

SOSIALISASI KESADARAN LINGKUNGAN DIFERENSIASI MANGROVE BERBASIS PjBL STEAM PADA PESERTA DIDIK DI PESISIR PULAU AMBON

Pamella Mercy Papilaya *1, Preilly M J Tuapattinaya ²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Pattimura

Submitted: March 15, 2023

Revised: April 10, 2023

Accepted: April 28, 2023

* Corresponding author's e-mail: pamella.mercy23@gmail.com

Abstract

The socialization of mangrove differentiated environmental awareness based on PjBL STEAM aims to produce high-order thinking skills oriented products by implementing them in learning. In addition to producing art products about mangrove plants. This activity was motivated by the teacher's limitations in empowering participants' awareness of differentiated environment because the design and learning patterns were still traditional based on low-level cognitive achievement. On the other hand, teachers are limited to participating in various activities to support the improvement of their performance and profession including information on developing issues related to the environment as well as competencies and skills in teaching students according to the needs of the times. This activity also aims to introduce teachers to ideal pedagogical competencies in line with the demands of globalization, especially in cultivating and training creative thinking skills about environmental issues for elementary education students.

Keywords: environmental awareness, differentiation, pjbl steam, coast of Ambon Island

Abstrak

Sosialisasi kesadaran lingkungan berdeferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM bertujuan menghasilkan produk berorientasi keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan mengimplementasikannya dalam pembelajaran. Selain itu menghasilkan produk seni tentang tanaman mangrove. Kegiatan ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan guru dalam memberdayakan kesadaran lingkungan berdeferensiasi pada peserta karena desain dan pola pembelajarannya masih tradisional berbasis pencapaian kognitif tingkat rendah. Pada sisi lain, guru terbatas dalam mengikuti berbagai kegiatan yang menunjang peningkatan kinerja dan profesinya termasuk informasi isu-isu yang berkembang terkait lingkungan hidup serta kompetensi dan keterampilan dalam membelajarkan peserta didik sesuai dengan kebutuhan zaman. Kegiatan ini juga bertujuan memperkenalkan guru pada kompetensi pedagogis ideal seiring dengan tuntutan globalisasi terutama dalam menumbuhkan dan melatih keterampilan berpikir kreatif tentang isu-isu lingkungan bagi peserta didik Pendidikan dasar.

Kata kunci: kesadaran lingkungan, diferensiasi, pjbl steam, pesisir Pulau Ambon



1. PENDAHULUAN

Pembelajaran berdiferensiasi merupakan usaha menyesuaikan proses pembelajaran dengan memberikan beragam cara melalui diferensiasi konten, proses, produk serta lingkungan belajar dan asesmen awal untuk memenuhi kebutuhan belajar individu setiap peserta didik (Yuli dkk., 2022). Pembelajaran berdiferensiasi mengakomodir kebutuhan belajar murid. Guru memfasilitasi murid sesuai dengan kebutuhannya, karena setiap murid mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga tidak bisa diberi perlakuan yang sama (Astuti *et al.*, 2022). Dalam menerapkan pembelajaran berdiferensiasi guru perlu memikirkan tindakan yang masuk akal yang nantinya akan diambil, karena pembelajaran berdiferensiasi tidak berarti pembelajaran dengan memberikan perlakuan atau tindakan yang berbeda untuk setiap peserta didik, maupun pembelajaran yang membedakan antara murid yang pintar dengan yang kurang pintar (Kamila *et al.*, 2023).

Salah satu nilai Pembelajaran berdiferensiasi adalah menciptakan pembelajaran yang berpihak kepada murid, yaitu pembelajaran yang memerdekakan pemikiran dan potensi peserta didik (Rasheed & Wahid, 2018). Salah satu cara dalam mewujudkan merdeka belajar dan profil pelajar pancasila, adalah dengan menerapkan pembelajaran berdiferensiasi, sehingga budaya positif juga harus kita bangun agar dapat mendukung pembelajaran berdiferensiasi (Kamal, 2021).

Untuk meningkatkan keterampilan abad-21 yang diperlukan (berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, keterampilan sosial, literasi teknologi, produktivitas, dll.) untuk prestasi belajar siswa, menuntut peserta didik untuk berpikir secara sistematis dan kritis melalui masalah dan menerapkan informasi baru atau pengalaman masa lalu untuk mencari solusi terbaik (Fisser & Thijs, 2015). STEAM menawarkan kolaborasi yang bermakna dimana peserta didik melibatkan kerja tim, bertukar ide dan mendiskusikan cara untuk memecahkan masalah, membagi tanggung jawab dan saling mendorong, memberi semua peserta didik pengalaman belajar langsung dan pengalaman dengan menggunakan bahan dan alat yang berbeda dalam proses pembelajaran mereka (Ovbiagbonhia, *et al.*, 2019).

Permasalahan lingkungan hidup dewasa ini banyak dibicarakan orang karena telah tampak adanya pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh perbuatan manusia (Valavanidis, 2019). Beberapa akibat yang ditimbulkan adalah kerusakan ekosistem seperti kepunahan spesies, berkurangnya sumberdaya ikan, pencemaran tanah, air dan udara serta berkurangnya persediaan air (Bodo *et al.*, 2021). Menurut Swim *et al.*, (2011), hanya dengan mengubah perilaku manusia dapat mengurangi permasalahan lingkungan ini.

Kawasan mangrove yang umumnya berada pada daerah pesisir pantai teluk Ambon bagian dalam Pulau Ambon terancam rusak dan mati oleh kebutuhan masyarakat yang berada di sekitarnya. Kebutuhan itu dapat berupa pemanfaatan lahan untuk pemukiman, sebagai lahan kegiatan ekonomi seperti industri maupun, kebutuhan bahan bakar non migas, pencemaran sampah minyak ke dalam hutan mangrove dan limbah air panas dan sebagainya. Kebutuhan-kebutuhan itu memaksa masyarakat untuk melakukan banyak hal yang dapat merusak hutan mangrove seperti membuka dan mengubah lahan serta penebangan liar. Kerusakan dapat menurunkan fungsi-fungsi mangrove baik secara bioekologis berupa rusaknya ekosistem maupun fungsi ekonomis berupa penurunan produksi (Carugati *et al.*, 2021). Kesalahan manajemen hutan mangrove berpotensi terhadap degradasi fungsi mangrove (Romañacha 2018).

Project based learning (PjBL) berbasis STEAM merupakan model pembelajaran yang diharapkan menjadi solusi menjadikan peserta didik sebagai subjek atau pusat pembelajaran, menitikberatkan proses belajar yang memiliki hasil akhir berupa produk (Wahyuningsih *et al.*, 2020). Artinya, motivasi peserta didik diberi kebebasan untuk menentukan aktivitas belajarnya sendiri, mengerjakan proyek pembelajaran secara kolaboratif sampai diperoleh hasil berupa suatu produk (Parsons *et al.*, 2014). Chadia *et al.*, (2019) menjelaskan kesuksesan pembelajaran ini sangat dipengaruhi oleh keaktifan peserta didik. Tujuannya melatih sikap proaktif peserta didik dalam memecahkan masalah kerusakan ekosistem mangrove, mengasah kemampuan

peserta didik dalam menguraikan permasalahan ekosistem mangrove di kelas, meningkatkan keaktifan peserta didik di kelas dalam menyelesaikan permasalahan ekosistem mangrove yang cukup kompleks sampai diperoleh hasil nyata, mengasah keterampilan peserta didik dalam memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai sumber belajar guna menunjang aktivitas belajarnya. Serta melatih sifat kolaboratif peserta didik.

PjBL STEAM diaplikasikan dalam pembelajaran mengatasi masalah ekosistem mangrove bertujuan untuk mempromosikan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik, keterampilan produktif, dan kapasitas inovatif mereka (Aldabbus, 2018). Pembelajaran berbasis proyek melalui eksplorasi kolaboratif, pembelajaran berbasis masalah yang berfokus pada pemecahan masalah dunia nyata dan pembelajaran berbasis tempat di mana peserta didik belajar dengan melakukan pendekatan inovatif yang mendukung pendidikan (Bytyqi, 2021).

