JURNAL JEUMPA
JURNAL PENDIDIKAN SAINS & BIOLOGI

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

Kajian Literatur: Potensi *Citizen Science Project* untuk Meningkatkan Kesadaran Lingkungan pada Materi Keanekaragaman Hayati

Literature Review: The Potential of Citizen Science Project to Increase Environmental Awareness on Biodiversity Materials

Ramadhani, Hertien Koosbandiah Surtikanti*, Riandi

Program Studi Pendidikan Biologi, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, Jawa Barat, 40154, Indonesia

corresponding author: hertien_surtikanti@yahoo.com

ABSTRAK

Keanekaragaman hayati saat ini hilang dengan kecepatan yang semakin meningkat. Langkah penting dalam konservasi keanekaragaman hayati adalah meningkatkan kesadaran masyarakat akan nilai dan pentingnya keanekaragaman hayati dan lingkungan. *Citizen Science* telah digunakan secara luas dalam ilmu lingkungan dan sangat populer dalam konteks terkait keanekaragaman hayati. Tujuan dari penelitian kajian literatur ini adalah untuk menjelaskan bagaimana potensi *Citizen Science Project* dalam meningkatkan kesadaran lingkungan melalui pembelajaran keanekaragaman hayati. Penelitian ini menggunakan metode *systematic scoping review* dan terdiri dari lima tahap yaitu pemilihan topik, pencarian literatur, seleksi literatur, penilaian literatur, serta analisis dan sintesis literatur. Hasil analisis artikel yang dilakukan dapat dikemukakan bahwa sumber belajar yang sering digunakan dalam penelitian CSP yaitu media digital berupa *platform citizen science*. Model pembelajaran yang dapat diterapkan adalah *Problem Based Learning* dan model *Inquiry*. Ketika proyek *citizen science* ini diimplementasikan secara terkoordinasi di sekolah, hal ini dapat meningkatkan pengalaman belajar siswa dan membangun fondasi pengetahuan yang berpotensi meningkatkan kesadaran lingkungan siswa.

Kata Kunci: *Citizen Science Project*; keanekaragaman hayati; kesadaran lingkungan.

ABSTRACT

Biodiversity is currently being lost at an increasing rate. An important step in biodiversity conservation is increase public awareness of the value and importance of biodiversity and the environment. Citizen Science has been used extensively in environmental science and is particularly popular in biodiversity-related contexts. The aim of this literature review research is to explain how the potential of Citizen Science Project in increasing environmental awareness through biodiversity learning. This research uses a systematic scoping review method and consists of five stages; topic selection, literature search, literature selection, literature assessment, and literature analysis and synthesis. The results of the article analysis conducted can be stated that learning resources that are often used in Citizen Science Project research are digital media with various citizen science platforms. The learning models that can be applied are Projcet Based Learning and Inquiry models. When this Citizen Science Project is implemented in a coordinated manner in schools, it can enhance students' learning experience and build a foundation of knowledge that has the potential to increase students' environmental awareness.

Keywords: Biodiversity; citizen science project; environmental awareness.

Manuskrip disubmisi pada 10-12-2023;
disetujui pada 17-03-2024.

PENDAHULUAN

Lingkungan atau alam adalah habitat bagi setiap makhluk hidup di muka bumi. Namun berbagai kerusakan lingkungan yang banyak terjadi terutama di Indonesia dapat menjadi

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

ancaman yang serius bagi makhluk hidup yang hidup di dalamnya. Satu dekade terakhir telah terjadi peningkatan kekhawatiran mengenai hilangnya keanekaragaman hayati, dengan berbagai bukti bahwa alam dan kontribusinya terhadap manusia mengalami penurunan secara global (Díaz et al., 2019). Adanya penurunan tajam ini menyebabkan pentingnya untuk melakukan pemantauan spesies dan pemahaman tentang perubahan komposisi spesies. Perubahan keanekaragaman hayati yang terjadi dikarenakan kebanyakan manusia semakin sedikit menghabiskan waktu di alam. Hal ini akan memicu hilangnya keanekaragaman hayati tanpa disadari atau dipedulikan oleh masyarakat (Schuttler et al., 2019).

Keanekaragaman hayati merupakan suatu kompleks ekologi yang mencakup segala bentuk kehidupan termasuk hewan, tumbuhan dan mikroorganisme, ekosistem dan berbagai proses ekologi yang terkait, termasuk keanekaragaman ekosistem, keanekaragaman spesies, dan keanekaragaman genetik (Wang et al., 2020). Edukasi dan sosialisasi kesadaran merupakan elemen yang penting. Untuk mengatasi krisis hilangnya keanekaragaman hayati memerlukan perubahan perilaku individu, organisasi dan pemerintah. Hal ini mengharuskan masyarakat tidak hanya mengakui konsep dan nilai keanekaragaman hayati, serta kontribusi spesifik keanekaragaman hayati terhadap kehidupan, namun juga beralih dari kemauan untuk mengambil tindakan demi konservasi dan pemanfaatan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan (Wang et al., 2020). Sehingga menanamkan kesadaran lingkungan dan pemahaman ke dalam kehidupan kita sehari-hari menjadi hal yang penting (Mukhammadjonovna, 2023). Kesadaran lingkungan merupakan salah satu komponen yang dinilai dalam *Programme for International Student Assessment* (PISA). Hasil penelitian yang dilakukan di enam SMA Negeri di provinsi Nusa Tenggara Barat 29,89 % siswa memiliki kesadaran lingkungan rendah, 64,13 % termasuk dalam kategori cukup dan hanya 5,98 % kesadaran lingkungan termasuk dalam kategori tinggi (Amran et al., 2019). Ini menunjukkan siswa sudah memilliki kesadaran akan pentingnya pengetahuan tentang kepedulian lingkungan meskipun tidak semua siswa mampu menerapkan pengetahuan yang dimilikinya.

