

[SNP – 20]

Ikon “Gadis Antariksa” Inovasi Pembelajaran Ekosistem Mangrove dalam Mitigasi Perubahan Iklim Global

Indri Rosemaya Whisnuwardani¹, Nita Noriko^{1*}, Nunung Nurhasanah²

¹Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia

²Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia
Jl. Sisingamangaraja, RT.2/RW.1, Selong, Kec. Kby. Baru, Kota Jakarta Selatan

Penulis untuk Korespondensi/E-mail : nita_noriko@uai.ac.id

Abstract – Learning innovations about mangrove ecosystems are very important to attract the interest of the younger generation in mitigating global climate change. Innovation in learning about mangrove ecosystems is very important to attract the interest of the younger generation in mitigating global climate change. The Merdeka Curriculum applies character values through learning innovations in accordance with the needs and problems that exist in the environment through extracurricular activities of the Youth Scientific Group (KIR). Mangrove ecosystem learning innovation, using qualitative methods to design a Knowledge Capture (KC) model with a Soft System Methodology (SSM) approach. This research aims to find innovative strategies in learning about mangrove ecosystems. Research method with conceptual development through Customers, Actors, Transformation, Worldview, Owner, Environmental (CATWOE) analysis with several holons. The results of Knowledge Capture research using the SSM approach prove that Space Girl Icon is effective, efficient and sustainable in obtaining innovative strategies for learning about mangrove ecosystems through KIR extracurriculars.

Keywords – Mangrove Ecosystem, Icon Gadis Antariksa, Learning Innovation, Global Climate Change, Soft System Methodology.

Abstrak – Inovasi pembelajaran ekosistem mangrove sangat penting untuk menarik minat generasi muda dalam mitigasi perubahan iklim global. Kurikulum Merdeka mengimplementasikan nilai karakter melalui inovasi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan dan permasalahan yang ada di sekitar lingkungan melalui kegiatan ekstrakurikuler Kelompok Ilmiah Remaja (KIR). Inovasi pembelajaran ekosistem mangrove, menggunakan metode kualitatif untuk mendesain model Knowledge Capture (KC) dengan pendekatan Soft System Methodology (SSM). Tujuan penelitian untuk melakukan implementasi dan evaluasi strategi inovasi pembelajaran ekosistem mangrove. Metode penelitian dengan pengembangan konseptual melalui analisis Customers, Actors, Transformation, Worldview, Owner, Environmental (CATWOE) dengan beberapa holons. Hasil penelitian, Knowledge Capture dengan pendekatan SSM terbukti bahwa penerapan beberapa kegiatan yang diusulkan oleh gerakan Icon Gadis Antariksa efektif, efisien dan berkelanjutan dalam mendapatkan strategi inovasi pembelajaran ekosistem mangrove melalui ekstrakurikuler KIR.

Kata Kunci – Ekosistem Mangrove, Icon Gadis Antariksa, Inovasi Pembelajaran, Perubahan Iklim Global, Soft System Methodology.

PENDAHULUAN

Kondisi darurat Indonesia akibat perubahan iklim global diperlukan perhatian serius dan tindakan mitigasi cepat untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan hidup dan sumber daya alam. Perubahan iklim global adalah perubahan unsur iklim, seperti suhu, tekanan, kelembaban, hujan dan angin. Tahun 2023 menjadi suhu terpanas sepanjang sejarah di Indonesia dan mencapai kenaikan 1,5 °C atau ambang batas dari target perjanjian Paris. Krisis iklim akibat dari pemanasan global memberikan dampak terhadap kehidupan manusia, seperti cuaca ekstrim, ancaman ketahanan pangan dan bencana alam [1]. Perubahan iklim global memberikan dampak signifikan terhadap kehidupan manusia, seperti bencana alam, erosi, banjir, pergeseran lahan basah dan perubahan kualitas air [2]. Indonesia adalah negara yang memiliki luas hutan mangrove terluas di dunia, berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2021 dengan total luas mangrove diperkirakan mencapai 3.364.076 hektar [3]. Ekosistem mangrove sangat berjasa dalam penyerapan karbon melalui fotosintesis untuk mengurangi karbondioksida di atmosfer. Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis yang dapat menyediakan jasa lingkungan dan sebagai tempat pengkajian sumber belajar langsung terhadap peserta didik, ekosistem mangrove dapat sebagai keberlanjutan pembelajaran dalam materi kurikulum pada mata pelajaran IPA [4]. Degradasi hutan mangrove menjadi masalah kompleks hingga kini, yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti penebangan ilegal dan perubahan pengguna lahan, yang menyebabkan penurunan luas dan kelestarian hutan mangrove di berbagai wilayah. Dampak degradasi hutan mangrove sangat dirasakan oleh lingkungan, seperti hilangnya habitat spesies yang tergantung pada ekosistem mangrove seperti, penurunan produktivitas perikanan dan peningkatan risiko bencana alam [5-7].

Ekosistem mangrove juga berperan sebagai filter alami untuk menjaga ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS) dari pencemaran air dan limbah industri yang akan berdampak pada ekosistem pesisir. Salah satu faktor kerusakan ekosistem mangrove dikarenakan minimnya pengetahuan dan kepatuhan masyarakat, serta kurangnya ketegasan dari aparat penegak hukum kepada masyarakat yang melakukan kerusakan lingkungan [8]. Pembuangan sampah menyebabkan kerusakan pada akar pasak yang tumbuh di laut, yang mengakibatkan penurunan luas permukaan respirasi dan

kemampuan tanaman mengambil unsur hara dari lingkungan sekitarnya, sehingga berdampak pada penurunan dan pertumbuhan pohon mangrove [9].