STEAM mendukung peserta didik tentang cara berpikir kritis, cara memecahkan masalah, cara menggunakan kreativitas, dan mempersiapkan pelajar untuk kehidupan nyata di lingkungan belajar yang berpusat pada siswa (Weng *et al.*, 2020). Namun demikian, semua pelajar tidak harus menjadi ilmuwan, tetapi penting untuk mengetahui cara berpikir seperti itu. Peserta didik dalam program PjBL tidak hanya mempelajari materi pelajaran tetapi mereka juga belajar bagaimana mempelajari, menyelidiki, menganalisis, melakukan eksperimen, dan berkreasi (Hidayah *et al.*, 2021).

Pendidikan tradisional mengandalkan hafalan. Namun, peserta didik dalam pendidikan PjBL STEAM membangkitkan rasa ingin tahu, pertanyaan, menyelidiki, melakukan kegiatan otentik, dan menciptakan, bukan sekadar replikasi dari pengetahuan yang ada. Sementara guru berbicara tentang suatu topik sebagai figur otoritas di kelas tradisional, siswa membuat catatan dan kemudian menghafal pengetahuan untuk ujian (Leasa *et al.*, 2023). Peserta didik dapat memperoleh pengetahuan dari buku tetapi mereka tidak menyadari implementasi pengetahuan tersebut. Berbeda dengan pendidikan tradisional, PjBL STEAM tidak hanya fokus pada pengajaran tentang suatu mata pelajaran, tetapi juga menyangkut bagaimana peserta didik dapat menerapkan mata pelajaran tersebut ke dalam kehidupan nyata dan memanfaatkannya di masa depan (Leasa, *et al.*, 2023).

STEAM memaparkan peserta didik pada proses kreatif dimana mereka mengajukan pertanyaan yang bijaksana, menemukan jawaban, menerapkan apa yang mereka pelajari, dan memecahkan masalah (Perales & José, 2021). Untuk meningkatkan keterampilan abad-21 yang diperlukan (berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, keterampilan sosial, literasi teknologi, produktivitas, untuk prestasi belajar siswa, menuntut peserta didik untuk berpikir secara sistematis dan kritis melalui masalah dan menerapkan informasi baru atau pengalaman masa lalu untuk mencari solusi terbaik (Suganda *et al.*, 2021). STEAM menawarkan kolaborasi yang bermakna dimana peserta didik melibatkan kerja tim, bertukar ide dan mendiskusikan cara untuk memecahkan masalah, membagi tanggung jawab dan saling mendorong, memberi semua peserta didik pengalaman belajar langsung dan pengalaman dengan menggunakan bahan dan alat yang berbeda dalam proses pembelajaran mereka (Yakman, 2008). STEAM meningkatkan kepercayaan diri peserta didik untuk menjadi produktif dan memotivasi mereka untuk terlibat dan berkontribusi dalam proses pembelajaran dan meningkatkan rasa ingin tahu dan keterampilan inkuiri peserta didik, sehingga sebagai hasil dari penelitian mereka, mereka dapat menemukan atau merancang beberapa produk inovatif (Rahmawaty, 2019).

2. METODE

2.1 Studi Pendahuluan

Pandangan dari beberapa ahli maka, dapat disimpulkan bahwa kreativitas adalah suatu atribut yang melekat pada diri seseorang manakala seseorang itu mampu menghasilkan sesuatu yang baru melalui sebuah proses perubahan sikap karena suatu motivasi untuk menerima kebaruan dengan berbagai kemungkinan yang ada untuk menghasilkan suatu produk yang lebih

baik. Kreativitas atau keterampilan berpikir kreatif sudah menjadi keterampilan penting untuk beradaptasi dengan cepat dalam mengubah dunia pendidikan (Gökçearsan *et al.*, 2019)

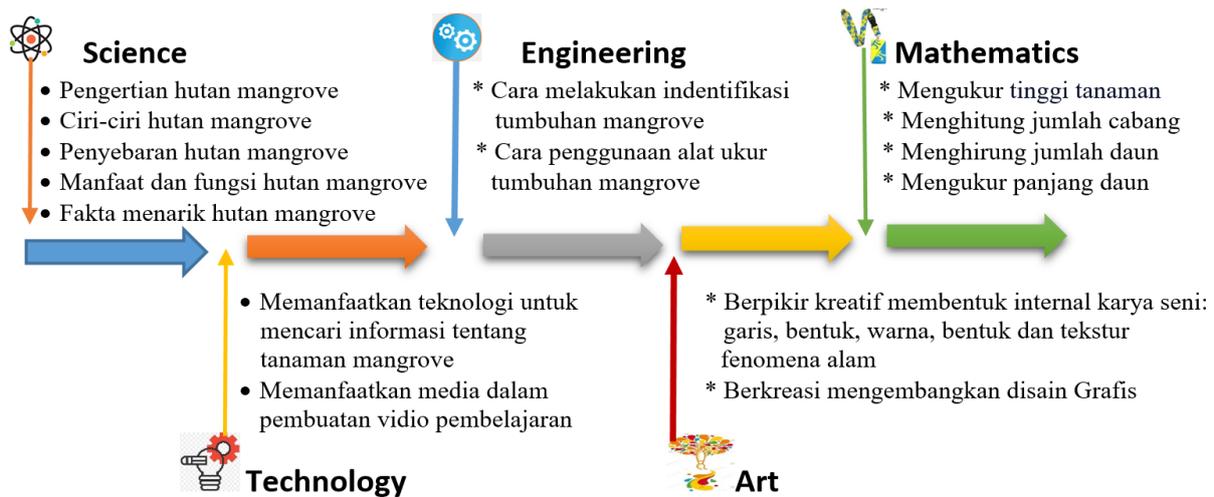
2.2 Persiapan Kegiatan Sosialisasi

Langkah-langkah yang ditempuh untuk pembelajaran diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM sebagai berikut; 1. Analisis tujuan dan karakteristik sekolah, 2. Analisis sumber belajar dalam hal ini hasil-hasil penelitian pendidikan tentang diferensiasi berbasis PjBL STEAM, 3. Analisis karakteristik peserta didik di kawasan pesisir pulau Ambon, 4. Menetapkan sasaran dan isi pembelajaran diferensiasi berbasis PjBL STEAM, 5. Menetapkan strategi pengorganisasian isi pembelajaran diferensiasi berbasis PjBL STEAM, 6. Menetapkan strategi penyampaian isi pembelajaran, 7. Menetapkan strategi pengelolaan pembelajaran, dan, 8. Pengembangan prosedur pengukuran hasil pembelajaran. Langkah-langkah (1), (2), (3), dan (4) merupakan langkah analisis kondisi pembelajaran, langkah-langkah (5), (6), dan (7) merupakan langkah pengembangan, dan langkah (8) merupakan langkah pengukuran hasil pembelajaran diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM

2.3 Penerapan Program Pengabdian

Struktur program pelatihan dan pendampingan dilaksanakan dengan pola *in service Training* yang dilakukan dalam pemaparan secara klasikal, serta pola *on the job learning* atau dilakukan pendampingan mandiri di tempat tugas peserta pelatihan sebagai implementasi pelatihan (Gadir & Nabila, 2020). Pengabdian ini dimaksudkan untuk mendapatkan model desain pembelajaran diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik sesuai kebutuhan peserta didik, yakni membangkitkan rasa ingin tahu, pertanyaan, menyelidiki, melakukan kegiatan otentik, dan menciptakan, bukan sekadar replikasi dari pengetahuan yang ada. Pengabdian ini merupakan kegiatan pengembangan yang diarahkan untuk mengembangkan berpikir kreatif peserta didik pada sekolah-sekolah di kawasan pesisir pantai di teluk Ambon. Objek dalam pengabdian ini adalah pengembangan model diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM pada peserta didik di kawasan pesisir pulau Ambon. Jangka waktu pengabdian selama 3 minggu bulan Februari-Maret 2023, dan dilaksanakan pada sekolah-sekolah di kawasan pesisir pantai di teluk Ambon. Pengabdian ini melibatkan 2 orang dosen dan mahasiswa yang menawarkan mata kuliah Pendidikan Kepulauan sebanyak 24 orang. Lokasi sekolah yang dijadikan tempat pengabdian adalah SMP Negeri 11 Amahusu, SMP Negeri 15, SMP LKMD Tawiri, SMP Negeri 7 Poka, SD Negeri 1 Rumah tiga, dan SD Negeri 92 Kate-kate Ambon,