Citizen science (CS) disebut-sebut sebagai cara untuk meningkatkan hubungan antara penelitian, pendidikan dan tindakan. Hal ini memungkinkan perolehan kumpulan data besar yang diperlukan untuk memahami tren lingkungan dan pemicunya, dapat meningkatkan komunikasi antar kelompok pemangku kepentingan dalam pengelolaan (Toomey & Domroese, 2013). *Citizen science* didefinisikan sebagai pendekatan yang melibatkan non-profesional untuk berpartisipasi dalam penelitian ilmiah dapat membina hubungan antara manusia dan alam di tempat mereka tinggal (Aristeidou et al., 2022; Lüsse et al., 2022; Faizah et al., 2021;

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

Schuttler et al., 2019). CS telah digunakan secara luas dalam ilmu lingkungan dan populer dalam konteks keanekaragaman hayati. CSP telah terbukti efektif diterapkan pada generasi muda khususnya dalam program sekolah (Haeften et al., 2020; Schuttler et al., 2019; Kelemen-Finan et al., 2018). CS dapat menjadi cara untuk melibatkan siswa dalam proyek ilmiah yang relevan secara lokal, baik di dalam maupun di luar lingkungan (Echeverria et al., 2021).

Proyek-proyek *Biodiversity Citizen Science* (BDCS) melibatkan warga negara dalam mengidentifikasi dan memantau keanekaragaman hayati serta mengumpulkan data keanekaragaman hayati. Proyek-proyek ini biasanya berbasis lapangan atau berbasis alam, yaitu berlangsung di lingkungan luar ruangan dan meliputi pengamatan atau interaksi dengan alam. Siswa yang terlibat dalam CSP tidak hanya fokus pada pengumpulan data, namun juga berpartisipasi dalam analisis dan interpretasi data (Fujiwara et al., 2019). Kegiatan-kegiatan yang dilakukan tersebut termasuk bagian dari tahapan model inkuiri, sehingga model inkuiri dapat mendukung terlaksananya pembelajaran dengan melibatkan *citizen science.* Inkuiri yang dilakukan siswa adalah inkuiri yang tujuannya melatihkan keterampilan bekerja ilmiah (Widodo, 2021). Pendidikan harus melibatkan siswa sebagai agen aktif dalam masyarakat, meningkatkan rasa hormat terhadap diri sendiri, orang lain dan lingkungan. Lebih jauh lagi, hal ini harus melibatkan mereka untuk berkontribusi terhadap pengembangan lingkungan melalui tindakan dan pengetahuan (Echeverria et al., 2021).

Melalui penelitian kajian literatur ini, peneliti melakukan kajian secara komprehensif terhadap artikel-artikel yang relevan untuk menggali informasi terkait bagaimana potensi *Citizen Science Project* dapat diimplementasikan guna meningkatkan kesadaran lingkungan melalui pembelajaran keanekaragaman hayati.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *systematic scoping review* berdasarkan pedoman yang disusun oleh Tricco et al., (2018) dan terdiri dari lima tahap yaitu pemilihan topik, pencarian literatur, seleksi literatur, penilaian literatur, serta analisis dan sintesis literatur. Topik yang dipilih dalam penelitian ini merupakan seluruh artikel yang membahas empat aspek yang berkaitan dengan *citizen science project* (CSP) yaitu langkah pembelajarannya, sumber belajar yang digunakan, potensi CSP dalam meningkatkan kesadaran lingkungan serta tantangan dalam menerapkan CSP dalam pembelajaran.

Sejumlah artikel ilmiah yang digunakan sebagai data dalam artikel ini dicari menggunakan berbagai database penerbit jurnal dengan berbantuan website pengindeksan

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

jurnal internasional yaitu Scimago Journal. Puluhan artikel ilmiah yang sudah didapat melalui pencarian berbagai penerbit jurnal di atas akan diseleksi pada tahap ketiga berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria pemilihan artikel

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Jenis artikel	Hasil Penelitian/r research	Review artikel/ proceeding/ non-research
Tahun	2018-2023 (5 tahun terakhir)	Artikel > 5 tahun terakhir atau di bawah 2018
Desain Penelitian	Seluruh desain penelitian	-
Indeks	Scopus	Non-International

Beberapa artikel ilmiah yang sudah lolos seleksi dan sesuai dengan kriteria inklusi selanjutnya dinilai ketepatan dan kualitasnya berdasarkan topik yang diambil. Penilaian literatur yang merupakan tahap ke empat dari metode *systematic scoping review* menghasilkan artikel hasil riset internasional yang selaras dengan topik dan tujuan dari penyusunan artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh hasil kajian empiris terkait artikel disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Penelitian *Citizen Science Project* (CSP)

Penulis	Negara	Aktivitas CSP	Peserta yang terlibat	Hasil Belajar	Platform CS
Saunders et al., (2018)	Australia	Mengumpulkan Data Keanekaragaman Serangga Penyerbuk di Perkotaan	Siswa kelas 2 – kelas 11 (Lima sekolah)	Literasi Sains dan Keterampilan Sains	*BioCollect*
Kelemen-Finan et al., (2018)	Austria	Mencatat keanekaragaman hayati melalui kelompok spesies sasaran (Keberadaan landak, perilaku mencari makan lebah, Keberadaan dan aktivitas burung dan kupu-kupu tertentu)	428 siswa (16 sekolah)	Minat, Efikasi diri, motivasi, Perilaku dan Sikap.	*Cornell Lab of Ornithology*
Schuttler et al., (2019)	Amerika, Mexico, India, kenya	Mengumpulkan data mamalia	Siswa (usia 9-14 tahun) dari 28 sekolah	Tidak membahas	*eMammal*
Dickinson & Crain,(2019)	Amerika	Mengumpulkan data burung	Masyarakat umum	Tidak membahas	*YardMap*