Pengelolaan dan konservasi ekosistem mangrove dalam pelestarian lingkungan sebagai strategi utama dalam upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, akibat pemanasan global. Dinas Pendidikan Kabupaten Pinrang, Sulawesi Barat menerapkan muatan lokal pendidikan lingkungan hidup bertema mangrove yang disosialisasikan di seluruh sekolah dasar yang berada di wilayah pesisir pantai. Buku Pengabdian Mangrove tahun 2022 sebagai alat bantu pembelajaran mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah-sekolah tersebut [10].

Ektrakurikuler Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) dapat meningkatkan kreativitas dan mengembangkan penelitian dan inovasi peserta didik. Pembinaan kreativitas peserta didik melalui kegiatan ekstrakurikuler KIR dapat meningkatkan perubahan dan peningkatan kreativitas [11]. Ektrakurikuler KIR adalah kegiatan positif yang dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan potensi yang dimiliki peserta didik. Pembentukan karakter peserta didik diperlukan adanya kerjasama mulai dari Kepala Sekolah, Guru dan Orangtua, untuk menciptakan mutu pendidikan yang bermutu [12]. KIR dapat membantu generasi muda dalam menghadapi dampak negatif globalisasi dan membangun kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan. Dengan demikian peserta didik dapat menumbuhkan rasa bangga dan cinta tanah air atas sumber daya alam yang dimiliki bangsa Indonesia, sehingga peserta didik akan melestarikan lingkungan sejak dini dan memberikan solusi berkelanjutan [13].

Analisis penelitian *Soft System Methodology* (SSM), digunakan untuk membantu memahami kompleksitas pembelajaran terhadap ekosistem mangrove dan memberikan gambaran menyeluruh mengenai permasalahan pembelajaran ekosistem mangrove. Model konseptual dalam penelitian ini terbagi dalam tiga kategori yang digunakan dalam kegiatan edukasi ekosistem mangrove, yaitu normatif, operasional, dan strategis terkait inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global. Klasifikasi ini sejalan dengan gagasan *Probst* tentang tujuan pengetahuan, yang memungkinkan adanya hubungan yang setara antara sumber pengetahuan dan hasil pengetahuan. Perspektif yang diharapkan disebut holon dalam

SSM, yang dihasilkan oleh aktivitas inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR dalam kaitannya dengan kebutuhan pengetahuan. Model konseptual meliputi beberapa faktor yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan, kemudian dituangkan melalui *Root Definition* (RD) [14]. Setelah model konseptual terbentuk, model implementasi disusun untuk mencapai *knowledge goal* yang di inginkan, dan kemudian dibandingkan dengan inovasi pembelajaran ekosistem mangrove sebelumnya.

Tujuan pada penelitian ini yaitu melakukan implementasi dan evaluasi penerapan strategi inovasi pembelajaran ekosistem mangrove yang diusulkan oleh gerakan Ikon Gadis Antariksa melalui model *Knowledge Capture* (KC) yang terstruktur dalam inovasi pembelajaran ekosistem mangrove melalui ekstrakurikuler KIR, dan dapat membantu *stakeholder* dalam pengambilan keputusan edukasi nyata yang berkelanjutan.

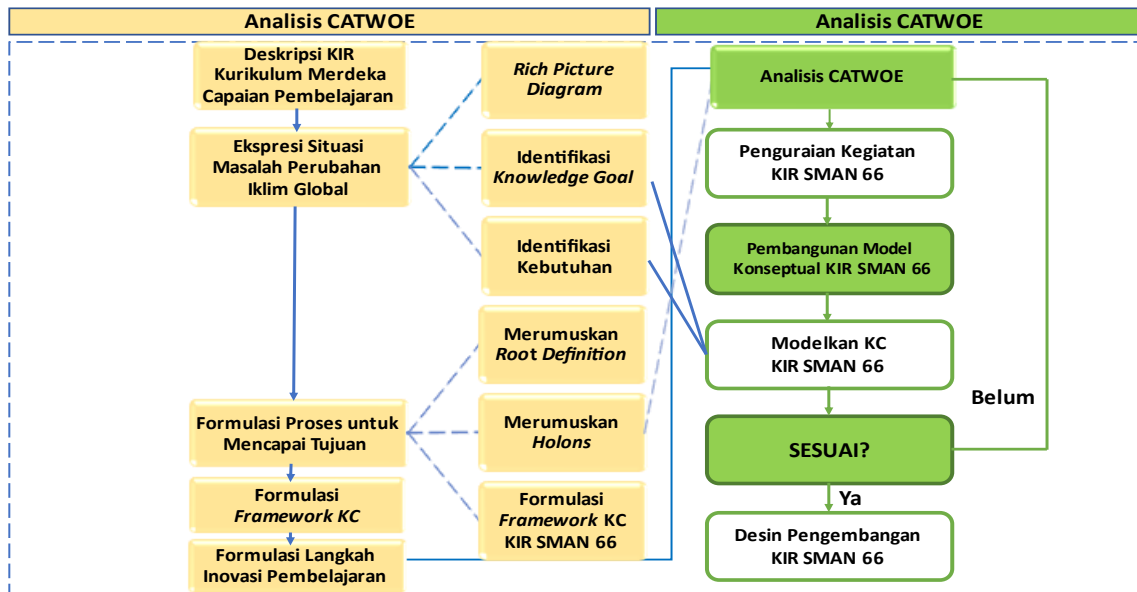
METODE

Penelitian ini menggunakan SSM dengan pemetaan dan pengembangan model yang komprehensif untuk menangkap pengetahuan, dengan analisis *Customers, Actors, Transformation, Worldview, Owner, Environmental* (CATWOE), untuk membantu mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah yang ada, serta merumuskan solusi yang tepat. Proses ini melibatkan pengumpulan data melalui wawancara dan observasi, serta penyusunan *rich picture* untuk menggambarkan situasi terkini. Desain penelitian dengan metode yang diterapkan untuk mengembangkan model KC dalam konteks inovasi pembelajaran dengan metode kualitatif melalui pendekatan SSM, yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik inovasi pembelajaran ekosistem mangrove melalui ekstrakurikuler KIR. Diskusi dan interaksi melalui Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Biologi, Jakarta Selatan 1 (JS1) terkait Sumber Daya Alam dapat mengembangkan strategi kolaborasi edukasi ekosistem mangrove yang berkelanjutan. KC sebagai salah satu komponen dari *Knowledge Management* (KM), digunakan untuk

mendokumentasikan dan menangkap pengetahuan. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah penelitian dalam sebuah kerangka penyelesaian masalah. Perancangan model KC mengacu pada pendekatan SSM dengan mengkaji masalah yang tidak terstruktur dalam inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global.