Pola sosialisasi dilakukan dalam 1 kali orientasi materi dan 1 kali praktikum lapangan di hutan mangrove. Kegiatan pelatihan direncanakan berdurasi 80 menit setara dengan 2 jam pelajaran dan praktikum 80 menit. Seluruh materi sosialisasi disajikan dalam bentuk power point (PPT). Kegiatan praktikum dilakukan dengan menggunakan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis PjBL STEAM. Pendekatan yang digunakan dalam sosialisasi berbasis keaktifan peserta didik, sehingga peserta didik tidak hanya pasif menerima transfer materi dari narasumber tapi justru aktif membuat produk. Model yang dikembangkan adalah Model pembelajaran diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM. Alurnya aktivitas ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Pembelajaran Diferensiasi Mangrove Berbasis PjBL STEAM

Dalam sosialisasi ini dosen dan mahasiswa selaku mitra berperan memberikan partisipasi utamanya maupun aktivitas pengabdian yang diusulkan serta menerapkan pengetahuan dari pelatihan pada sekolahnya masing masing. Keberhasilan sosialisasi ditandai dengan meningkatnya kesadaran dan kreatifitas peserta didik tentang konsep mangrove.

Sebagai bentuk keberlanjutan sosialisasi ini, kegiatan aksi pembibitan dan penanaman anakan mangrove di daerah pesisir pantai oleh peserta didik dengan mahasiswa maupun dosen Prodi Biologi FKIP Unpatti yang fokus pendampingan secara berkelanjutan dibawah koordinasi prodi Biologi. Aktivitas sosialisasi dilakukan dengan volume pekerjaan seperti tertuang dalam Tabel 1.

Tabel 1. Volume Pekerjaan

No	Nama Pekerjaan	Program	Volume	Keterangan
1	Sosialisasi kesadaran lingkungan diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM pada peserta didik di pesisir pulau Ambon	2.1 Orientasi kesadaran lingkungan tentang mangrove sebagai sumber belajar	1	1 orang dosen dan 8 orang mahasiswa
		2.2 Praktikum observasi pengenalan lingkungan hutan mangrove	1	1 orang dosen dan 8 orang mahasiswa
		2.3 Pembuatan produk inovasi	1	1 orang dosen dan 8 orang mahasiswa
Total Volume			3 produk	2 orang dosen dan 24 orang mahasiswa

2.4 Rencana Keberlanjutan Program

Perencanaan jangka panjang dan tindak lanjut berhubungan dengan pengelolaan program, keterlibatan mitra berikutnya adalah mengadakan pelatihan-pelatihan kreatifitas peserta didik terutama pelatihan pembibitan dan penanaman anakan mangrove dan pihak nara sumber dosen FKIP. Rencana keberlanjutan merupakan salah satu jaminan bagi keberlanjutan program. Dengan adanya Rencana tindak lanjut akan lebih memudahkan dalam implementasi program ke depannya. Bukan saja terkait bentuk-bentuk program lanjutan, melainkan juga bentuk-bentuk intervensi pihak lain untuk menyelenggarakan program sejenis. Membutuhkan perencanaan yang matang untuk bisa menyusun Rencana tindak lanjut yang baik sesuai program berdasarkan potensi dan kekuatan yang dimiliki. Selain itu, membutuhkan juga pertimbangan aset yang telah dimiliki dan akan dikembangkan. Termasuk di dalamnya adalah sumber daya manusia sebagai aset untuk koordinasi dan kolaborasi.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, berikut ini beberapa Rencana tindak lanjut program dilaksanakan melalui pelatihan dan pendampingan peserta didik bersama guru dalam melestarikan kawasan pesisir pantai yang mengalami kerusakan mangrove dengan melaksanakan kegiatan antara lain:

- a. Menuntun Peserta didik dan guru melakukan pelestarian alam hutan mangrove dapat dilakukan dengan cara menanam pohon mangrove di pesisir pantai sebagai sumber belajar bagi peserta didik.
- b. Menuntun Peserta didik dan guru melakukan pengumpulan buah mangrove yang akan dijadikan bibit tanaman mangrove, dilakukan sebelum melakukan persemaian.
- c. Menuntun Peserta didik dan guru melakukan penyiapan bibit: Bibit mangrove yang akan ditanam hendaknya berasal dari tempat terdekat, bibit disesuaikan dengan kondisi tanahnya.
- d. Menuntun Peserta didik dan guru melakukan pemilihan bibit mangrove. Bibit mangrove harus berasal dari buah yang berkualitas
- e. Menuntun Peserta didik dan guru melakukan persemaian harus dilakukan dilokasi tempat bibit tersebut akan ditanam. Hal itu untuk penyesuaian bibit agar dapat beradaptasi dengan lingkungannya.
- f. Menuntun Peserta didik dan guru melakukan persemaian bibit mangrove. Persemaian bibit dimulai dengan memilih tempat persemaian kemudian membuat bedeng untuk proses tanam.
- g. Menuntun Peserta didik dan guru melakukan pembibitan Mangrove. Tahap yang pertama dalam proses pembibitan adalah mengisi tanah ke dalam kantong plastic atau botol mineral yang telah dilubangi bagian bawahnya. Kemudian buah langsung disemaikan ke kantong-kantong tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Kegiatan Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi ini dalam bentuk workshop dengan tema “Kesadaran lingkungan diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM pada peserta didik di pesisir pulau Ambon” Kegiatan sosialisasi dilaksanakan selama 3 minggu bulan Februari – Maret 2023 secara luring bertempat di 4 SMP dan 2 SD yang berada di daerah pesisir pantai pulau Ambon. Acara dimulai dari pukul 08.00 WIB – 12.00. Dengan susunan acara sebagai berikut:

- a. Pembukaan dan perkenalan antara narasumber dengan bapak/ibu peserta workshop.
- b. Sambutan dari Kepala masing-masing
- c. Masuk ke acara inti sosialisasi yang terdiri dari 3 sesi, yang masing-masing sesi di isi oleh narasumber dan materi yang berbeda, berikut narasumber dan materi yang disampaikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Materi Kegiatan Sosialisasi Tanaman Mangrove

No	Nara sumber	Materi
1.	Prof. Dr. Pamela Mercy Papilaya., M.Pd	Orientasi kesadaran lingkungan tentang mangrove sebagai sumber belajar
2	Preilly. M.J. Tuapattinaya., SPd. M.Pd	
3	Dosen bersama mahasiswa	Pembuatan produk inovasi

- d. Peserta didik dibagi dalam dua kelompok besar pada setiap sekolah, kemudian dosen sebagai narasumber memberikan materi secara bergantian bertukar kelas.
- e. Setelah penyampaian materi oleh tiga narasumber, acara dilanjutkan dengan sesi tanya jawab yang dipandu oleh moderator. Terdapat beberapa pertanyaan yang diwakilkan dari masing-masing kelompok yang disampaikan oleh peserta didik antara lain:

- 1) Bagaimana mangrove dapat memfilter air laut menjadi bersih?
- 2) Bagaimana cara mangrove beradaptasi dengan air laut?
- 3) Kenapa tanaman mangrove tidak tumbuh di daratan tapi tumbuh di daerah pesisir pantai?
- 4) Apakah buah mangrove juga dapat di olah menjadi makanan dan jenis makanan seperti apa?
- 5) Mengapa mangrove harus di tanam di polybag terlebih dahulu sebelum di tanam di pesisir pantai kenapa tidak di tanam secara langsung saja mengapa harus melalui pembibitan (karena saya sudah pernah menanam mangrov cuma tidak di tanam di polibek jadi kami tanam begitu saja dan mangrov yang kami tanam pun blm ada pucuk daunnya tapi suda ada akar).
- 6) Kenapa mangrove bisa hidup di air asin?
- 7) Apa yang terjadi ketika hutan mangrove tidak ada?
- 8) Apa yang harus kita lakukan untuk menyelamatkan hutan mangrove?
- 9) Dimana hutan mangrove dapat ditemukan?
- 10) Apa fungsi tanaman mangrove bagi hewan perairan?