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

Penulis	Negara	Aktivitas CSP	Peserta yang terlibat	Hasil Belajar	Platform CS
Haeften et al., (2021)	Queensland	Mengidentifikasi serbuk sari, pelacakan spesies rumput, pengukuran kehijauan lahan.	Siswa SMP	Pengetahuan	*Epicollect 5*
Echeverria et al., (2021)	Spanyol	Membuat herbarium tradisional dan mencatat observasi tanaman untuk herbarium virtual umum	Siswa 12 - 16 tahun	Tidak membahas	*iNaturalist*
Idris et al., (2022)	Malaysia	Melakukan penanaman pohon dan pemantauan	Siswa	Motivasi	*GeoTrees UTM*

Pembahasan

Sumber Belajar yang Digunakan dalam Citizen Science Project

Hasil analisis artikel yang dilakukan dapat dikemukakan bahwa sumber belajar yang sering digunakan dalam penelitian CSP yaitu media digital. Media digital dalam hal ini berupa platform aplikasi yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi data serta melaporkan data. Platform yang dimaksud yang digunakan dalam beberapa penelitian diantaranya adalah *BioCollect, Cornell Lab of Ornithology, eMammal, Zooniverse, YardMap, Epicollect 5, iNaturalist, GeoTrees UTM.*

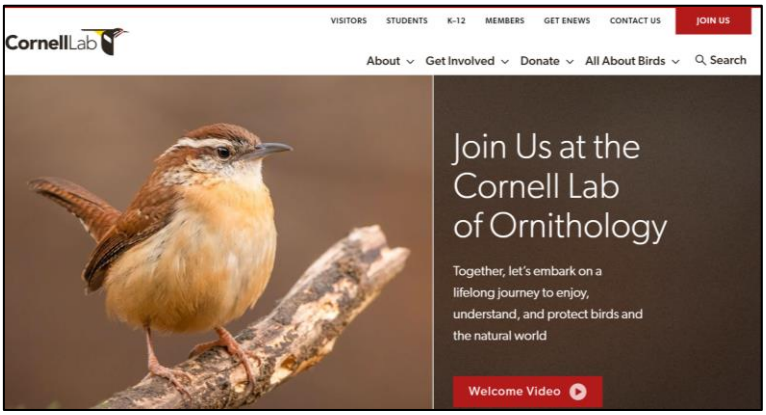
BioCollect dari *Atlas of Living Australia* (Gambar 1), suatu platform yang mudah digunakan dan dapat menjadi sarana bagi kelompok-kelompok sekolah untuk berpartisipasi dalam sebuah program dimana mereka dapat melihat kontribusi data dari sekolah lain dan mengunduh data untuk dianalisis dan dipetakan (Saunders et al., 2018).



Gambar 1. Tampilan halaman depan *BioCollect* (Sumber: www.ala.org.au/biocollect/)

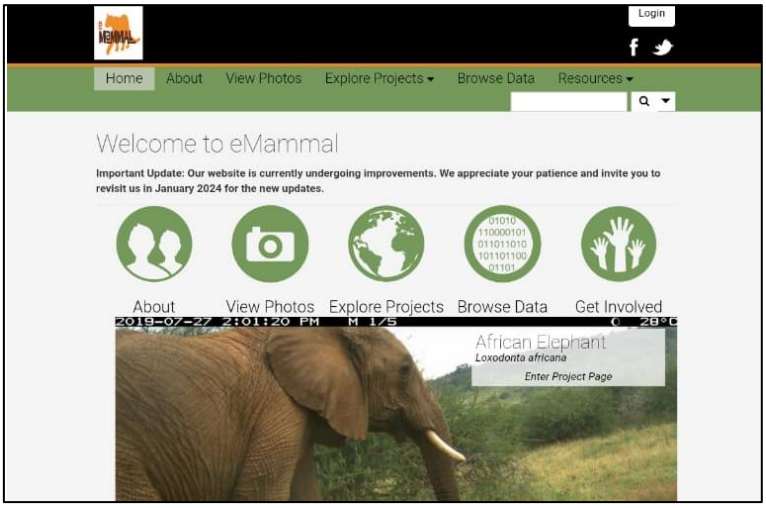
ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

Cornell Lab of Ornithology (Gambar 2), merupakan sebuah platform dari *Cornell University* yaang terkemuka dalam pengembangan CS. Dalam platform ini sudah dikembangkan panduan untuk mengevaluasi keluaran, hasil dan dampak dari proyek CS (Kelemen-Finan et al., 2018).



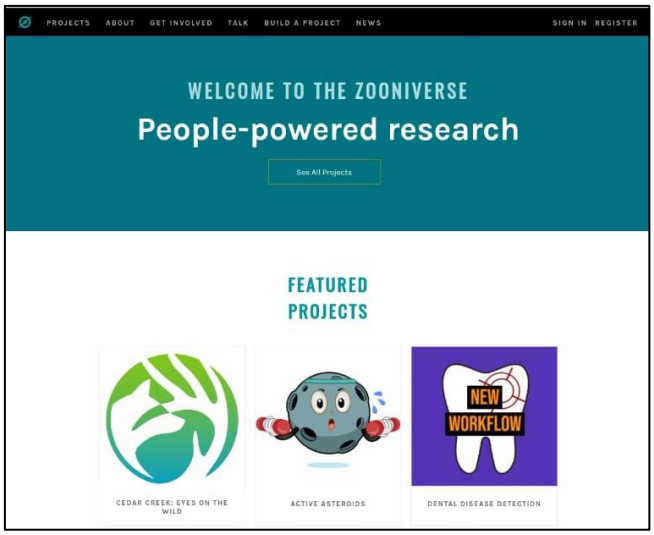
Gambar 2. Tampilan halaman depan *Cornell Lab of Ornithology* (Sumber: https://www.birds.cornell.edu/home/)