Tahapan penyelesaian masalah dibagi menjadi beberapa tahap, pertama mengekspresikan situasi masalah: Proses utama diadopsi dari langkah-langkah dalam pendekatan SSM, dengan analisis studi kasus yang mencakup deskripsi ekstrakurikuler KIR, kurikulum merdeka, capaian pembelajaran, mengekspresikan kondisi dalam bentuk *rich picture*, dan mengidentifikasi tujuan serta kebutuhan. Selanjutnya, membangun definisi permasalahan yang berkaitan dengan situasi masalah, seperti formulasi proses untuk mencapai tujuan dilakukan melalui pengembangan *Root Definitions* (RD), *holons* (Perspektif), dan kerangka kerja (*framework*) untuk KC. Tahapan ini bertujuan untuk menyusun struktur dan langkah-langkah yang diperlukan dalam implementasi model KC. Terakhir, membangun model konseptual dengan formulasi pemodelan KC, yang melibatkan pembuatan model yang dapat digunakan untuk menangkap dan mendokumentasi *Icon Gadis Antariksa* inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global melalui ekstrakurikuler KIR SMAN 66, Jakarta Selatan.

Ekstrakurikuler KIR SMAN 66 memiliki sinergi yang baik terhadap kolaborasi, perencanaan dan pelaksanaan antara Kepala Sekolah, Guru, Pembina KIR, Pelatih KIR, Wali Murid, Pelatih KIR dan peserta didik, dalam mewujudkan edukasi nyata ke mangrove yang bisa menjadi contoh oleh SMA Negeri lainnya. Model ini diharapkan dapat menjadi alat yang efektif dan efisien untuk menerapkan kualitas inovasi pembelajaran ekosistem mangrove melalui ekstrakurikuler KIR, dan dapat dikembangkan oleh *stakeholder* untuk keberlanjutan. Kerangka penyelesaian masalah, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penyelesaian Masalah

Deskripsi singkat KIR, yaitu sebuah komunitas atau kelompok terdiri dari remaja yang memiliki minat dalam bidang ilmiah atau penelitian. Tujuan utama KIR adalah mengembangkan minat remaja terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi, serta memberikan platform untuk belajar dan melakukan eksperimen di bawah bimbingan guru atau pelatih. KIR dapat membantu generasi muda dalam menghadapi dampak negatif globalisasi dan membangun kesadaran akan pentingnya menjaga kedaulatan dan kepentingan bangsa. Kurikulum adalah faktor utama keberhasilan sistem pendidikan pada suatu bangsa. Kurikulum pendidikan di Indonesia banyak mengalami perubahan, diantaranya pada tahun 1947, 1964, 1968, 1973, 1975, 1984, 1994, 1997, 2004, 2006, 2013, dan 2019. Perubahan kurikulum dikarenakan belum optimalnya pengetahuan dan keterampilan dalam menyiapkan generasi berkarakter yang selaras dengan jati diri bangsa dan mengikuti perkembangan zaman [15].

Kurikulum Merdeka memiliki tujuan untuk mengembangkan karakter peserta didik melalui konsep Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) yang terdiri dari enam dimensi kompetensi yaitu, Beriman, Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berahlak mulia, berkebhinekaan global, gotong royong, kreatif, bernalar kritis dan mandiri. Strategi untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik terhadap ekosistem mangrove, salah satunya yaitu dengan cara mengintegrasikan dengan materi IPA dan mengajak peserta didik mengeksplorasi kawasan ekosistem mangrove untuk pemahaman lebih mendalam [16]. Pelaksanaan P5 bersifat

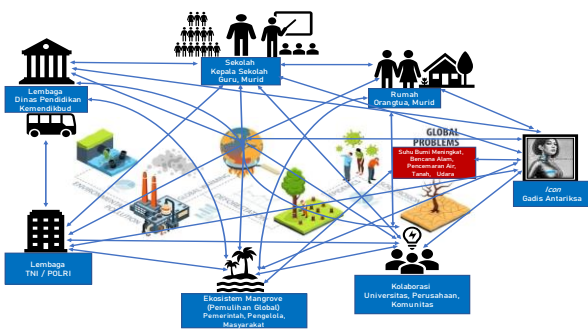
kolaboratif yang mampu memberikan dampak yang edukatif terhadap peserta didik [17]. Ekosistem mangrove dapat dijadikan sebagai inovasi pembelajaran dengan mengintegrasikan mata pelajaran Biologi dan kearifan lokal pada Kurikulum Merdeka. Kearifan lokal dalam pembelajaran dapat menjadi filter terhadap aspek global yang masuk ke dalam kehidupan bermasyarakat [18]. Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka berdasarkan fase perkembangan peserta didik dengan pendekatan interaksi aktif dengan lingkungan dengan berbagai aktivitas yang dirancang oleh Guru dalam pengembangan pembelajaran [19].

