jika benih lembap atau berjamur, kualitasnya sudah rusak.

b. Benih Rekalsitran (Tidak Bisa Disimpan Lama)

Contoh: Meranti, Damar, Gaharu, Nangka, Durian.

- 1) Ciri Kualitas: Benih harus memiliki kadar air tinggi (lembap). Benih tampak segar dan agak lunak jika ditekan.
- 2) Tanda Buruk: Jika kulit benih keriput, kering, atau beratnya menjadi ringan, artinya benih tersebut sudah mati. Benih jenis ini harus segera ditanam setelah dipanen dari pohon.

c. Ciri Fisik (Visual)

- 1) Bebas Hama Penggerek: Benih hutan sering diserang hama penggerek biji (*borer*). Perhatikan apakah ada lubang jarum kecil pada kulit biji. Jika ada, buang, karena isinya sudah dimakan larva.
- 2) Warna dan Bau:
  - a) Benih segar biasanya berbau khas getah atau minyak alami tanaman tersebut.
  - b) Warnanya cerah (misalnya biji Mahoni yang bagus berwarna coklat tua mengkilap, bukan coklat pudar kusam).
- 3) Sayap (Untuk Benih Bersayap): Untuk jenis seperti Meranti atau Mahoni, sayap biji biasanya dilepas (*de-winging*) untuk memudahkan penanganan, tetapi bekas patahan sayap harus bersih dan tidak melukai biji inti.

### Tips Pengujian Khusus Benih Hutan

Selain uji rendam air, metode terbaik untuk benih hutan (terutama yang berkulit keras atau berukuran besar) adalah Uji Belah (*Cutting Test*).

Caranya:

1. Ambil sampel 10-20 butir benih.
2. Belah benih menjadi dua menggunakan pisau tajam atau pemotong kuku.
3. Amati bagian dalamnya (embrio dan keping biji).

Ciri Benih Hutan Bagus saat Dibelah:

1. Isi Penuh: Daging biji memenuhi rongga kulit (tidak kopong).
2. Warna Segar: Biasanya berwarna putih bersih, krem, atau hijau terang (tergantung jenis).
3. Kondisi: Lembap/berminyak dan tidak berbau tengik.

Ciri Buruk: Berwarna coklat/hitam (busuk), kering mengkerut, berbubuk (dimakan hama), atau kosong.



# PENGINDERAAN JAUH SEBAGAI INSTRUMEN ILMIAH UNTUK KONSERVASI DAN REHABILITASI MANGROVE

***Guido Roberto Jerun Parera, S.Pi., M.Si.<sup>38</sup>***  
***(Universitas Nusa Nipa)***

*“Pemanfaatan citra satelit dan indeks vegetasi menjadikan penginderaan jauh alat utama menilai kondisi mangrove dan menentukan arah konservasi serta rehabilitasi”*

Mangrove memberikan perlindungan alami pantai terhadap abrasi, gelombang, dan banjir, menyediakan habitat penting bagi berbagai biota perikanan dan organisme pesisir serta berfungsi sebagai penyangga terhadap intrusi air laut, berkat struktur akar yang kompleks yang menstabilkan garis pantai dan mengurangi energi gelombang (*natural coastal protection*) pada zona pesisir tropis dan subtropis (Lee *at al.*, 2025). Keberadaan mangrove juga berkontribusi langsung terhadap mata pencaharian masyarakat, baik melalui jasa ekosistem seperti perikanan, ekowisata, maupun peningkatan

---

<sup>38</sup> Penulis lahir di Maumere, 03 Juni 1996, merupakan Dosen di Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Teknologi Pangan Pertanian dan Perikanan (FTP3), menyelesaikan studi S1 di Universitas Nusa Nipa tahun 2018, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Teknologi Kelautan, IPB University tahun 2023.