Berikut adalah penjelasan nara sumber terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut:

- a. Manfaat hutan mangrove bagi kehidupan adalah untuk menyerap semua jenis logam berbahaya dan membuat kualitas air menjadi lebih bersih. Selain itu mangrove juga membantu alam dalam mendapatkan kualitas udara yang lebih baik dan bersih. Kawasan hutan mangrove bisa dikembangkan menjadi salah satu objek wisata (Komalasari, 2018)
- b. Cara tanaman mangrove beradaptasi dengan air laut antara lain Berdasarkan Modul Pendidikan Lingkungan yang ditulis oleh Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove (Fatimah *et al.*, 2016)), mangrove beradaptasi terhadap garam air laut dengan cara sebagai berikut:
 - 1) **Sekresi garam (*salt extrusion/salt secretion*)**
Flora mangrove menyerap air dengan salinitas tinggi kemudian mengekskresikan garam dengan kelenjar garam yang terdapat pada daun. Mekanisme ini dilakukan oleh *Avicennia*, *Sonneratia*, *Aegiceras*, *Aegialitis*, *Acanthus*, *Laguncularia* dan *Rhizophora* (melalui unsur-unsur gabus pada daun).
 - 2) **Mencegah masuknya garam (*salt exclusion*)**
Flora mangrove menyerap air tetapi mencegah masuknya garam, melalui saringan (*ultra filter*) yang terdapat pada akar. Mekanisme ini dilakukan oleh *Rhizophora*, *Ceriops*, *Sonneratia*, *Avicennia*, *Osbornia*, *Bruguiera*, *Excoecaria*, *Aegiceras*, *Aegalitis* dan *Acrostichum*.
 - 3) **Akumulasi garam (*salt accumulation*)**
Flora mangrove seringkali menyimpan Na dan Cl pada bagian kulit kayu, akar dan daun yang lebih tua. Daun penyimpan garam umumnya sukulen, dan pengguguran daunnya ini diperkirakan merupakan mekanisme mengeluarkan kelebihan garam yang dapat menghambat pertumbuhan dan pembentukan buah. Mekanisme adaptasi akumulasi garam ini terdapat pada *Excoecaria*, *Lumnitzera*, *Avicennia*, *Osbornia*, *Rhizophora*, *Sonneratia* dan *Xylocarpus*.
- c. Mangrove merupakan kelompok tumbuhan yang hidup di daerah pantai, beriklim tropis, bersubstrat lumpur, dan tahan terhadap salinitas. Mangrove berada di wilayah intertidal, yaitu wilayah yang terjadi interaksi antara perairan laut, payau, sungai, dan terestrial. Interaksi ini membuat keanekaragaman hayati menjadi tinggi di ekosistem mangrove. Mangrove dapat hidup di daerah tropik dan subtropik. Tumbuhan tersebut berasosiasi dengan organisme lain seperti fungi, mikroba, alga, fauna, dan tumbuhan lain, dan berinteraksi pula dengan faktor abiotik seperti iklim, udara, tanah, dan air untuk membentuk ekosistem mangrove (Saifullah *et al.*, 2016).

- d. Manfaat buah mangrove sebagai bahan makanan. Masyarakat pesisir secara tradisional sudah sejak dulu telah memanfaatkan mangrove sebagai pengganti nasi. Komposisi buah mangrove jika dibandingkan dengan singkong, ubi jalar, beras dan sagu, maka komposisi buah mangrove lebih menyerupai singkong, dimana kandungan karbohidratnya hampir sama. Biasanya mengolah buah mangrove dari jenis *Bruguiera sp* dengan cara direbus dengan tujuan untuk memudahkan pengupasan. Setelah dikupas kemudian diiris dan direndam selama lebih dari 10 jam, setelah itu dikeringkan untuk pengawetan untuk dijadikan tepung sebagai bahan dasar membuat kue (Handayani, 2018).
- e. Mangrove ditanaman di polybag untuk meningkatkan tingkat hidup bibit mangrove karena dapat langsung ditanam tanpa membongkar media tanamnya.
- f. Mangrove bisa hidup di air asin karena mangrove memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan kondisi ekstrim, seperti tanah yang tergenang, kadar garam tinggi, serta kondisi tanah yang kurang stabil. Beberapa jenis mangrove beradaptasi dengan cara mengembangkan mekanisme yang memungkinkan secara aktif mengeluarkan garam dari jaringan, dan ada pula yang mengembangkan sistem akar napas untuk membantu memperoleh oksigen bagi sistem perakarannya. Beberapa jenis mangrove berkembang dengan buah yang sudah berkecambah saat masih di pohon induknya (vivipar), seperti jenis *Kandelia*, *Bruguiera*, *Ceriops* dan *Rhizophora*. Mangrove sendiri merupakan jenis tanaman dikotil yang hidup di habitat air payau (campuran air asin dan air tawar) yang berlumpur. Oleh sebab itu, mangrove tumbuh di bibir pantai dan menjorok ke zona berair laut (Kerry *et al.*, 2017)
- g. Tidak adanya mangrove di kawasan pesisir, menyebabkan terjadinya abrasi. Secara ekologis, mangrove juga memiliki fungsi yang sangat besar terhadap perlindungan kawasan pesisir dari bahaya abrasi maupun dari hempasan gelombang
- h. Pelestarian alam hutan mangrove dapat dilakukan dengan cara menanam pohon mangrove di pesisir pantai. Berikut ini ulasan proses persemaian hingga pembibitan pohon mangrove. Pengumpulan buah mangrove yang akan dijadikan bibit tanaman mangrove, dilakukan sebelum melakukan persemaian
- i. Hutan mangrove atau yang kerap pula disebut dengan hutan bakau tumbuh di sepanjang pesisir pantai, muara sungai, bahkan ada yang tumbuh di rawa gambut.
- j. Fungsi ekologis mangrove dari aspek fisika adalah adanya hubungan dengan ekosistem lain seperti padang lamun dan terumbu karang. Mangrove dengan sistem perakarannya yang kuat dan kokoh dapat meredam gelombang, menahan lumpur, dan melindungi pantai dari erosi. Dari aspek biologi, ekosistem mangrove berperan menjaga kestabilan produktivitas dan ketersediaan hayati wilayah pesisir sebagai daerah asuhan dan pemijahan biota. Mangrove juga berperan sebagai penyerap bahan pencemar serta pemasok bahan organik bagi lingkungan perairan. Mangrove dapat menyerap karbon di atmosfer serta menyimpannya dalam bentuk biomassa dan juga sedimen, sehingga mangrove sangat berperan dalam mitigasi perubahan iklim global (Sidik *et al.*, 2019).

3.2 Kegiatan Praktikum Eksplorasi Hutan Mangrove Sebagai Sumber Belajar

Sosialisasi dilakukan untuk memperkenalkan kegiatan pengabdian tentang pemanfaatan nilai ekologi ekosistem mangrove sebagai sumber belajar IPA. Hal ini bertujuan untuk memperkenalkan pada peserta didik tentang ekosistem mangrove dan pemanfaatan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar IPA. Sehingga proses pembelajaran lebih menarik bagi peserta didik.