Tahap pertama, penelitian dilaksanakan di SMAN 66, Jakarta Selatan, dimulai dengan wawancara Kepala Sekolah, Guru Biologi, Pembina KIR dan Ketua MGMP Jakarta Selatan 1. Setelah wawancara penulis mengikuti kelas XII A, pada mata pelajaran Biologi, di laboratorium SMAN 66, dilanjutkan dengan diskusi oleh 36 peserta didik kelas XII A. Hasil wawancara dan diskusi meliputi sikap individu, wawasan dalam konteks ekosistem mangrove dan harapan pembelajaran. Lokasi penelitian, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Sumber Google Map

Tahap kedua adalah menyampaikan situasi dalam bentuk *rich picture*, yang menggambarkan seluruh aktor dalam situasi saat ini. Proses ini mencakup penjelasan tentang apa yang sudah diketahui oleh setiap aktor serta apa yang masih perlu diketahui. Garis yang menyatakan elemen yang saling berhubungan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rich Picture Diagram.

Dampak perubahan iklim global sangat dirasakan bagi kehidupan manusia, melestarikan ekosistem mangrove menjadi sangat penting dalam mitigasi perubahan iklim global dan diperlukan kolaborasi aktor internal, seperti Kelapa Sekolah, Guru, peserta didik dan orangtua, serta aktor eksternal, seperti Lembaga Pendidikan dan masyarakat. Kaitan antara Kepala Sekolah, Guru, peserta didik, Orangtua, Lembaga Pendidikan, dan masyarakat, hingga saat ini belum terpenuhi dalam inovasi pembelajaran terstruktur terhadap edukasi nyata ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim melalui ekstrakurikuler KIR, yang kemudian akan dipetakan dalam gambaran *rich picture*. Gambaran secara keseluruhan tidak terlihat adanya inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global yang terstruktur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis penelitian SSM bertujuan untuk memberikan kerangka yang jelas dalam pengembangan model konseptual. Model konseptual mencakup beberapa faktor yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan yang diinginkan RD. Setelah model konseptual terbentuk, model implementasi disusun untuk mencapai *knowledge goal* yang diinginkan, dan kemudian dibandingkan dengan inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global. Hasil analisis *Customers, Actors, Transformation, Worldview, Owner, Environmental* (CATWOE) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Holon 1, FGD

No	Holon 1 Focus Group Discussion (FGD)
1	Customers: 10 September 2024, Diskusi dan Interaksi Pengelolaan Sumber Daya Alam. MGMP Biologi Jakarta Selatan 1, di Kampus Universitas Al Azhar Indonesia (UAI).
2	Actors: Kemahasiswaan UAI, Dinas Pendidikan, Nara Sumber dari Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam (MPSDA), Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Al Azhar Indonesia (UAI), Ibu Nita Noriko, Bp. Yunus Efendi, Fiter Romilado dan Indri Rosemaya. Sebanyak 31 Guru dari Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Biologi, Jakarta Selatan 1.
3	Transformation: Menampilkan materi presentasi dengan <i>Icon Gadis Antarktika</i> , yang telah dilindungi hak cipta, dan video Konservasi MPSDA UAI di mangrove TWA Angke Kapuk.
4	Worldview: Kuisisioner diberikan kepada 31 Guru-guru MGMP Biologi, sebagai evaluasi dan tindak lanjut inovasi pembelajaran ekosistem mangrove terhadap peserta didik.
5	Owners: Universitas Al Azhar Indonesia (UAI)
6	Environment: Perubahan iklim global, sangat dirasakan oleh Guru-guru dan berpengaruh terhadap ekosistem mangrove, namun terkendala anggaran, kebijakan dan regulasi untuk membawa peserta didik edukasi nyata ke mangrove.

Tabel 2. Holon 2, Pengamatan Lingkungan

No	Holon 2 Pengamatan Lingkungan
1	<p>Customers: 20 September 2024, pukul 09.00 tiba di SMAN 66, Jakarta Selatan untuk mengikuti kelas XII A mata pelajaran Biologi sebagai tindak lanjut dari data kuesioner Guru-guru MGMP pada tanggal 10 September 2024, atas kendala edukasi nyata ekosistem mangrove terhadap peserta didik.</p>
2	<p>Actors: Bapak Deni Boy (Kepala Sekolah), Ibu Agus Dwi S (Guru Biologi, Pembina KIR & Ketua MGMP Jakarta Selatan Wilayah 1 (JS1). 36 peserta didik kelas XII A, SMAN 66 Jakarta Selatan.</p>
3	<p>Transformation: Pukul 09.00-09.30, penulis menghadap Kepala Sekolah untuk menjelaskan maksud tujuan kedatangan, sekaligus meminta izin untuk mengikuti pelajaran Biologi kelas XII A dilaboratorium SMAN 66, untuk mengamati perilaku peserta didik. Kepala Sekolah sangat mendukung adanya edukasi ekosistem mangrove di tengah perubahan iklim global dan bercerita mengenai pengalamannya pada saat mengajar di Kepulauan Mentawai, wilayah pesisir (Gambar 4).</p>
	
	<p>Gambar 4. Koordinasi di Ruang Kepala Sekolah</p>
	<p>Pukul 09.30-11.30, memasuki laboratorium SMAN 66 untuk mengikuti pelajaran Biologi. Sebelum memulai pembelajaran Ibu Agus meminta peserta didik untuk berdoa dan dilanjutkan oleh yel-yel oleh peserta didik sebagai semangat sebelum memulai pembelajaran.</p>
	<p>Selanjutnya Ibu Agus memperkenalkan peserta didik yang memiliki prestasi di bidang akademik dan ekstrakurikuler, diantaranya Tsania (Ketua Pramuka), Danov (Ketua Osis), Ahmad (Bendahara Osis), Fikri (Ketua Kelas), Faisal (Ketua Rohis), Intan (Ketua KIR), (Ketua Ekskul Voli), Agis (Atlet Panahan) dan peserta didik lainnya yang berprestasi. Sejak awal masuk kelas XII A, penulis merasakan sinergi kekompakan yang kuat antara guru dan peserta didik kelas XII A SMAN 66, Jakarta Selatan.</p>
4	<p>Worldview:</p>