eMammal (Gambar 3) juga merupakan sebuah platform yang memungkinkan siswa untuk mempelajari keanekaragaman hayati mamalia yang hidup di komunitas mereka. Para guru dan siswa juga menggunakan perangkat lunak ini untuk mengunggah dan mengidentifikasi spesies dan mendapatkan umpan balik mengenai identifikasi mereka. *eMammal* telah berkolaborasi dengan *Zooniverse* (Gambar 4), sebuah platform *crowdsourcing* yang mengumpulkan sukarelawan dari seluruh dunia untuk melakukan klasifikasi online (Schuttler et al., 2019).



Gambar 3. Tampilan halaman depan *eMammal* (Sumber: https://emammal.si.edu/)

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134



Gambar 4. Tampilan halaman depan *zooniverse* (Sumber: https://www.zooniverse.org/)

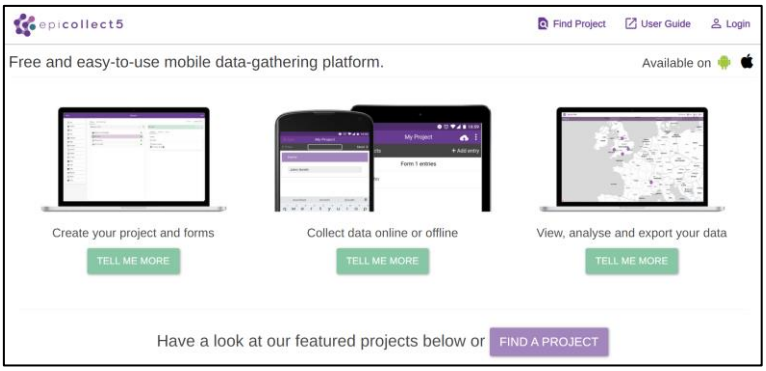
Sementara *YardMap* (sekarang berganti nama menjadi *Habitat Network* (Gambar 5) adalah proyek pemetaan jaringan sosial yang melibatkan peserta dalam mempelajari dan membuat peta visual berbagai praktik berkelanjutan yang dilakukan untuk membantu satwa liar dan mengurangi emisi karbon. Peserta dapat mempelajari banyak konsep Bird-ID, Tree-ID dan ekologi hanya dengan berpartisipasi dalam YardMap (Dickinson & Crain, 2019).



Gambar 5. Tampilan halaman depan *Habitat Network* (Sumber: https://www.habitatnetwork.org/)

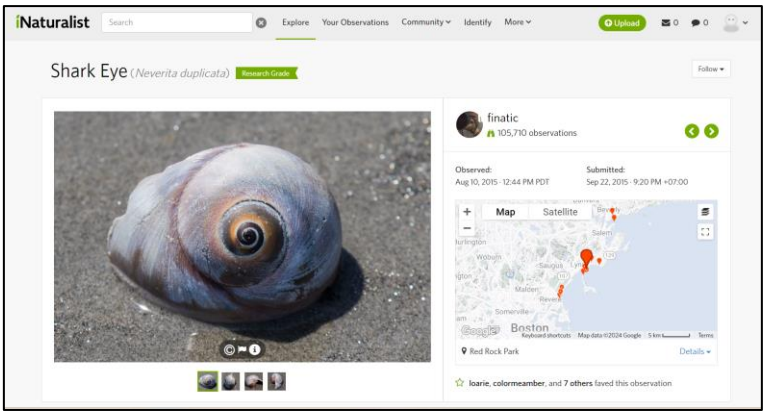
Platform lain yakni Stile memiliki fungsi yang mencakup pengunggahan video, pilihan ganda dan pertanyaan terbuka, peta pikiran, fungsi kanvas terbuka untuk memberi anotasi pada gambar dan komentar. Sedangkan *Epicollect 5* (Gambar 6) digunakan untuk mengkarakterisasi spesies rumput berbunga (Haeften et al., 2021).

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134



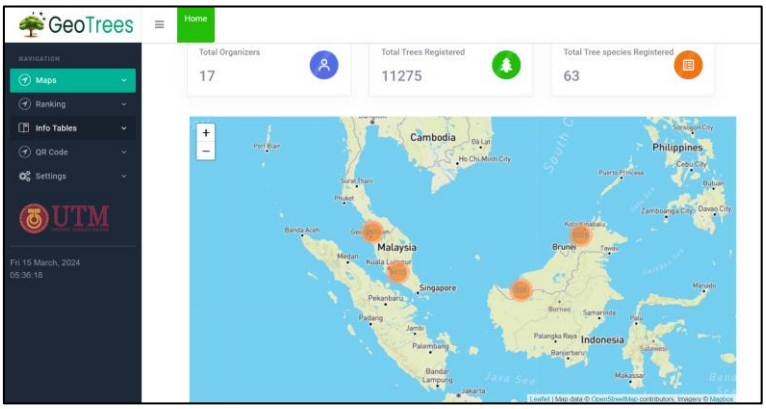
Gambar 6. Tampilan halaman depan *Epicollect 5* (Sumber: https://five.epicollect.net/)

iNaturalist (Gambar 7) memungkinkan pengunggahan pengamatan yang tidak teridentifikasi, sehingga pengguna, dengan tingkat keahlian berbeda dalam klasifikasi spesies, dapat mengusulkan identifikasi, yang mana pengguna, atau terkadang tim ahli, kemudian mengonfirmasi atau mengoreksi (Echeverria et al., 2021).