Setelah sosialisasi siswa dituntun melakukan obserbasi lingkungan mangrove dituntun oleh dosen dan mahasiswa menggunakan LKPD PjBL berbasis STEAM. Melalui proses atau langkah-langkah sains, siswa mampu membangun kesadaran lingkungan yang meliputi rasa ingin tahu, ketekunan, ketelitian, kejujuran, keterbukaan, di samping berbagai *scientific skill*. Menurut

Kemendikbud (2014) untuk memperoleh hasil belajar yang nyata dan otentik, peserta didik harus mencoba atau melakukan percobaan terutama untuk materi atau substansi yang sesuai, serta harus memiliki keterampilan proses untuk mengembangkan pengetahuan tentang alam sekitar, mampu menggunakan metode ilmiah dan bersikap ilmiah untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya dalam kehidupan sehari-hari.

Aktivitas yang dilakukan oleh peserta didik dalam kegiatan observasi yang dilakukan di hutan mangrove antara lain:

- a. Peserta didik melakukan identifikasi kerusakan hutan mangrove yang ada di sekitar pesisir pantai dekat dengan sekolah mereka
- b. Peserta didik melakukan identifikasi jenis-jenis mangrove yang ada disekitar pesisir pantai dekat sekolah mereka
- c. Melakukan pengukuran terhadap pertumbuhan tanaman mangrove pada akar, batang, dan daun.



Gambar 2. Peserta didik SMP Negeri 7 Poka melakukan observasi ke hutan mangrove

Peserta didik menemukan kondisi lingkungan hutan mangrove. Peserta didik pada SMP Negeri 7 Poka menemukan pepohonan di hutan mangrove pesisir Pantai Poka, Teluk Ambon, tampak mengering dan nyaris mati. Dugaan sementara oleh peserta didik dampak tercemar limbah pembangkit diesel PT PLN Persero Cabang Ambon. Di kawasan mangrove pesisir Poka, terlihat puluhan mangrove sudah mengering. Sebagian nyaris mati, tak terlihat daun pada ranting pohon itu. Air laut juga bercampur tanah lumpur, sekitar mangrove juga terlihat berminyak. Juga bau menyengat diduga minyak solar terlebih saat air laut mulai pasang. Banyak sampah ditemukan di hutan mangrove.

PjBL STEAM memberikan peserta didik harus belajar tidak hanya memahami dasar ilmiah dari teknologi baru, namun mereka juga harus belajar tentang dampak sosialnya. Siswa harus belajar untuk menjadi inovatif dan kreatif dalam hal teknologi baru, namun mereka juga harus dapat mempertanyakan nilai-nilai yang mendasarinya dan apa yang benar dan salah dalam penggunaan teknologi tersebut (Leasa, 2023). Pengeditan gen, tenaga kerja yang "dirobotisasi", senjata otomatis yang dicetak dengan 3D, tidak hanya merupakan kemajuan teknologi, tetapi juga menimbulkan pertanyaan penting tentang nilai-nilai kemanusiaan dan bagaimana mereka dapat menjaga kelestarian lingkungan ini (Leasa, 2023). STEAM melibatkan proses kreatif dan tidak ada yang menggunakan hanya satu metode untuk proses penemuan dan investigasi. Pembelajaran yang relevan dalam mempersiapkan peserta didik untuk menjadi inovator di dunia yang terus berkembang adalah hal yang sangat penting, tidak hanya untuk masa depan peserta didik saat ini tetapi untuk masa depan bangsa (Ovbiagbonhia, 2019).

Sosialisasi yang dilakukan pada peserta didik SD Negeri 1 Rumah tiga, menurut kepala sekolah, sosialisasi ini mempunyai kaitan yang erat kaitannya dengan Kurikulum merdeka. Karena kurikulum merdeka memberi kesempatan peserta didik untuk belajar tentang hal-hal yang dekat dengan kesehariannya, seperti lingkungan alam di sekitarnya melalui pembelajaran lintas disiplin ilmu, yang tidak terakomodasi oleh mata pelajaran nasional. hal ini adalah kesempatan emas untuk mengedukasi murid-murid sekolah terkait kondisi lingkungan dan alam di sekitar mereka, sekaligus cara untuk melestarikan atau memperbaikinya. Langkah tersebut ditempuh melalui Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) yang tersedia dalam Kurikulum Merdeka. Kegiatan pembelajaran yang tertuang dalam P5 akan membantu para murid untuk

mengamati dan memikirkan solusi terhadap permasalahan di lingkungan sekitarnya. Harapannya, pendidikan lingkungan dapat mendorong peserta didik di kemudian hari untuk turut aktif melestarikan lingkungan tempat tinggalnya, atau minimal tidak terlibat dalam aktivitas yang merusak lingkungan rumahnya.

Desa rumah tiga memiliki kawasan ekosistem mangrove yang memberi berbagai manfaat lingkungan terhadap masyarakat di sekitarnya. Akan tetapi, kawasan mangrove di pesisir pantai rumah tiga semakin terdegradasi setiap tahunnya akibat alih fungsi kawasan mangrove. Sampah yang cukup banyak di sekitar tanaman mangrove. Salah satu strategi yang dilakukan program ini adalah kegiatan penyadartahuan melalui kurikulum sekolah. Edukasi terkait ekosistem mangrove yang dapat digunakan guru-guru di pesisir pantai rumah tiga sebagai sumber belajar. Sehingga kegiatan sosialisasi ini dirasakan penting oleh sekolah SD Negeri 1 Rumah tiga Ambon.

3.3 Hasil Analisis Kesadaran Lingkungan Oleh Peserta Didik

Kesadaran dipahami sebagai keadaan seseorang yang memiliki pengetahuan yang mendalam dan dapat terlihat dari perilaku dan sikapnya. Kesadaran adalah hubungan antara individu dengan lingkungannya sejauh lingkungan itu eksis bagi individu. Kesadaran berarti hubungan diri yang mengamati, mengetahui dan berefleksi dan dunia sosial di sekelilingnya. Ia adalah pemahaman manusia atas pengalamannya. Kesadaran inilah yang menyebabkan manusia melakukan perubahan atau transformasi diri. Kesadaran lingkungan yang tertanam pada diri manusia berperan penting terhadap pembentukan sikap yang positif terhadap lingkungan hidup. Seseorang yang memiliki kesadaran lingkungan akan bersikap, dan bertindak ke arah pengolahan lingkungan yang baik (Mkumbachi *et al*, 2020).

Propinsi Maluku memiliki pulau-pulau kecil dengan wilayah pesisir pantai yang perlu dikelola dengan baik bertujuan 1) mewujudkan pemanfaatan, perlindungan, dan pelestarian sumber daya dan lingkungan pesisir secara terpadu dan berkelanjutan; 2) memperkuat peran serta masyarakat dan mendorong inisiatif masyarakat dalam peneglolaan sumber daya dan lingkungan pesisir dan pulau-pulau kecil (Ratumanan dkk., 2021). Upaya yang dilakukan kepada peserta didik kita adalah dengan mengedukasi mereka sebagai bentuk kesadaran lingkungan dan peduli lingkungan juga akan dilanjutkan dengan penanaman bibit mangrove pada wilayah pesisir pulau Ambon.

Pentingnya pemberian wawasan mengenai peran ekosistem mangrove bagi wilayah pesisir bagi peserta didik dan masyarakat karena lingkungan ini merupakan lingkungan tempat tinggal mereka dan dimana sebagian besar aktifitas dilakukan disini. Beberapa manfaat ekosistem mangrove bagi kawasan pesisir diantaranya yaitu: mencegah terjadinya intrusi air laut, mencegah terjadinya erosi dan abrasi pantai (Komalasari, 2018). Kemudian juga berperan sebagai pencegah dan penyaring alami, tempat hidup dan sumber makanan bagi beberapa jenis satwa, dan juga berperan dalam pembentukan pulau dan menstabilkan daerah pesisir (Asari *et al*, 2021).