No	Holon 2 Pengamatan Lingkungan
	<p>09.45 pelajaran dimulai dengan presentasi kelompok 3 sebanyak 6 orang tugas penelitian, dengan judul: Penggunaan Herbisida Terhadap Proses Fotosintesis. Pada Tanaman Melati Gambir. Presentasi berjalan dengan komunikasi dua arah antara guru dan peserta didik. Ibu Agus memberikan kebebasan kepada peserta didik dengan menggunakan bahasa sendiri, tanpa mengurangi kesantunan dalam bahasa, sehingga peserta didik terasa nyaman dalam mempresentasikan tugas mereka.</p>
	
	<p>Gambar 5. Kegiatan Presentasi oleh Siswa</p>
	<p>Kelompok 3 kemudian mengajak <i>audience</i> turun ke lantai 1 untuk melihat hasil tanaman setelah di lakukan penyemprotan herbisida.</p>
	
	<p>Gambar 6. Penyampaia Hasil Tanaman setelah disiram menggunakan Herbisida</p>
	<p>Presentasi kelompok 3 di akhiri dengan pantun yang mendapat respon <i>aplause</i> dan penuh canda tawa dari <i>audience</i>. Selanjutnya, Ibu Agus memberikan apresiasi dan penilaian kepada kelompok 3 atas presentasi penelitian tersebut.</p>
5	<p>Owners: SMAN 66, Jakarta Selatan.</p>
6	<p>Environment: Pada waktu 30 menit sebelum selesai istirahat, Ibu Agus memberikan waktu kepada berdiskusi dengan peserta didik terkait ekosistem mangrove. Dari jumlah 36, hanya 1 peserta didik yang sudah pernah mengunjungi mangrove. Peserta didik</p>

No	Holon 2 Pengamatan Lingkungan
	antusias jika edukasi nyata mengunjungi alam dibandingkan dengan mengunjungi museum.
	Setelah selesai berdiskusi penulis berkeliling sekolah di temani oleh Intan, Made, Allysha dan Artika untuk melihat <i>green house</i> yang digunakan pada kegiatan ekstrakurikuler KIR SMAN 66.
	Pukul 12.05 penulis bertemu dengan Ibu Agus, dan menentukan bersama waktu kegiatan Seminar ekstrakurikuler KIR SMAN 66 sebagai narasumber yang berkaitan dengan ekosistem mangrove.

Tabel 3. Holon 3, Management Pengetahuan

No	Holon 3 Manajemen Pengetahuan
1	Customers: 24 September 2024, bertepatan hari Tani Nasional. Ekstrakurikuler KIR SMAN 66 mengadakan Seminar Pakar dan Kajian Terapan Sains.
2	Actors: Bapak Deni Boy (Kepala Sekolah) Ibu Agus Dwi (Guru Biologi, Pembina KIR dan Ketua MGMP Jakarta Selatan 1), Bapak Wildan (Pelatih KIR), Penulis sebagai Nara Sumber dan 58 Anggota KIR (Peserta Didik kelas X, XI, XII).
3	Transformation: Materi Seminar memperkenalkan Icon Gadis Antariksa, pemutaran video konservasi mangrove MPSDA UAI, penjelasan ekosistem mangrove dan diselingi oleh games. Peserta Didik yang menjawab games dengan benar, mendapatkan tiket edukasi nyata ekosistem mangrove di TWA Angke Kapuk.
4	Worldview: Seminar dilaksanakan mulai pukul 15.30-17.30. Seminar di akhiri oleh pemberian Sertifikat dan Seragam KIR SMAN 66 kepada Penulis sebagai Nara Sumber, yang diserahkan oleh Bapak Deni Boy (Kepala Sekolah), dan pemberian Buku karya Ibu Agus Dwi.
5	Owners: Ekstrakurikuler KIR SMAN 66, Jakarta Selatan
6	Environment: Ekosistem mangrove sangat pengaruh dengan perubahan iklim global, akan tetapi

No	Holon 3 Manajemen Pengetahuan
	pemahaman kepada Peserta Didik sangat minim, dengan perbandingan 58 jumlah Peserta Didik yang hadir pada Seminar, hanya 7 Peserta Didik yang sudah pernah mengunjungi mangrove.

Tabel 4. Holon 4, Evaluasi dan Pengembangan

No	Holon 4 Evaluasi dan Pengembangan
1	Customers: 6 Oktober 2024. Pukul 07.00. Kumpul di SMAN 66, Jakarta Selatan.
2	Actors: Wakil Kepala Sekolah Bidang kemahasiswaan, Ibu Agus Dwi (Pembina KIR), Bapak Wildan (Pelatih KIR), 2 (dua) Orangtua murid, 12 Peserta Didik dan Penulis
3	Transformation: Penulis mengajak peserta didik berkeliling kawasan mangrove dan menjelaskan fungsi ekosistem mangrove terhadap mitigasi perubahan iklim global.
4	Worldview: KIR SMAN 66 membuat poster dengan tulisan Gadis Antariksa atas dasar inisiatif peserta didik. Setelah edukasi ekosistem mangrove, dilanjutkan tour mangrove by boat.
5	Owners: Icon Gadis Antariksa
6	Environmental: Ekosistem mangrove sangat pengaruh terhadap perubahan iklim global, namun pemahaman kepada peserta didik sangat minim terhadap ekosistem mangrove, khususnya dalam mitigasi perubahan iklim global. Kegiatan edukasi nyata selesai pukul 14.00 dan tiba Kembali ke SMAN 66 pukul 15.00.