Gambar 7. Tampilan halaman depan *iNaturalist* (Sumber: https://www.inaturalist.org/)

Aplikasi *GeoTrees UTM* (Gambar 8) juga dapat menjadi platform untuk memantau secara virtual efektivitas kampanye penanaman dan perawatan pohon di kalangan anak sekolah (Idris et al., 2022).



Gambar 8. Tampilan halaman depan *Geo Trees UTM* (Sumber: https://geotrees.utmgeo.com/)

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

Oleh karena itu, diperlukan beberapa kompetensi kunci yang dihubungkan dengan CS meliputi keterampilan dan pemahaman sains dan teknologi, kemampuan digital dan rasa inisiatif (Saunders et al., 2018).

Langkah Pembelajaran berbasis Citizen Science Project

Citizen science project dapat berupa: 1) Kontraktual, dimana warga meminta ilmuwan profesional untuk melakukan penyelidikan ilmiah; 2) Kontribusi, yaitu data yang dikumpulkan oleh masyarakat namun penelitiannya dirancang oleh ilmuwan profesional; 3) Kolaboratif, yaitu masyarakat yang juga menyumbangkan beberapa elemen desain, analisis, atau diseminasi pada proyek; 4) Co-created, dimana masyarakat secara aktif terlibat dalam membantu ilmuwan profesional melalui semua tahapan proyek; atau 5) Kolegial, dimana proyek dikembangkan secara independen dan tidak melibatkan ilmuwan profesional (misalnya, jaringan pencatatan biologis dan 'DIY Science' (Berndt & Nitz, 2023; Bates et al., 2015). Secara umum pelaksanaan CSP cenderung rumit dan membutuhkan waktu yang sangat lama. Sebelum melakukan pengumpulan data diperlukan adanya studi penjajakan yang bertujuan untuk mengevaluasi alat, metode, dan materi pelatihan. Selain itu, penting bagi siswa untuk memiliki latar belakang pengetahuan tentang proyek, informasi keselamatan serta petunjuk tentang cara melakukan pengumpulan data, penggunaan platform entri data CS (Haeften et al., 2021).

Adapun langkah-langkahnya dalam pembelajaran meliputi; 1) merancang rencana pembelajaran (*lesson plan*); 2) melatih para guru mengenai protokol pengumpulan data melalui lokakarya tatap muka atau video instruksi online dan para guru didorong untuk melibatkan siswanya dalam penelitian; 3) memasang alat (misalnya kamera jebakan); 4) memilih lokasi, biasanya acak atau tidak bergantung pada pergerakan hewan dan tanpa umpan; 5) mengunggah hasil (misalnya hasil foto) dan mengidentifikasi spesies menggunakan platform digital atau perangkat lunak seperti *eMammal* dan lain-lain; 6) semua foto ditinjai oleh pihak terkait untuk memastikan identifikasi spesies benar dan di simpan dalam Repositori (Schuttler et al., 2019).

Dalam langkah pembelajarannya *citizen science* cenderung menggunakan model yaitu *project based learning* dengan kolaborasi global. Beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa *project based learning* ini sangat mendukung terlaksananya pembelajaran dengan melibatkan *citizen science* dalam proses pembelajaran. Dalam pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning)* siswa bekerja secara kolaboratif untuk memecahkan masalah terkait sains, memperoleh proses sains, dan pengetahuan konten. Masalah-masalah ini biasanya bersifat terbuka, namun terfokus melalui pertanyaan pendorong, dan siswa memanfaatkan artefak (data) dan alat (teknologi) untuk mengarahkan pembelajaran mereka (Fujiwara et al.,

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

2019). Model lain yang mendukung terlaksananya pembelajaran dengan *citizen science* yaitu model inkuiri. Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa model inkuiri sangat mendukung keterlibatan *citizen science* dalam proses pembelajaran (Stylinski et al., 2020). Model pembelajaran inkuiri adalah suatu pendekatan metode pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara analisis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan (Taofiq dkk, 2018). Oleh karena itu, model tersebut dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan oleh guru untuk digunakan.

Potensi Citizen Science Project dalam Meningkatkan kesadaran Lingkungan

Ada banyak penelitian CSP dan fokus serta kemudahan partisipasinya sangat beragam. Beberapa proyek menekankan pengumpulan data ilmiah, yang lain lebih memperhatikan aspek keterlibatan, seperti peningkatan kesadaran dan peningkatan literasi sains para peserta dan beberapa dirancang dengan penekanan yang sama pada kedua tujuan (Bates et al., 2015)**.** Saunders et al., (2018) menyarankan agar CSP ini dimasukkan ke dalam kurikulum sekolah untuk memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar tentang kondisi lingkungan yang sesuai bagi spesies yang diteliti. Sudah banyak penelitian di beberapa negara yang melibatkan siswa sekolah dalam CSP Keanekargaman Hayati yang dapat dilihat dalam Tabel 2. Implikasi CSP dalam pembelajaran juga cukup beragam misalnya CSP dalam meningkatkan kesadaran, mengubah sikap, dan bahkan mengubah perilaku (Kelemen-Finan et al., 2018). Keterlibatan masyarakat dalam CS berbasis alam juga terbukti meningkatkan kesadaran peserta mengenai keanekaragaman hayati di tempat mereka tinggal dan mengarah pada perubahan perilaku dan sikap yang pro lingkungan. Dengan meningkatnya pengetahuan dan kesadaran akan keanekaragaman hayati lokal, para peserta menyadari adanya perubahan dan pola alam sehingga memutus siklus ketidakpedulian (Schuttler et al., 2019).