Hasil pengabdian dilakukan analisis menggunakan teknik *non-probability* yang besarnya sampel tidak dapat ditentukan atau diketahui menurut besarnya peluang. Di dalam teknik *non-probability* sampling di dalamnya dilakukan dengan teknik *Convenience sampling*, yaitu kumpulan informasi yang diperoleh dari anggota populasi, siapa saja yang dapat memberikan informasi secara kebetulan atau tidak sengaja bertemu dengan peneliti dan dapat memberikan informasi secara tepat sebagai sumber data maka dapat dijadikan sebagai sampel (Sedgwick, 2013). Hasil analisis kesadaran lingkungan berdiferensiasi mangrove berbasis pada peserta didik dijelaskan sebagai berikut:

a. Kesadaran:

Kesadaran merupakan pengetahuan yang mengatur akal manusia, kenyataan yang sadar, bagian perilaku atau sikap yang digambarkan seperti gejala di alam dan harus dijelaskan berdasarkan sejarahnya (Pardo, 2021)

Pengetahuan Peserta Didik

Peserta didik telah mampu mendefinisikan dan menguraikan tentang kesadaran lingkungan sebagai bentuk kemampuan literasi lingkungan. mampu menjelaskan manfaat kesadaran lingkungan dan telah ditunjukkan melalui pemberian contoh aplikasi kesadaran lingkungan. Peserta didik telah mampu menjabarkan atau menjelaskan tentang kesadaran lingkungan yang dibuktikan melalui mampu untuk menyusun hal-hal baru mengenai kesadaran lingkungan melalui melakukan penilaian terhadap kesadaran lingkungan. Adawiah & Norizan, (2013) menjelaskan literasi lingkungan merupakan kemampuan individu dalam memahami dan menafsirkan kondisi lingkungan, dari hasil pemahaman dan penafsiran tersebut maka individu tersebut dapat memutuskan tindakan yang tepat dalam mempertahankan, memulihkan serta meningkatkan kondisi lingkungan. Memberikan kemampuan individu di dalam memahami kondisi lingkungan, literasi lingkungan juga memiliki dampak positif dari pendekatan lingkungan yaitu peserta didik dapat terpacu sikap rasa ingin tahu tentang sesuatu yang ada di lingkungan (Anita & Ika, 2022). Literasi lingkungan guna menanamkan karakter siswa didalam lingkungan. Karakter siswa dalam literasi lingkungan digunakan untuk mempersiapkan diri agar sadar akan lingkungan sehingga dapat mengatasi masalah yang ada disekitar kita (Burchet, 2015). Sikap sadar tersebut diartikan juga sebagai sikap peduli lingkungan, dimana tidak hanya memiliki pengetahuan terhadap lingkungan tetapi juga memiliki sikap tanggap dan mampu memberikan solusi atas isu-isu lingkungan (Abbas & Ripudaman, 2012).

Tindakan Peserta Didik

Peserta didik telah mampu menentukan tindakan yang akan diambil dalam kesadaran lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan tindakan peserta didik melalui pertanyaan berikut: *"Menurut saya lebih bagusnya pembibitan di dalam polibek terlebih dahulu supaya tanaman mangrove tersebut jika suda layak untuk di tanam di pesisir pantai maka langsung di tanam tapi jika di tanam begitu saja mungkin jika air naik dan terjadi ombak maka mangrove tersebut tidak tertancap dengan baik sehingga akan tercabut dan terapung terbawa oleh air laut"*.

Secara terpimpin peserta didik telah memberikan respon terhadap informan telah melakukan kesadaran lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan pertanyaan peserta didik sebagai berikut *"Apa yang harus kita lakukan agar menyelamatkan hutan mangrove"*

Peserta didik telah mampu menunjukkan mekanisme dalam peranannya mereka sebagai informan secara otomatis melakukan kesadaran lingkungan. Kecekatan dan kemampuan adaptasi dengan situasi dan kondisi yang sedang terjadi. Kecekatan ini ditunjukkan melalui beberapa pertanyaan *"Apa fungsi tanaman mangrove bagi hewan perairan?" "Kenapa mangrove bisa hidup di air asin?"*. Peserta didik telah mampu mengadopsi informasi dengan memodifikasi atau mengembangkan kesadaran lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan pertanyaan peserta didik sebagai berikut *"Apakah buah mangrove juga dapat di olah menjadi makanan dan jenis makanan seperti apa?"*

b. Perilaku Peserta Didik

Dalam pelaksanaan pembelajaran diferensiasi Pendidikan Lingkungan Hidup khususnya tumbuhan mangrove, diharapkan berfokus pada nilai dan konsep hubungan manusia dan lingkungan serta peran manusia dalam lingkungan. Berdasarkan hal ini diharapkan akan membentuk pribadi yang mampu menghargai lingkungan dan memahami bagaimana bersikap dengan lingkungannya. Tidak hanya itu, pengetahuan yang diperoleh melalui Program Pendidikan Lingkungan Hidup diharapkan mampu meningkatkan kesadaran akan pentingnya berperan dalam menjaga kualitas lingkungan. Sehingga melalui program pemerintah yakni Program Pendidikan Lingkungan Hidup menjadi sarana untuk meningkatkan kemampuan literasi dan kesadaran lingkungan (Gough & Gough, 2015).

Sosialisasi yang dilakukan pada peserta didik SD Negeri 1 Rumah tiga, menurut kepala sekolah, sosialisasi ini mempunyai kaitan yang erat dengan Kurikulum merdeka. Karena kurikulum

merdeka memberi kesempatan peserta didik untuk belajar tentang hal-hal yang dekat dengan kesehariannya, seperti lingkungan alam di sekitarnya melalui pembelajaran lintas disiplin ilmu, yang tidak terakomodasi oleh mata pelajaran nasional (Pusat Informasi Guru, 2022). hal ini adalah kesempatan emas untuk mengedukasi murid-murid sekolah terkait kondisi lingkungan dan alam di sekitar mereka, sekaligus cara untuk melestarikan atau memperbaikinya. Langkah tersebut ditempuh melalui Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) yang tersedia dalam Kurikulum Merdeka. Kegiatan pembelajaran yang tertuang dalam P5 akan membantu para murid untuk mengamati dan memikirkan solusi terhadap permasalahan di lingkungan sekitarnya (Samekto & Ani, 2023). Harapannya, pendidikan lingkungan memberdayakan mangrove dapat mendorong peserta didik dikemudian hari untuk turut aktif melestarikan lingkungan tempat tinggalnya, atau minimal tidak terlibat dalam aktivitas yang merusak lingkungan rumahnya.

3.4 Hasil Produk Peserta Didik Terkait Kesadaran Lingkungan Terhadap

Tanaman Mangrove

Pembelajaran diferensiasi menggunakan PjBL STEM pada kesadaran lingkungan peserta didik terhadap tanaman mangrove dirancang untuk mengembangkan berbagai keterampilan abad-21 yang dapat digunakan dalam semua bidang kehidupan sehari-hari, seperti penalaran, pemecahan masalah, pemikiran kritis, keterampilan kreatif dan investigasi, pembelajaran mandiri, literasi teknologi, kerjasama tim dan kolaborasi, dan berbagai keterampilan lainnya (Asmaul *et al.*, 2019). Pembelajaran STEAM disengaja untuk memadukan berbagai mata pelajaran ke dalam kurikulum terpadu seperti layaknya yang akan dialami seseorang di dunia nyata (Subiki *et al.*, 2023).