Model Konseptual adalah inovasi pembelajaran edukasi nyata ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global, dengan melibatkan beberapa komponen utama. Pertama, menentukan sumber pengetahuan internal dan eksternal terhadap ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global, umpan balik peserta didik, dan wawasan nusantara yang berhubungan dengan ekosistem mangrove, dan dilanjutkan, kuesioner, analisis dokumen, dan wawancara untuk mengumpulkan data. Kedua, skenario inovasi

pembelajaran dipahami dan prosedur penangkapan pengetahuan yang efisien dibuat dengan menggunakan metodologi SSM untuk proses penangkapan pengetahuan. Pengetahuan yang diperoleh disimpan dalam sistem manajemen pengetahuan dan didokumentasikan secara terorganisir. Terakhir, rekomendasi dan perbaikan berkelanjutan dikembangkan atas keberhasilan *Icon Gadis Antarksa*

dalam mengidentifikasi, menganalisis dan mengembangkan inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global melalui ekstrakurikuler KIR, dengan strategi pendekatan sistematis dan kolaboratif dalam implementasi inovasi pembelajaran ekosistem mangrove, *Icon Gadis Antarksa* menjadi *top of mind* peserta didik, sehingga memberikan solusi inovatif dalam menghadapi tantangan perubahan iklim global melalui ekstrakurikuler KIR SMAN 66 dan berkelanjutan.

Model konseptual dalam penelitian ini terbagi dalam tiga kategori yang digunakan dalam kegiatan edukasi nyata ekosistem mangrove, yaitu normatif, operasional, dan strategis. Klasifikasi ini sejalan dengan gagasan *Probst* tentang tujuan pengetahuan, yang memungkinkan adanya hubungan yang setara antara sumber pengetahuan dan hasil pengetahuan. Perspektif yang diharapkan disebut holon dalam SSM, dihasilkan oleh aktivitas inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR SMAN 66, dalam kaitannya dengan kebutuhan pengetahuan. Kegiatan ekstrakurikuler KIR SMAN 66, menghasilkan pengetahuan yang masih belum terstruktur selain holon. Untuk menjembatani kesenjangan antara tindakan memasukkan pengetahuan ke dalam *repository knowledge*. Contoh dukungan ini mencakup kolaborasi Sekolah, Guru, peserta didik dan Orangtua. Pencapaian manajemen pengetahuan yang harus dicapai dalam tiga kategori, sesuai dengan tujuan pengetahuan: normatif, operasional, dan strategis. Tindakan inovasi pembelajaran ekosistem mangrove disesuaikan dengan gagasan pengetahuan dapat memanfaatkan dokumen pengetahuan. Peserta Didik melalui ekstrakurikuler KIR SMAN 66, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsep Ontologi Inovasi Pembelajaran Ekosistem Mangrove ekstrakurikuler KIR SMAN 66

No	Konsep	Penjelasan
1	Sumber Pengetahuan	Sumber informasi yang memberikan data dan pengetahuan terkait kegiatan inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR Contoh: edukasi nyata ekosistem mangrove sebelumnya, umpan balik peserta didik dan wawasan dari Sekolah.
2	Pengumpulan Data	Proses menangkap dan mendokumentasikan pengetahuan menggunakan metodologi SSM.
3	Knowledge Capture	Proses mengorganisasi dan menyimpan pengetahuan dalam format yang terstruktur.
4	Dokumentasi	Sistem manajemen pengetahuan untuk menyimpan dan mengakses kegiatan inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR yang telah didokumentasikan.
5	Penyimpanan	Proses penilaian efektivitas strategi inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR. Berdasarkan data yang terkumpul dan analisis kegiatan.
6	Evaluasi	Mengembangkan rekomendasi dan strategi edukasi nyata ekosistem mangrove berdasarkan hasil evaluasi untuk meningkatkan efektifitas inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR.
7	Design Pengembangan	Memastikan semua kegiatan inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR mematuhi regulasi dan standar pendidikan.
8	Compliance	Perencanaan dan pelaksanaan kegiatan inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR.
9	Campaign Execution	Pengembangan strategi inovasi pembelajaran ekstrakurikuler KIR berkelanjutan berdasarkan data pengetahuan yang terkumpul.
10	Strategic Planning	Proses pengelolaan pengetahuan untuk memastikan informasi yang relevan tersedia untuk pengambilan keputusan strategis bagi para <i>stakeholder</i> .
11	Knowledge Management	Proses pengelolaan pengetahuan untuk memastikan informasi yang relevan tersedia untuk pengambilan keputusan strategis bagi para <i>stakeholder</i> .
12	Interactive Planning	Kolaborasi Kelas XII A dan ekstrakurikuler KIR SMAN 66 untuk kegiatan edukasi nyata ekosistem mangrove.

Aktivitas edukasi nyata meliputi campaign execution, yaitu perencanaan dan pelaksanaan kegiatan. Pengumpulan data dari kegiatan edukasi nyata dan umpan balik Kepala Sekolah, Guru, peserta didik dan Orangtua. Aktivitas strategis meliputi *strategic planning*, yang mengembangkan strategi design pengembangan edukasi nyata berdasarkan pengetahuan yang terkumpul, dan *knowledge management*, yang mengelola pengetahuan inovasi pembelajaran ekosistem mangrove untuk memastikan informasi yang relevan tersedia bagi pengambilan keputusan strategis. Inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global yang telah disusun dalam rangka membangun pengetahuan.