Dari beberapa penelitian tersebut belum ditemukan CSP dalam keanekaragaman Hayati yang menghubungkan langsung potensinya dalam meningkatkan kesadaran lingkungan secara ekspilisit. Namun, terdapat penelitian proyek Earthwatch Coyote yang menyebutkan bahwa CSP telah terbukti meningkatkan kesadaran lingkungan. Dalam penelitian tersebut responden ditanya tentang aktivitas berbasis lingkungan dan alam yang telah mereka lakukan atau rencanakan untuk mereka lakukan dan lebih dari tiga perempat responden mengindikasikan terjadi peningkatan kesadaran lingkungan sendiri dan peningkatan kesadaran lingkungan orang lain (Toomey & Domroese, 2013).

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

Pengarusutamaan keanekaragaman hayati di seluruh masyarakat, misalnya melalui pendidikan, dapat bermanfaat bagi perubahan iklim terutama ketika hal tersebut merupakan strategi untuk meningkatkan kesadaran lingkungan. Misalnya, kajian terhadap kurikulum pendidikan di 46 negara menemukan bahwa kurang dari separuh kebijakan dan kurikulum pendidikan menyebutkan perubahan iklim, hanya seperlima yang mengacu pada keanekaragaman hayati, sehingga menghasilkan rekomendasi bahwa perlu penekanan lebih besar yang diberikan pada tema lingkungan dalam pendidikan dengan kebutuhan khusus untuk memperluas integrasinya dengan keanekaragaman hayati (UNESCO, 2021). Tujuan utama pembelajaran keanekaragaman hayati adalah penyadaran, penalaran, dan perilaku partisipasi siswa, dan pembelajaran keanekaragaman hayati dapat meningkatkan penalaran, kebiasaan berpikir produktif, dan berpikir fleksibel untuk mengambil keputusan (Faizah et al., 2021)

Terdapat pula bukti bahwa tindakan konservasi yang menghentikan, memperlambat atau membalikkan hilangnya keanekaragaman hayati dapat secara signifikan memperlambat perubahan iklim yang dimediasi oleh antropogenik. Terdapat potensi dampak konservasi keanekaragaman hayati terhadap sistem iklim termasuk penyimpanan emisi CO_2 yang lebih besar oleh ekosistem darat dan laut, penurunan emisi gas rumah kaca, misalnya, dengan perubahan pengelolaan kebakaran hutan dan praktik penggunaan lahan, serta perubahan pola pengelolaan hutan dan lahan dan mengubah pantulan energi matahari dari permukaan tanah (Shin et al., 2022)

Kesadaran lingkungan diartikan sebagai kombinasi dari motivasi, pengetahuan dan keterampilan. Dalam mengukur kesadaran lingkungan dapat menggunakan berbagai indikator. Misalnya indikator kesadaran lingkungan menurut OECD yang meliputi (1) Kesadaran terhadap isu lingkungan: ukuran seberapa banyak siswa mendapat informasi terkait isu lingkungan; (2) persepsi terhadap permasalahan lingkungan: ukuran seberapa besar kepedulian siswa terhadap permasalahan lingkungan; (3) optimisme lingkungan: suatu ukuran keyakinan siswa bahwa tindakan mereka atau tindakan manusia berkontribusi terhadap pelestarian dan perbaikan lingkungan (Amran et al., 2019).

Instrumen yang digunakan dalam mengukur kesadaran lingkungan pada penelitian lainnya berupa aspek sikap (*attitude*) yang terdapat pada ranah afektif yang meliputi indikator keinginan merespon (*willingness to respond*), kepuasan dalam merespons (*satisfaction in response*), penerimaan suatu nilai (*acceptance of a value*), kecenderungan terhadap nilai (*preference for a value*), komitmen (*commitment)* dan konseptualisasi nilai (*conceptualization of a value*) (Ilmiyati et al., 2020). Mengenalkan pada siswa tentang ekosistem, jaringan trofik,

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

dan interaksi organisme satu sama lain dan dengan lingkungan dan melibatkan siswa dengan keanekargaman hayati sebagai langkah awal untuk menjadikan mereka sebagai warga negara masa depan dalam menjaga lingkungan sekitar. CSP menyebarkan nilai-nilai penghormatan terhadap keanekaragman hayati dan menempatkan siswa dalam kontak langsung dengan lingkungan alam mereka, sehingga memungkinkan mereka memperoleh pengetahuan yang lebih baik tentang keanekaragaman hayati lokal. Dengan demikian dengan kegiatan-kegiatan ini dapat membantu meningkatkan sikap, rasa tanggung jawab dan kesadaran mengenai lingkungan beserta makhluk yang hidup di dalamnya (Echeverria et al., 2021). Jika siswa memiliki kesadaran terhadap lingkungan akan berdampak pada sikap dan perilaku dalam memerangi perubahan lingkungan, misalnya dengan melakukan penjagaan terhadap keanekaraganam hayati terutama tanaman, siswa dapat melakukan hal sederhana seperti menanam pohon di sekitarnya. Integrasi program *Citizen Science* dalam penanaman pohon dapat membangkitkan generasi muda pecinta lingkungan hidup untuk mengapresiasi pohon karena perannya dalam jasa ekosistem (Idris et al., 2022).