Guru akan melatih peserta didik dalam pembelajaran berdeferensiasi mangrove dengan PjBL STEAM untuk mengolah mangrove menjadi produk berguna bagi masyarakat luas. PjBL adalah model pembelajaran yang menjadikan siswa lebih otonom karena mereka membangun artefak yang bermakna melalui proses belajar (Diana *et al.*, 2020). Selain itu, otonomi tersebut meningkatkan minat peserta didik dan memotivasi mereka untuk bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri. Pada PjBL, peran guru diatur menjadi fasilitator yang berfungsi untuk membantu peserta didik mengembangkan proyek pemecahan masalah, mengejar penemuan secara aktif, mengembangkan solusi yang potensial, serta menerapkan solusi untuk memenuhi spesifikasi dan kriteria, sehingga terbentuk pengetahuan baru pada peserta didik (Almulla, 2020). PjBL dinilai cukup berpotensi untuk mempromosikan keterampilan berpikir tingkat tinggi, di antaranya adalah keterampilan pemecahan masalah, keterampilan berpikir kritis, dan kreatif (Rahardjanto *et al.*, 2019).

Diferensiasi materi mangrove berbasis PjBL STEAM dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat berkreasi dan berinovasi dalam pembelajaran serta menunjukkan sisi non-analitis dan sisi kreatif dari otak seseorang yang memungkinkan seseorang untuk memecahkan masalah secara kreatif (Aranda *et al.*, 2020) Berikut adalah dokumentasi produk peserta didik tentang mangrove.



Gambar 3. Produk peserta didik dalam pembelajaran diferensiasi mangrove berbasis PjBL STEAM

4. KESIMPULAN

Sosialisasi Pembelajaran berdiferensiasi merupakan usaha menyesuaikan proses pembelajaran dengan memberikan beragam cara melalui diferensiasi konten, proses, produk serta lingkungan belajar dan asesmen awal untuk memenuhi kebutuhan belajar individu setiap murid. Pembelajaran berdiferensiasi mengakomodir kebutuhan belajar peserta didik. Project based learning (PjBL) TEAM merupakan model pembelajaran yang diharapkan menjadi solusi menjadikan peserta didik sebagai subjek atau pusat pembelajaran, menitikberatkan proses belajar yang memiliki hasil akhir berupa produk. Propinsi Maluku memiliki pulau-pulau kecil dengan wilayah pesisir pantai yang perlu dikelola dengan baik bertujuan 1) mewujudkan pemanfaatan, perlindungan, dan pelestarian sumber daya dan lingkungan pesisir secara terpadu dan berkelanjutan; 2) memperkuat peran serta masyarakat dan mendorong inisiatif peserta didik dalam pengelolaan sumber daya dan lingkungan pesisir dan pulau-pulau kecil. Langkah tersebut ditempuh melalui Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) yang tersedia dalam Kurikulum Merdeka. Diferensiasi materi mangrove berbasis PjBL STEAM dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat berkreasi dan berinovasi dalam pembelajaran serta menunjukkan sisi non-analitis dan sisi kreatif dari otak seseorang yang memungkinkan seseorang untuk memecahkan masalah secara kreatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M.Y., & Ripudaman, S. (2012). A Survey of Environmental Awareness, Attitude, and Participation amongst University Students: A Case Study. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. Volume 3 Issue 5, May 2014 www.ijsr.net
- Adawiah, R. M.J & Norizan, E. (2013). *Ecological Literacy among Secondary School Students*. Conference: CoSMEd 2013 5th International Conference on Science and Mathematics Education 11- 4 November 2013 At: Penang, Malaysia
- Aldabbus, S. (2018). Project-Based Learning: Implementation & Challenges. *International Journal of Education, Learning and Development* Vol.6, No.3, pp.71-79, March 2018. Published by European Centre for Research Training and Development UK (www.eajournals.org)
- Almulla, A.A. (2020). The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning. *SAGE Open* July-September 2020: 1–15. DOI: 10.1177/2158244020938702 journals.sagepub.com/home/sgo
- Anita, E., & Ika, D. (2022). Inquiry-based environmental literacy to improve environmental character care of elementary school student. *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar* | Vol. 14 No.2 July 2022 | Hal 158-168. file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/40529-108181-1-PB.pdf
- Aranda., C.G., Agustin. M.G., Carmen, M., Sandra. M.C., Encarnación, R., Javier. P., & Jorge, R.C. (2020). Creativity and Innovation Skills in University STEM Education: The CHET Project Approach. 6th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'20) Universitat Politècnica de València, València, 2020 DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/HEAd20.2020.11127>
- Asari, N., Suratman, M.N., Nurul, A.M. A., & Nur, H. A. H. Mangroves: Ecology, Biodiversity and (2021). Management, https://doi.org/10.1007/978-981-16-2494-0_13
- Asmaul, H., Edy, C., & Fianti. (2019). The Effect of Project Based Learning Model Aided Scratch Media Toward Learning Outcomes and Creativity. *JISE* 8 (1) 2019 : 1 - 7 *Journal of Innovative Science Education*. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>
- Astuti, I & Achmad R, A. (2022). Implementation of Differentiated Learning Through Play Activities in Early Childhood. *Journal of Education and Learning Innovation* Vol. 2 No. 3 (2022). <http://doi.org/10.35877/454RI.eduline1264>
- Burchet, J.H. (2015). Environmental Literacy and its Implications for Effective Public Policy Formation. University of Tennessee, Knoxville Trace: Tennessee Research and Creative Exchange. <https://core.ac.uk/>
- Bytyqi, B. (2021). Project -Based Learning: A Teaching Approach Where Learning Comes Alive. *The Journal Of Teaching English For Specific and Academic Purposes* Vol. 9, No 4, Special Issue, 2021, pp. 775–777. <https://doi.org/10.22190/JTESAP2104775B>
- Bodo, T., Bombari .G. G., & K. J. Seomoni. (2021). Deforestation: Human Causes, Consequences and Possible Solutions. *Journal of Geographical Research* | Volume 04 | Issue 02 | April 2021. <https://ojs.bilpublishing.com/index.php/jgr>
- Chadia, A. A., M. & Javed K. (2019). The Impact of Active Learning on Students' Academic Performance. *Open Journal of Social Sciences*, 2019, 7, 204-211 <http://www.scirp.org/journal/jss>
- Carugati, L., Beatrice, G., Eugenio, R., Marco, L., Caterina, C., Silvestro G., & Roberto D. (2018). Impact of mangrove forests degradation on biodiversity and ecosystem functioning. *Scientific REportS* | (2018) 8:13298 | DOI:10.1038/s41598-018-31683-0
- Diana, N., Yohannes., & Sukma. (2020). The effectiveness of implementing project-based learning (PjBL) model in STEM education: A literature review. *SEA-STEM 2020 Journal of Physics: Conference Series* 1882 (2021) 012146 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1882/1/012146
- Fatimah, P. U., Yudo. P., & Abdi, S. (2016). Analisis Spasial Perubahan Luasan Mangrove Akibat Pengaruh Limpasan Sedimentasi Tersuspensi Dengan Metode Penginderaan Jauh (Studi