Aktivitas edukasi nyata ekosistem mangrove ekstrakurikuler KIR SMAN 66, adalah inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global, dibagi menjadi tiga kategori sesuai dengan konsep *knowledge goals*: normatif, operasional, strategis dan *interactive planning*. *Knowledge Goals* adalah sasaran pengetahuan pada tiga tingkat strategis, operasional, normatif, yang didukung dengan menggunakan dokumen pengetahuan yang dihasilkan dari kegiatan sebelumnya. Aktivitas normatif meliputi compliance, yang memastikan semua kegiatan inovasi pembelajaran ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global mematuhi regulasi dan standar industri, serta dokumentasi yang mendokumentasikan semua aktivitas kegiatan edukasi nyata ekosistem mangrove secara sistematis. Pada tingkat normatif, tujuan utamanya adalah memastikan bahwa peraturan dan standar kegiatan dipatuhi dan untuk mendata kegiatan inovasi pembelajaran secara terstruktur. Pada level operasional, tujuannya adalah mengoptimalkan pelaksanaan kegiatan, pengumpulan data, dan pengelolaan pengetahuan. Dokumen yang dihasilkan meliputi rencana pelaksanaan kegiatan edukasi nyata ekosistem mangrove, dan panduan kegiatan yang memberikan data terperinci. Pada level strategis, tujuan utamanya adalah mengembangkan strategi inovasi pembelajaran ekosistem mangrove secara berkelanjutan melalui ekstrakurikuler KIR, atas dasar kegiatan edukasi nyata ekosistem mangrove sebelumnya. Dokumen pengetahuan pada level strategis meliputi umpan balik peserta didik, dan inovasi pembelajaran ekosistem mangrove yang dapat meningkatkan pengetahuan peserta didik dalam mitigasi perubahan iklim global. *Interactive Planning* adalah metode pembelajaran interaktif dengan teknik mendorong partisipasi peserta didik secara aktif untuk terlibat

dalam pengembangan kolaborasi edukasi nyata ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim global. Sebagai penguatan dalam mendapatkan strategi inovasi pembelajaran ekosistem mangrove, maka penelitian selanjutnya akan dikembangkan kolaborasi edukasinya ta KIR SMAN 66 dan Kelas XIIA SMAN 66 dan dikembangkan dengan metode kuantitatif, melalui kuesioner dan selanjutnya setelah data terkumpul secara keseluruhan untuk memberikan gambaran strategis dan efisien kepada *stakeholder* untuk keberlanjutan inovasi pembelajaran di masa depan.

Kota Surabaya adalah kabupaten yang terletak di pesisir timur Provinsi Jawa Timur, berdasarkan kondisi lingkungan dan kondisi fisik, Surabaya mudah tergenang yang berada pada posisi 100 meter di atas permukaan laut. Inovasi pembelajaran telah dilakukan oleh SMA Maqwa kelas X, betapa pentingnya ekosistem pesisir dan di integrasikan pada mata pelajaran biologi, akan tetapi pembahasan masih secara umum, seperti pengenalan jenis tumbuhan dan tidak spesifik dijelaskan mengenai ekosistem mangrove [20]. SMP Negeri 2 Tanjung Bumi Bangkalan, Madura Jawa Timur, merupakan sentra batik tulis. Sejak tahun 2021 dalam melestarikan budaya membatik membentuk kelompok kegiatan ekstrakurikuler batik “Malathe”. Pemanfaatan tanaman mangrove sebagai pewarna alami untuk meningkatkan motivasi dan jiwa kewirausahaan peserta didik dalam melestarikan batik tanjung bumi Madura. Kendala dalam pelaksanaan kegiatan, seperti terbatasnya alat dan terbatasnya bahan membatik, terbatasnya oengajar ekstrakurikuler membatik, sehingga jumlah ekstrakurikuler menurun [21]. Hasil penelitian ini, dapat menjadi dasar untuk *stakeholder* dalam mengambil langkah tepat dalam menentukan pendidikan lingkungan yang terintegrasi dan berkelanjutan, khususnya edukasi nyata ekosistem mangrove, yang diterapkan kepada peserta didik SMA di Indonesia melalui ekstrakurikuler KIR, mengingat pentingnya pelestarian ekosistem mangrove di tengah *urgensi* perubahan iklim global yang terjadi saat ini.

KESIMPULAN

Model *Knowledge Capture (KC)* dapat mengidentifikasi dan memanfaatkan pengetahuan yang dimiliki oleh berbagai *stakeholder*. Model ini tidak hanya mendukung pengetahuan dalam bentuk dokumen, akan tetapi menjadi strategi pengambilan keputusan bagi para *stakeholder*

dalam mengembangkan potensi kolaborasi yang lebih mendalam untuk menjadi sistem manajemen inovasi pembelajaran ekosistem mangrove yang lebih terstruktur, terintegrasi dan berkelanjutan melalui ekstrakurikuler KIR. Dengan demikian secara keseluruhan teknik *Soft System Methodology* (SSM) berhasil digunakan dengan model *KC* terbukti efektif dengan strategi *Icon Gadis Antariksa* untuk mendapatkan inovasi pembelajaran yang berkualitas dalam edukasi nyata ekosistem mangrove.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Sekolah SMAN 66 Jakarta yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian yang melibatkan ekstrakurikuler KIR. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Universitas Al Azhar Indonesia yang telah memfasilitasi penelitian ini. Kepada peserta didik yang membanggakan Kelas XII A dan KIR SMAN 66 kami ucapkan terima kasih.