Tantangan dalam Menerapkan CSP pada Pembelajaran

CSP berpotensi untuk direplikasi di berbagai sekolah dan wilayah sehingga dapat menyumbangkan data yang berarti dan berpotensi meningkatkan minat masyarakat terhadap sains dan isu-isu lingkungan. Namun, terdapat berbagai tantangan yang perlu diatasi misalnya, dalam berkolaborasi untuk melaksanakan proyek memerlukan sumber daya (misalnya, peralatan dan lokasi yang berada di halaman sekolah) yang terkadang masih terbatas. Proses keamanan dan kesesuaian dengan jadwal sekolah, usia siswa, kemampuan akses alat dan perlengkapan, serta keterampilan identifikasi dasar menjadi suatu pertimbangan yang perlu diperhatikan (Haeften et al., 2020; Schuttler et al., 2019; Saunders et al., 2018). Selain itu, musim dalam waktu pengambilan sampel harus optimal misalnya dalam pengumpulan sampel serangga penyerbuk, karena hal ini akan mempengaruhi kelimpahan dan kekayaan spesies yang dikumpulkan. (Saunders et al., 2018).

Bates et al., (2015) merekomendasikan metodologi yang terstandarisasi wilayah atau metodologi yang didasarkan pada penyelesaian suatu tugas, untuk digunakan di sekolah, dan bukan sampel yang terstandarisasi waktu. Hal ini karena standarisasi waktu mungkin akan sulit dilakukan dalam situasi di mana guru harus mengontrol anak-anak yang bersemangat berada di luar ruangan, sambil mengajarkan metodologi survei dan kurikulum. Selain itu, standarisasi metode ini juga akan berdampak pada kualitas data. *Citizen science* dengan siswa menghubungkan ilmuwan dengan sekolah, keduanya dilembagakan dengan tujuan, prosedur,

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

dan pandangan dunia yang sangat berbeda. Semua pihak, guru, siswa dan ilmuwan, diminta membuat komitmen untuk saling memahami. Para ilmuwan harus mempertimbangkan kurikulum negara dan batasan waktu sekolah dalam perencanaan mereka. Guru diminta untuk menginvestasikan sumber daya tambahan untuk melaksanakan tugas-tugas dalam kurikulum sekolah. Selain itu, mereka perlu memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif dan mengumpulkan data berkualitas tinggi untuk CSP (Kelemen-Finan et al., 2018).

Agar CSP dapat diperluas di lingkungan sekolah, penting untuk mempertimbangkan struktur dan lingkungan lokasi sekolah dan kemudian merancang program yang selaras dengan dimensi proyektif guru (Na et al., 2022). Selain itu, partisipasi dalam pengumpulan data tidak selalu berhasil, namun bisa menjadi tantangan dan bahkan membuat frustrasi. Jika siswa mengalami kegagalan, hal ini dapat mengakibatkan demotivasi dan menurunnya minat (Lüsse et al., 2022). Tantangan yang paling sering disebutkan berkaitan dengan CS dan pendidikan sains adalah keseimbangan yang tepat antara tujuan ilmiah dan tujuan pendidikan, karena keduanya tidak selalu selaras. Oleh karena itu, penting bagi koordinator dan mitra proyek untuk merencanakan dan mempersiapkan infrastruktur proyek dengan baik, misalnya dengan menyediakan materi dan rencana pembelajaran yang berpusat pada sekolah dan dipersiapkan dengan baik (Vohland et al., 2021).

KESIMPULAN

Kesadaran lingkungan sangat penting untuk dimiliki oleh seluruh individu termasuk siswa. Dengan mengintegrasikan *citizen science project* dalam pembelajaran, siswa memiliki kesempatan untuk mempelajari banyak hal terutama pengetahuan ekologi dari organisme yang mereka pelajari. Ketika CSP diimplementasikan secara terkoordinasi di sekolah, hal ini juga dapat meningkatkan pengalaman belajar dan membangun pondasi pengetahuan yang berpotensi meningkatkan kesadaran lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Kajian Hasil Riset Internasional Pendidikan Biologi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia atas saran yang berguna untuk memperbaiki naskah. Penulis berharap hasil kajian dalam artikel ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya untuk dapat melakukan tindak lanjut penelitian terkait *Citizen Science Project* untuk meningkatkan kesadaran lingkungan peserta didik pada materi biodiversitas.

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

REFERENSI

Amran, A., Perkasa, M., Satriawan, M., Jasin, I., & Irwansyah, M. (2019). Assessing students 21st century attitude and environmental awareness: Promoting education for sustainable development through science education. *Journal of Physics: Conference Series*, *1157*(2). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022025

Aristeidou, M., Lorke, J., Ismail, N. (2022). Citizen science: Schoolteachers; Motivation, Experiences, and Recommendations. *Internasional Journal of Science and Mathematics Education,* 21(7), 2067-2093. https://doi.org/10.1007/s10763-022-10340-z

Bates, A. J., Lakeman Fraser, P., Robinson, L., Tweddle, J. C., Sadler, J. P., West, S. E., Norman, S., Batson, M., & Davies, L. (2015). The OPAL bugs count survey: exploring the effects of urbanisation and habitat characteristics using citizen science. *Urban Ecosystems*, *18*(4), 1477–1497. https://doi.org/10.1007/s11252-015-0470-8

Berndt, J., & Nitz, S. (2023). Learning in Citizen Science: The Effects of Different Participation Opportunities on Students' Knowledge and Attitudes. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(16). https://doi.org/10.3390/su151612264

Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., … Zayas, C. N. (2019). REVIEW SUMMARY Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 1–10. https://doi.org/10.1126/science.aaw3100

Dickinson, J. L., & Crain, R. (2019). An Experimental Study of Learning in an Online Citizen Science Project: Insights into Study Design and Waitlist Controls. *Citizen Science: Theory and Practice*, *4*(1), 26. https://doi.org/10.5334/cstp.218

Echeverria, A., Ariz, I., Moreno, J., Peralta, J., & Gonzalez, E. M. (2021). Learning plant biodiversity in nature: The use of the citizen–science platform inaturalist as a collaborative tool in secondary education. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(2), 1–12. https://doi.org/10.3390/su13020735