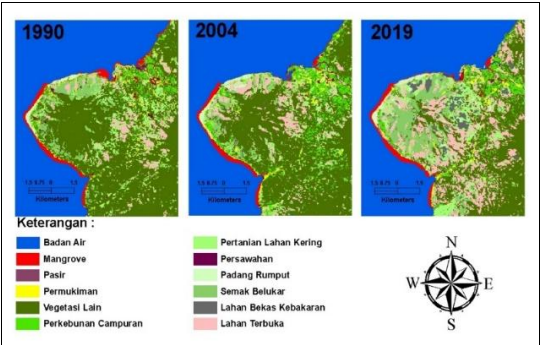


ketahanan sosial-ekonomi komunitas pesisir (Nabila *et al.*, 2025). Namun demikian, ekosistem mangrove menghadapi tekanan yang semakin besar akibat aktivitas antropogenik dan perubahan iklim. Alih fungsi lahan untuk permukiman, tambak, dan infrastruktur pesisir, eksploitasi sumber daya yang tidak berkelanjutan, serta kenaikan muka air laut telah menyebabkan degradasi dan penurunan luas mangrove secara signifikan. Pemantauan degradasi hutan mangrove secara langsung tidak mudah karena kesulitan pemetaan di lapangan dan minimnya informasi data luasan mangrove, untuk itu teknik penginderaan jauh dapat dijadikan sebagai alternatif (Parera *et al.* 2024).

Dalam konteks ekosistem mangrove, penginderaan jauh memanfaatkan perbedaan karakteristik spektral vegetasi mangrove, perairan, dan substrat sekitarnya untuk mengidentifikasi, memetakan, dan memantau kondisi ekosistem tersebut (Small dan Daniel, 2024). Daun mangrove yang sehat umumnya menyerap energi pada spektrum merah untuk proses fotosintesis dan memantulkan energi tinggi pada spektrum inframerah dekat. Karakteristik ini menjadi dasar pengembangan berbagai indeks vegetasi, seperti Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Hamdi *et al.*, 2024). Indeks ini dihitung dari rasio perbedaan dan jumlah antara reflektansi pada pita NIR dan pita merah, sehingga nilai yang lebih tinggi umumnya mengindikasikan vegetasi yang lebih sehat dan rapat, sedangkan nilai rendah dapat mencerminkan stres vegetasi atau area bukan vegetasi (I'zzuddiin *et al.*, 2025).

Salah satu aplikasi utama penginderaan jauh dalam konservasi mangrove adalah pemetaan monitoring perubahan dan degradasi mangrove. Dengan demikian, tindakan pengelolaan dapat dilakukan secara lebih cepat dan tepat sasaran. Studi di wilayah pesisir Talibura, Kabupaten Sikka, menunjukkan bahwa analisis citra satelit multitemporal mampu menggambarkan dinamika perubahan tutupan

mangrove sekaligus keterkaitannya dengan perubahan garis pantai. Hasil pemetaan monitoring perubahan dan degradasi mangrove berbasis penginderaan jauh tidak hanya berfungsi sebagai data inventarisasi, tetapi juga sebagai dasar dalam perencanaan konservasi dan rehabilitasi mangrove. Informasi spasial tersebut dapat digunakan untuk menentukan kawasan prioritas perlindungan, mengidentifikasi wilayah mangrove yang terdegradasi, serta mengevaluasi dampak perubahan lingkungan pesisir terhadap keberlanjutan ekosistem mangrove.