- Kasus : Segara Anakan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip* Januari 2016. <https://media.neliti.com>
- Fisser, P., & A. Thijs. (2015). Integration of 21st century skills into the curriculum of primary and secondary education1. Paper presented at the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Mar 5, 2015 in Las Vegas, NV, United States
- Gadir, S.E. M. A., & Nabila, S.H.AL-J. (2020). Impact of Training on Employees' Performance: A Case Study of Selected Private Sectors Companies in Oman. *International Journal of Managerial Studies and Research (IJMSR)* Volume 8, Issue 8, August 2020, PP 29-41. <https://doi.org/10.20431/2349-0349.0808004> www.arcjournals.or
- Gökçearsan, Ş., Solmaz, E., & Coşkun, B. K. (2019). Critical thinking and digital technologies. *Rapid Automation*, 1407–33, doi:10.4018/978-1-5225-8060-7.ch066.
- Gough, A., & Gough, N. (2015). Environmental education . In Kridel, Craig (Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Curriculum Studies*. New York: Sage Publications. [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/SageEncycl Environmental-Ed.pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/SageEncycl%20Environmental-Ed.pdf)
- Handayani, S. (2018). Identifikasi Jenis Tanaman Mangrove Sebagai Bahan Pangan Alternatif Di Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pangan*| Vol. 12 No. 2 Desember 2018.
- Hidayah1, H., Anisa. P.Arum., & Ari. A. (2021). Project-Based Learning (PjBL): Advantages, Disadvantages, and Solutions to Vocational Education (in Pandemic Era). Conference Paper ICLSSE 2021, September 09, Singaraja, Indonesia 2021 EAI DOI 10.4108/eai.9-9-2021.2313669
- Kamal, S. (2021). Implementasi pembelajaran berdiferensiasi dalam upaya meningkatkan aktivitas dan hasil belajar matematika siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 8 Barabai. *Jurnal Pem, belajarn dan Pendidikan* Volume 1 Nomor 1, September 2021
- Kamila, H.R., Sari, E.C., & I Gusti M.S. (2023) Effectiveness of Differentiated Learning Materials Oriented toward Nature of Science to Improve Scientific Literacy Skills. *JPPIPA* 9(4) (2023) *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. <http://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/index>
- Kemendikbud. 2014. *Panduan Teknis Pembelajaran dan Penilaian*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kerry, R. G., Gitishree.D., & Jayanta, K.P. (2017). Biodiversity and conservation of Mangrove ecosystem around the World. *JBC-APRF-1*(1): 9-10, 2017
- Komalasari, R. (2018). Pengelolaan Kawasan Hutan Mangrove Di Indonesia. *Jusuf Kalla Schools of Government*. <https://www.researchgate.net/publication/325314445>
- Leasa, M., Papilaya. M. P., John. R.B., Sefnath. N. (2023). Project-based Learning: Changing Students' Cientific Thinking to Be Creative from Waste Natural Materials. *JPPIPA* 9(1) (2023) *Journal of Research in Science Education* <http://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/index>
- Mkumbachi, R.L., I Komang .A., Budi. H. (2020). Environmental awareness and pro-environmental behavior: A case of university students in Malang city. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, dan Praktik dalam Bidang pendidikan dan Ilmu Geografi* Volume 25, Nomor 2, Jun 2020, Hal 161-169. <http://journal2.um.ac.id/index.php/jpg/> 69
- Ovbiagbonhia, A.R., Bas. K., Perry den B. (2019). Educating for innovation: students' perceptions of the learning environment and of their own innovation competence. *Learning Environments Research* (2019) 22:387–407 <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09280-3>
- Pardo, C.G. (2012). (2021). Environmental Awareness, Practices, and Attitudes of Selected UNP Students. *Environmental Awareness , Practices, and Attitudes of Selected UNP Students*, C. G. Pardo UNP Research Journal Volume XXI January-December 2012.
- Perales, F.J., & José L.A. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences, *Arts Education Policy Review*, DOI: 10.1080/10632913.2021.1974997 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997>
- Parsons, S.A., Leila. R. Nuland., & Allison. W. P. (2014). Student learning: Engagement & motivation. Article in *Phi Delta Kappan* • January 2014.. V95 N8 kappanmagazine.org

- Pusat Informasi Guru. (2022). Merdeka Mengajar. Kebijakan Pemerintah Terkait Kurikulum Merdeka. <https://pusatinformasi.guru.kemdikbud.go.id/>
- Rahardjanto, A., Husamah., & Ahmad, F. (2019). Hybrid-PjBL: Learning Outcomes, Creative Thinking Skills, and Learning Motivation of Preservice Teacher. *International Journal of Instruction*. April 2019 Vol.12, No.2. www.e-iji.net
- Rahmawati, Y., Ridwan.A., Hadinugrahaningsih. T., & Soeprijanto(2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *International Conference of Chemistry (ICCHEM) 2018 IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1156 (2019) 012033 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1156/1/012033
- Rasheed, F., & A.Wahid. (2018). The Theory Of Diffrentiated Instruction and Its Applicability: An E-Learning Perspective. *VSRD International Journal of Technical & Non-Technical Research*, Vol. IX Issue IV April 2018. VSRD International Journals: www.vsrdjournals.com, UGC Approved Serial No. 48578
- Ratumanan, T.G., Wennjo, H.I., Laurens, T.,Salakory, M., Kempa, R., Mataheru, W., Marantika, J.E.r., Papilaya, P.M., Smith, A., Tutuarima, F. (2021). Pendidikan Kepulauan. Depok. PT. Rajagrafindo Persada.
- Romañacha, S.S., Donald. L., DeAngelisb, Hock L., Yuhong L., Su Y.T., Raja.S.m,Raja. B., & Lu. Z. (2018). Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and Prognosis. *Ocean and Coastal Management*. journal homepage: www.elsevier.com/locate/ocecoaman
- Saifullah, A.S.M., Abu, H. M. K., Mohd, H. I., Amy, H. R & Khurshid, A. B. (2016). Phytoplankton in tropical mangrove estuaries: role and interdependency. *Forest Science and Technology* Vol. 12, No. 2, June 2016, 104-113
- Samekto, F.A., Ani, P. (2023). Perubahan Tatanan Sosial dan Transformasi Pemaknaan Pancasila. *Pancasila: Jurnal Keindonesiaan*, Vol. 03, No. 01, April2023, halaman1-10. <https://ejournalpancasila.bpip.go.id/index.php/PJK/article/view/132/58>
- Sedgwick, P. (2013). Convenience sampling. *Endgames*. *BMJ* 2013;347:f6304 doi: 10.1136/bmj.f6304(Published 25 October 2013)
- Sidik, F., Denny. W. K., Hanggar, P. K., & Suhardjono. (2020). Panduan Mangrove: Survei Ekologi dan Pemetaan (SERI 1). Penerbit:Balai Riset dan Observasi Laut, BRSDM-KKP. ISBN: 978-602-17238-8-3
- Subiki., Elika.,Thania, P., Firdha, K. A. A. (2023). The Effect of the Project-BasedLearning Model with the STEAM Approach on Learning Outcomes of High School Students the Subject of Material Elasticity. *JPPIPA 9(2) (2023)Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*Journal of Research in cience Education. <http://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/index>
- Suganda, E S.Latifah., Iwandani1., & Putri. M. S., Henita. R., Ilmi Z. I., Md. Mehadi. R. (2020). STEAM and Environment on students' creative-thinking skills: A meta-analysis study. *Young Scholar Symposium on Science Education and Environment (YSSSEE) 2020 Journal of Physics: Conference Series* 1796 (2021) 012101 IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1796/1/012101
- Swim, J. K., Susan. C., G. S. (2011). Howard. Human Behavioral Contributions to Climate Change Psychological and Contextual Drivers. *American Psychologist* © 2011 American Psychological Association 0003-066X/11/\$12.00 .Vol. 66, No. 4, 251–264 DOI: 10.1037/a0023472
- Valavanidis, A. (2019). Current Environmental Issues and Emerging Global Challenges in the 21st Century for Environmental Protection and Sustainable Development. *Scientific Reviews*. <https://www.researchgate.net/publication/337918765>
- Wahyuningsih, S., Nurjanah, N.E., Rasmani, U.E.E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A.R., & Syamsuddin, M.M. (2020). STEAM Learning in Early Childhood Education: A Literature Review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education (IJPTE)* (Vol. 4 Issue 1| April 2020)
- Weng, X., Morris S. Y., JONG., Thomas K.F. CHIU. (2020). Implementation Challenges of STEM Education: from Teachers' Perspective. *Proceedings of the 28th International Conference on Computers in Education*. Asia-Pacific Society for Computers in Education

- Yakman, G.G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. <https://www.researchgate.net/publication/327351326>. STE@M Educational Model.
- Yuli, M., MS., Zulelab, & Edwita. (2020). Differentiation Learning to Improve Students' Potential in Elementary School. *Pedagonal : Jurnal Ilmiah Pendidikan* Vol. 06, No. 01, April 2022, pp. 68~78. DOI: 0.55215/pedagonal.v5i2.4485.