Faizah, U., Rustaman, N. Y., & Supriatno, B. (2021). The potential of citizen science as a follow up program of student project assignment for biodiversity studies to be meaningful. *Journal of Physics: Conference Series*, *1806*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012172

Fujiwara, Y., Hite, R., Wygant, H., & Paulsen, S. (2019). Engaging Students in Global Citizen Science: A U.S.-Japan collaborative watershed project. *Childhood Education*, *95*(2), 53–59. https://doi.org/10.1080/00094056.2019.1593761

Haeften, S., Milic, A., Addison-Smith, B., Butcher, C., & Davies, J. M. (2020). Grass Gazers: Using citizen science as a tool to facilitate practical and online science learning for secondary school students during the COVID-19 lockdown. *Ecology and Evolution*, *11*(8), 3488–3500. https://doi.org/10.1002/ece3.6948

Idris, N. H., Alias, N. I., Sittrambaram, G. S., & Ishak, M. H. I. (2022). Realizing Citizen Science Action in Tree Planting with Malaysian School Children Virtually. *International Journal of Geoinformatics*, *18*(4), 81–91. https://doi.org/10.52939/ijg.v18i4.2265

Ilmiyati N, M. A. R. R. N. A. (2020). [07] - [2020] Effort To Facilitate Environmental Awareness . *International Journal of Scientific & Technology Research*, *9*(03), 511–513.

Kelemen-Finan, J., Scheuch, M., & Winter, S. (2018). Contributions from citizen science to science education: an examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education*, *40*(17), 2078–2098. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1520405

Lüsse, M., Brockhage, F., Beeken, M., & Pietzner, V. (2022). Citizen science and its potential for science education. *International Journal of Science Education*, *44*(7), 1120–1142. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2067365

Mukhammadjonovna, M. G. (2023). Formation of Ecological Consciousness in Education. *Journal of Pedagogical Inventions and Practices* , 1–3. https://doi.org/10.47100/conferences

Na, S. H., Kim, J. U., Ga, S. H., Park, C., & Kim, C. J. (2022). Using an Ecological Approach to Explore Teacher Agency during the Implementation of a Citizen Science Education Program Using Arduino. *Asia-Pacific Science Education*, *8*(2), 480–520. https://doi.org/10.1163/23641177-bja10054

Saunders, M. E., Roger, E., Geary, W. L., Meredith, F., Welbourne, D. J., Bako, A., Canavan, E., Herro, F., Herron, C., Hung, O., Kunstler, M., Lin, J., Ludlow, N., Paton, M., Salt, S., Simpson, T., Wang, A., Zimmerman, N., Drews, K. B., … Moles, A. T. (2018). Citizen science in schools: Engaging students in research on urban habitat for pollinators. *Austral Ecology*, *43*(6), 635–642. https://doi.org/10.1111/aec.12608

Schuttler, S. G., Sears, R. S., Orendain, I., Khot, R., Rubenstein, D., Rubenstein, N., Dunn, R. R., Baird, E., Kandros, K., O'Brien, T., & Kays, R. (2019). Citizen Science in Schools: Students Collect Valuable Mammal Data for Science, Conservation, and Community Engagement. *BioScience*, *69*(1), 69–79. https://doi.org/10.1093/biosci/biy141

Shin, Y. J., Midgley, G. F., Archer, E. R. M., Arneth, A., Barnes, D. K. A., Chan, L., Hashimoto, S., Hoegh-Guldberg, O., Insarov, G., Leadley, P., Levin, L. A., Ngo, H. T., Pandit, R., Pires, A. P. F., Pörtner, H. O., Rogers, A. D., Scholes, R. J., Settele, J., & Smith, P. (2022). Actions to halt biodiversity loss generally benefit the climate. In *Global Change Biology* (Vol. 28, Issue 9, pp. 2846–2874). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1111/gcb.16109

Stylinski, C. D., Peterman, K., Phillips, T., Linhart, J., & Becker-Klein, R. (2020). Assessing science inquiry skills of citizen science volunteers: a snapshot of the field. International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement, 10(1), 77–92. https://doi.org/10.1080/21548455.2020.1719288

Taofiq, M., Setiadi, D., & Hadiprayitno, G. (2018, June). Analisis implementasi model pembelajaran inkuiri dan problem based learning terhadap kemampuan literasi sains biologi ditinjau dari kemampuan akademik yang berbeda di SMAN 1 Kayangan. In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi (pp. 549-555).

Toomey, A. H., & Domroese, M. C. (2013). Can citizen science lead to positive conservation attitudes and behaviors? In *Review* (Vol. 20, Issue 1).

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., … Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. In *Annals of Internal Medicine* (Vol. 169, Issue 7, pp. 467–473). American College of Physicians. https://doi.org/10.7326/M18-0850

Unesco. (2021). Learn for our planet: A global review of how environmental issues are integrated in education.

Vohland, K., Göbel, C., Balázs, B., Butkevičienė, E., Daskolia, M., Duží, B., Hecker, S., Manzoni, M., & Schade, S. (2021). Citizen science in Europe. In K. Vohland, A. M. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, & M. Ponti (Eds.), *The Science of Citizen science* (1st ed., pp. 35–53). Springer.

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
DOI: 10.33059/jj.v11i1.9134

Wang, W., Feng, C., Liu, F., & Li, J. (2020). Biodiversity conservation in China: A review of recent studies and practices. In *Environmental Science and Ecotechnology* (Vol. 2). Editorial Board, Research of Environmental Sciences. https://doi.org/10.1016/j.ese.2020.100025

Widodo, A. (2021). *Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam: Dasar-dasar Untuk Praktik.* Bandung: UPI Press