# LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK DIGITAL (E-LKPD) PBL

*Investigasi, Analisis Kritis, & Perancangan Solusi Isu Ekosistem Pesisir Lamongan*

**Mata Pelajaran** : Biologi (Fase E - Kelas X) **Hari/Tgl** : .....

**Materi Pokok** : Ekosistem & Perubahan Lingkungan **Alokasi** : 3 x 45 Menit

**Kelompok** : .....

**Anggota & Pembagian Peran Kerja (Kolaboratif):**

1 ..... (Manajer Proyek / Ketua)
2 ..... (Spesialis Pencari Literatur / Data)
3 ..... (Analis Sains & Problem Solver)
4 ..... (Desainer Sketsa & Presenter)

## A. TUJUAN PEMBELAJARAN (TP)

1. **Menganalisis Kritis:** Mengidentifikasi faktor penyebab fenomena kerusakan lingkungan pesisir (eutrofikasi tambak, abrasi, penurunan fauna) berdasarkan data lokal.
2. **Mengeksplorasi Konsep:** Menggunakan teori ekosistem, jaring makanan detritus, dan adaptasi fisiologi pada E-Modul untuk membedah akar permasalahan.
3. **Merancang Solusi Berbasis Alam:** Mendesain arsitektur pengelolaan *Silvofishery* yang aplikatif secara ekologis dan sosiologis di pesisir Pantura.
4. **Menyusun Argumentasi Ilmiah:** Menyajikan evaluasi pemecahan masalah dengan kerangka CER (*Claim-Evidence-Reasoning*) yang logis dan terstruktur.

## B. PETUNJUK PENGERJAAN PROYEK PBL

- LKPD ini berisi **TIGA (3) Proyek Investigasi Mandiri** terkait permasalahan nyata di wilayah pesisir Brondong, Sedayu Lawas, dan Paciran.
- Anda tidak akan menemukan jawaban instan atau sketsa tata letak langsung jadi di dalam E-Modul. Modul hanya berisi teori abstrak dan konsep dasar ekologi.
- Gunakan nalar kritis kelompok Anda untuk menyintesis teori Modul menjadi pemecahan masalah nyata.
- Ikuti 5 Sintaks *Problem-Based Learning* (PBL) secara berurutan pada setiap lembar proyek.



LIVEWORKSHEETS

# PROYEK INVESTIGASI 1

# MISTERI KEMATIAN MASSAL BANDENG DI TAMBAK SEDAYU LAWAS

## SINTAKS 1: Orientasi pada Masalah Nyata

**Laporan Fenomena Ekologis:**
Menjelang musim panen raya, warga penambak bandeng intensif di Sedayu Lawas dikejutkan dengan fenomena kematian massal ikannya. Kematian biasanya terjadi secara mendadak pada rentang waktu dini hari hingga sebelum matahari terbit. Observasi fisik air tambak menunjukkan air berwarna hijau pekat gelap, berbau busuk menyengat (seperti telur busuk), dan di dasar parit ditemukan lumpur hitam tebal yang berasal dari endapan sisa pakan pelet kimia berprotein tinggi dan kotoran ikan yang tidak terurai dengan baik. Petambak tidak tahu apa yang salah secara biologis.

Berdasarkan wacana di atas, identifikasi pokok permasalahan yang menyebabkan bencana tambak tersebut secara kronologis!

## SINTAKS 2: Mengorganisasikan Penyelidikan

Diskusikan dengan Analis Sains di kelompok Anda. Buatlah DUA (2) rumusan masalah investigasi yang akan Anda cari jawabannya di tahap selanjutnya!



LIVEWORKSHEETS

## SINTAKS 3: Membimbing Penyelidikan Kelompok

Gunakan pengetahuan ekologi pada BAB III (Daur Biogeokimia & Siklus Oksigen) di E-Modul. Lakukan analisis korelasi sebab-akibat (cause-and-effect) pada tabel hipotesis di bawah ini!

| Variabel Faktor di Tambak | Analisis Ilmiah Proses Biologis (Sintesis dari E-Modul) |
|---|---|
| **Akumulasi Sisa Pelet Protein Tinggi** (Kelebihan Nitrogen/Fosfor) | *Analisis kelompok: Apa dampaknya terhadap populasi fitoplankton (alga) di permukaan air?* |
| **Ledakan Alga *(Blooming Algae)*** di Permukaan Air | *Analisis kelompok: Apa dampaknya terhadap masuknya cahaya matahari ke dasar tambak dan aktivitas dekomposer di lumpur dasar?* |
| **Aktivitas Respirasi Dini Hari** (Tanpa Cahaya Matahari) | *Analisis kelompok: Jika malam hari tidak ada fotosintesis, siapa saja organisme di tambak yang memperebutkan Oksigen Terlarut (DO)? Apa dampaknya terhadap ikan?* |

## SINTAKS 4: Mengembangkan & Menyajikan Solusi

Berdasarkan akar permasalahan **Eutrofikasi dan Defisit Oksigen (Anoksik)**, rancanglah 3 intervensi teknis atau pengelolaan tambak yang ramah lingkungan agar petambak Sedayu Lawas tidak mengalami kerugian yang sama di musim depan!