Gambar 1. Peta Tutupan Lahan Pesisir Tahun 1990-2019 (Parera *et al.*, 2024)

Tabel 1. Perubahan Luasan Mangrove Tahun 1990-2019 (Parera *et al.*, 2024)

| Tahun | Luas Mangrove |
|-------|---------------|
| 1990  | 278.55        |
| 2004  | 217.71        |
| 2019  | 220.14        |

Penilaian kesehatan dan kerapatan mangrove merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kondisi dan keberlanjutan ekosistem mangrove. Tingkat kerapatan vegetasi mencerminkan kemampuan fotosintesis, regenerasi, serta ketahanan mangrove terhadap tekanan lingkungan. Dalam hal ini, penginderaan jauh menyediakan pendekatan yang efektif dan objektif untuk menilai kondisi mangrove secara spasial melalui pemanfaatan indeks vegetasi. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) banyak digunakan untuk menilai kerapatan dan kesehatan mangrove karena mampu menggambarkan tingkat kehijauan dan kepadatan vegetasi berdasarkan perbedaan reflektansi spektrum merah dan inframerah dekat. Penerapan NDVI berbasis citra Sentinel-2A menunjukkan bahwa mangrove dengan nilai NDVI tinggi umumnya berada pada kondisi sehat dan rapat, sedangkan nilai yang lebih rendah mengindikasikan mangrove yang jarang atau terdegradasi. Pendekatan ini terbukti efektif dalam memberikan informasi spasial mengenai kerapatan mangrove sebagai dasar penentuan prioritas konservasi dan rehabilitasi ekosistem mangrove.



Gambar 2. Kerapatan Mangrove di Kelurahan Kota Uneng, Kabupaten Sikka (Parera *et al.*, 2025)

Tabel 2. Klasifikasi kelas kerapatan mangrove di Kelurahan Kota Uneng, Kabupaten Sikka (Parera *et al.*, 2025)

| No | Kelas Kerapatan Mangrove | Luas Kerapatan Mangrove |
|----|--------------------------|-------------------------|
| 1  | Rendah                   | 2.4                     |
| 2  | Sedang                   | 17.82                   |
| 3  | Tinggi                   | 33.12                   |

Meskipun memiliki banyak keunggulan, penerapan penginderaan jauh dalam studi mangrove juga menghadapi sejumlah tantangan. Tutupan awan yang tinggi di wilayah tropis sering membatasi ketersediaan citra optik, sementara keterbatasan resolusi spasial dan spektral menyulitkan identifikasi spesies mangrove secara detail. Selain itu, validasi lapangan tetap diperlukan untuk meningkatkan akurasi hasil analisis, dan keterbatasan kapasitas sumber daya manusia dalam pengolahan serta interpretasi data penginderaan jauh masih menjadi kendala dalam implementasi di tingkat lokal (Giri *et al.*, 2011). Di sisi lain, perkembangan teknologi penginderaan jauh membuka peluang besar untuk meningkatkan efektivitas pemantauan mangrove. Pemanfaatan citra resolusi tinggi, data radar *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang relatif bebas dari gangguan awan, komputasi awan (*cloud computing*), serta penerapan *machine learning* dan *artificial intelligence* terbukti mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi pemetaan serta monitoring mangrove (Pham *et al.*, 2019).

Penginderaan jauh telah terbukti menjadi instrumen ilmiah yang sangat penting dalam mendukung konservasi dan rehabilitasi ekosistem mangrove. Kemampuannya dalam menyediakan informasi spasial yang luas, konsisten, dan multitemporal menjadikan penginderaan jauh sebagai fondasi

ilmiah dalam pengambilan keputusan pengelolaan mangrove. Melalui pemetaan, monitoring perubahan, penilaian kesehatan, serta evaluasi rehabilitasi, penginderaan jauh berkontribusi langsung terhadap upaya pelestarian mangrove yang berkelanjutan. Ke depan, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh yang terintegrasi dengan pendekatan ekosistem dan kebijakan pengelolaan pesisir diharapkan dapat memperkuat peran mangrove dalam menjaga ketahanan lingkungan, ekonomi, dan sosial masyarakat pesisir.