REFERENSI

- [1] Irma, M.F. & Gusmira E. Tingginya Kenaikan Suhu Akibat Peningkatan Gas Rumah Kaca di Indonesia. *JSSI: Jurnal Sains dan Sains Terapan* 2024;2(1):32- 26. <https://jurnal.fst.uinjambi.ac.id/index.php/Jssit/article/view/49/13>
- [2] Fitria A & Dwiyanto G. Ekosistem Mangrove dan Mitigasi Pemanasan Global. *EMS: Jurnal Ekologi, Masyarakat & Sains* 2021;2(1):2720-9717. <https://jurnal.fst.uinjambi.ac.id/index.php/Jssit/article/view/49/13>
- [3] Rahmadi MT, et.al. Threats to Mangrove Ecosystems and Their Impact on Coastal Biodiversity: A Study on Mangrove Management in Langsa City. *Indonesian Journal of Earth Sciences* 2023;3(2):1-14. <https://journal.moripublishing.com/index.php/ijnjoes>
- [4] Syukur A, Idrus AA, Mahrus, Raksun A. Pemanfaatan Lingkungan Mangrove Sebagai Sumber Belajar IPA Pada Guru Dan Siswa Tsanawiyah Telage Bagik Desa Ketapang Raya Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 2024;7(1):330-335. <https://doi.org/10.29303/jpmpm.v7i1.8235>
- [5] Mandar A, Yunus WM, Asfar A, Pengembangan Kapasitas Kelompok Mastali Madu Dalam Menjaga Ekosistem Mangrove di Kelurahan Purnama Kota Dumai. *Dinamika Lingkungan Indonesia* 2024;11(2):85-90. <https://dli.ejournal.unri.ac.id/index.php/DL>
- [6] Zega A, et.al. Strategi Inovatif Dalam Menghadapi Degradasi Ekosistem: Kajian Terbaru Tentang Peran Vital Hutan Mangrove Dalam Konservasi Lingkungan. *Jurnal Ilmu Peternakan, Ilmu Perikanan, Ilmu Kedokteran Hewan* 2024;2(2):71-83. <https://journal.asrihindo.or.id/index.php/Zoologi/article/view/65/120>
- [7] Simbolon TGL, et.al. Analisis Dampak dan Strategi Pengendalian Kerusakan Mangrove Pesisir Sumatera Utara. *Jurnal Relasi Publik* 2024;2(2):10-20. <https://doi.org/10.59581/jrp.widyakarya.v2i2.3029>
- [8] Harefa MS, et.al. Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Wilayah Pengembangan Konservasi Mangrove di Wilayah Pesisir Paluh Merbau. *Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut (MAPEL)* 2024 ;2(1) :35-43. <https://unars.ac.id/ojs/index.php/mapel/article/view/4515/3462>
- [9] Sairmorsa W, Edward. G. Tetelepta. Identifikasi Kerusakan Ekosistem Mangrove di Wilayah PLTD Poka Kota Ambon. *Geoforum. Jurnal Geografi dan Pendidikan Geografi* 2024;3(1):28-34. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/jgse>
- [10] Andy SB, et.al. Strategi Peningkatan Kesadaran dan Kepedulian terhadap Ekosistem Mangrove Pada Murid SDN 54 dan SDN 206 di Kelurahan Pallameang, Kecamatan Mattiro Sompe, Kabupaten Pinrang. *Jurnal Dinamika Pengabdian* 2022;8(1):4131. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jdp/article/view/22605>
- [11] Tiffani, Kustati M, Amelia R, Mardianto, Nurhasanah. Pembinaan Kreatifitas Siswa melalui Kegiatan Ekstra Kurikuler Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) di MAN 2 Kuantan Singigi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan* 2024;2(4):432-443. <https://jerkin.org/index.php/jerkin/article/view/306/196>
- [12] Hajunilato T & Sumaryanti. Strategi Penguatan Nasionalisme Peserta Didik Berbasis Budaya Sekolah di SMA Negeri 1 Belitang. *Jurnal Pendidikan* 2024;8(1):37-44.

- <http://journal.unismuh.ac.id/index.php/>
- [13] Yunita S, Ginting A C, Naila MA, Ardi M. Analisis Pemahaman Siswa Tentang Wawasan Nusantara (Geopolitik) dan Kaitannya dengan Cinta Tanah Air di Era Globalisasi. *Innovative: Journal of Social Science Research* 2024;4(2):757-764. <https://jinnovative.org/index.php/Innovative/article/view/9503/6500>
- [14] Heidi Vena Br Gintings, Rusfiani EZ, Fitriati R. Penggunaan Knowledge Capture Untuk Promosi SBU Marine Service Melalui Pendekatan Soft Sytem Methodology (SSM). *Coasting: Journal Economic, Business and Accounting* 2024;7(3):9578-9568. <https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/COSTING/article/view/10929/6665>
- [15] Farhana G, Cholimah N. Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila sebagai upaya Peningkatan Karakter Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi: Pendidikan Anak Usia Dini* 2024;8(1):137-148. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v8i1.5370>
- [16] Setiawan A, Suyanta, Widowati A. Utilization of Mangrove Ecotourism as a Science Learning Resource for Junior High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 2024;10(03):1205-1212. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.5531>
- [17] Suprijati H, Hariyadi A, Utaminingsih S. Peran Kepemimpinan Kepala Sekolah dalam Meningkatkan ProgramProjek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Social Sciences & Humanities* 2024;3(2):119-124. <https://amcapress.amca2012.org/index.php/ssh/issue/view/11>
- [18] Elvianasti M, Diliarosta S, Anggana P. Festiyed. Pemahaman Guru Biologi SMA di Sekolah Penggerak DKI Jakarta terhadap Pendekatan Etnosains pada Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan* 2022;7(2):153-163. <https://jurnaldikbud.kemdikbud.go.id/index.php/jpnk/article/view/2993/611>
- [19] Hamdi S, Triatna C, Nurdin. Kurikulum Merdeka dalam Perspektif Pedagogik. *Jurnal Pendidikan* 2022;7(1):10-17. <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/SAP/article/view/13015/4867>
- [20] Handono. The Development of Popular Scientific Book Mangrove Diversity Base on Contextual Learning Material of Biodiversity in Senior High School. *Journal of Natrual Science and Learning* 2024;3(1):1-14. <https://journalng.uwks.ac.id/jnsl/article/view/17/121>
- [21] Hadi WP, Rendy DB Putera A, Sofiatun, Nurmegawati L, Abidin Z, Putri MM. Optimalisasi Mangrove sebagai Pewarna Alami Batik Tulis Tanjung Bumi Madura untuk Melatihkan Kewirausahaan *Green Economy* Siswa. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat* 2025; 009-018. <https://journal.uim.ac.id/index.php/darmabakti/article/view/3023>