LIVEWORKSHEETS

## SINTAKS 5: Evaluasi Proses Pemecahan Masalah (CER Format)

Tuliskan argumentasi ilmiah akhir kelompok Anda untuk menyimpulkan kasus kematian bandeng ini menggunakan format **Claim-Evidence-Reasoning (CER)**.



LIVEWORKSHEETS

# PROYEK INVESTIGASI 2

# KONFLIK ABRASI VS SABUK HIJAU (DESAIN WANA MINA)

## SINTAKS 1: Orientasi pada Masalah Nyata

**Krisis Spasial Pesisir:**
Alih fungsi lahan sabuk mangrove menjadi perluasan tambak terbuka langsung berbatasan dengan Laut Jawa. Saat musim baratan, ombak menghantam langsung pematang tambak hingga hancur berkeping-keping dan mengancam jalan Pantura. Pemerintah desa mengusulkan pembangunan Tembok Semen Beton (*Breakwater*) masif. Namun, kelompok LSM Ekologi menolak keras karena tembok kaku memicu efek "*scouring*" (pengerukan dasar laut oleh pantulan gelombang) dan memutus total area migrasi larva ikan. LSM menuntut solusi **Tambak Wana Mina (*Silvofishery*)**.

## SINTAKS 2 & 3: Mengorganisasi & Menyelidiki Literatur (E-Modul)

Pelajari anatomi dan fisiologi akar mangrove di BAB IV E-Modul. Evaluasi keunggulan sabuk hijau dibandingkan beton kaku!

**Tugas Manajer & Desainer:** Anda ditunjuk sebagai Konsultan Tata Ruang Ekologi. Gambarlah/sketsa arsitektur layout **Tambak Wana Mina** idaman yang menjadi jalan tengah (mengakomodasi tambak ekonomi warga + pelindung mangrove).



LIVEWORKSHEETS

## SINTAKS 4: Pengembangan Produk (MERANCANG DESAIN *SILVOFISHERY*)

**Tugas Manajer & Desainer:** Anda ditunjuk sebagai Konsultan Tata Ruang Ekologi. Gambarlah/sketsa arsitektur layout **Tambak Wana Mina** idaman yang menjadi jalan tengah (mengakomodasi tambak ekonomi warga + pelindung mangrove).

[ GAMBAR/SKETSA TATA RUANG WANA MINA DI SINI ]



LIVEWORKSHEETS

## SINTAKS 5: Evaluasi dan Presentasi Desain

Siapkan argumentasi CER (*Claim-Evidence-Reasoning*) untuk mempresentasikan Sketsa Wana Mina kelompok Anda di depan "Pemdes" dan "Warga Tambak" di kelas!



LIVEWORKSHEETS

# PROYEK INVESTIGASI 3

# JEJAK DETRITUS & NASIB NELAYAN RAJUNGAN

## SINTAKS 1, 2, & 3: Wacana & Investigasi Cepat

**Merosotnya Hasil Tangkap:**
Nelayan perahu bubu di Brondong mengeluhkan hasil tangkapan rajungan dan kepiting bakau anjlok hingga 50% dalam 5 tahun terakhir, tepat seiring dengan hancurnya 60% tutupan hutan mangrove primer di wilayah tersebut.

Gunakan konsep Rantai Makanan Detritus (BAB V E-Modul) untuk memecahkan misteri hilangnya populasi rajungan. Susun bagan alur rantai makanannya dari jatuhnya daun bakau hingga piring makan manusia!


LIVEWORKSHEETS

Berdasarkan bagan tersebut, berikan analisis singkat (*Reasoning*) mengapa penurunan luasan tutupan mangrove (hilangnya pohon berdaun) berbanding lurus dan menyebabkan kebangkrutan tangkapan ekonomi nelayan Brondong!



LIVEWORKSHEETS

## REFLEKSI MANDIRI KELOMPOK

Beri tanda centang (✓) secara jujur mengenai pemahaman kelompok setelah PBL ini.

| Indikator Capaian Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) | Tercapai / Belum |
|---|---|
| 1. Kami tidak menyalin teori bulat-bulat, tapi mampu menghubungkan teori Modul dengan masalah lapangan. | |
| 2. Kami mampu merumuskan penyebab masalah (Eutrofikasi, Abrasi) secara logis berbasis rantai kehidupan. | |
| 3. Kami berhasil menyusun argumen saintifik menggunakan format CER yang padat dan jelas. | |
| 4. Desain Wana Mina yang kami buat sangat original dan merepresentasikan pemahaman morfologi mangrove. | |



LIVEWORKSHEETS