### Daftar Pustaka

- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). *Global Ecology and Biogeography*, 20, 154–159.
- Hamdi, B. E., Fariz, M. S. A., Safitri, M., Amalia, I. N., Nandi., & Ridwana, R. (2024). Perbandingan Penggunaan Citra Landsat 8 Dan Sentinel 2 Terhadap Analisis Kesehatan Mangrove Dengan Metode Ndvi di Teluk Jakarta. *Jurnal Warta Desa*, 6(1), 15-24.
- I'zzuddiin, M., Alina, A. N., Mahardianti, M. A., Yahya, F., & Prabawa, S. E. (2025). Analisis Perubahan Indeks Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Algoritma Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Pantai Timur Surabaya Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Geodesi Undip*, 12(4), 21-32. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/46556>
- Lee, H., Kim, H., Park, E., & Lee, B. (2025). Beyond carbon: a systematic review of multiple ecosystem services of mangroves. *Jurnal of Coastal Conservation*, 29:58.
- Nabila, A., Aliudin., Sabilla, A. Y., Nurnudiya, A. N., Zahira, S. Q., & Pratama, S. P. (2025). Peran Ekosistem Mangrove dalam Menunjang Ketahanan Lingkungan dan Sosial di Kawasan

- Pesisir Pantai Karangantu. *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, 2(12), 2204-2209. <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms>
- Parera, G, R, J., Erfin., & Wahyu, R, Y, A. (2025). Pemetaan Kerapatan Ekosistem Mangrove di Kelurahan Kota Uneng, Kabupaten Sikka Menggunakan Data Citra Sentinel-2A. *AQUANIPA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 7(2), 45-50. <https://jurnal.nusanipa.ac.id/>
- Parera, G.R.J., Siregasr, V.P., & Agus, S.B. (2024). Perubahan Tutupan Lahan Mangrove dan Garis Pantai Menggunakan Citra Multi Spektral di Talibura, Kabupaten Sikka. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 15(1), 57-67.
- Pham, T, D., Yokoya, N., Bui, D, T., Yoshin, K., & Friees, D., A. (2019). Remote Sensing Approaches for Monitoring Mangrove Species, Structure, and Biomass: Opportunities and Challenges. *Remote Sens*, 11, 230. [10.3390/rs11030230](https://doi.org/10.3390/rs11030230)
- Small, C., & Sousa, D. (2024). Spectroscopic Phenological Characterization of Mangrove Communities. *Remote Sens*, 16, 2796.

Unifikasi Pembelajaran

# IPA DI DUNIA PENDIDIKAN DAN MASYARAKAT

Pembelajaran IPA berperan penting dalam dunia Pendidikan karena mampu membentuk keterampilan berpikir kritis dan berkarakter peduli lingkungan. Ilmu pengetahuan alam membekali masyarakat memahami fenomena alam, Kesehatan dan teknologi yang digunakan dalam kehidupan. Selain itu pembelajaran IPA juga membekali masyarakat untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia secara bijak. Dengan mempelajari berbagai cabang ilmu pengetahuan alam, masyarakat memiliki kemampuan untuk membuat keputusan yang tepat dalam menyikapi permasalahan berbasis sains.

Dedikasi ilmu pengetahuan alam di masyarakat mencangkup penerapan sains untuk memecahkan masalah sehari-hari dan memberikan edukasi tentang teknologi dan lingkungan. Konservasi alam dan kearifan lokal untuk pelestarian lingkungan merupakan perwujudan dari dedikasi IPA. Dedikasi ini bertujuan tidak hanya menjadi teori di dalam ruangan kelas melainkan alat untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

## Akademia Pustaka

Jl. Sumbergempol, Sumberdadi, Tulungagung

🌐 <https://akademiapustaka.com/>

✉ [redaksi.akademia.pustaka@gmail.com](mailto:redaksi.akademia.pustaka@gmail.com)

📧 [@redaksi.akademia.pustaka](mailto:@redaksi.akademia.pustaka)

📞 [@akademiapustaka](https://akademiapustaka)

☎ 081216178398

ISBN 978-623-157-259-2



9 786231 572592