

BAB VI

AKTIVITAS PEMBELAJARAN RBL DENGAN PENDEKATAN STEAM: PEMANFAATAN TOPLES KACA BEKAS DALAM PENGEMBANGAN TERARIUM DENGAN KONSEP KESEIMBANGAN EKOSISTEM BERBANTUAN GAMES SIMULASI UNTUK MENINGKATKAN LITERASI PERUBAHAN IKLIM SISWA SD

D A Haidar^{1*}, T D Prastiti⁵, Idha Novianti⁵, Endang Wahyuningrum⁵, Dafik^{2,3}, Z
R Ridlo^{3,4}

¹SD Negeri Sumber Anom, Bondowoso, Indonesia

²Department of Mathematics Education, Universitas Jember, Indonesia

³PUI-PT Combinatorics and Graph, CGANT-Universitas Jember, Indonesia

⁴Department of Sciences Education, Universitas Jember, Indonesia

⁵Department of Mathematics Education, Universitas Terbuka, Indonesia

*corresponding author: dimashaidar147@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan utama bagi keberlangsungan bumi saat ini. Dampak perubahan iklim tidak hanya berpengaruh pada naiknya temperatur bumi tetapi juga pada aspek keseimbangan ekosistem dan seluruh aspek kehidupan manusia [12]. Apabila perubahan iklim yang sedang berlangsung ini tidak segera disikapi dengan baik, hal ini berpotensi menimbulkan ancaman yang signifikan di masa sekarang dan masa mendatang [25].

Besarnya dampak perubahan iklim terhadap aspek kehidupan manusia tersebut mendorong perlunya literasi dan penguatan terhadap upaya mitigasi dan adaptasi. Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim adalah melalui pengembangan dan penguatan literasi perubahan iklim [15]. Dalam melakukan langkah strategis ini, diperlukan peran pendidikan sebagai fondasi untuk mengajarkan literasi terkait isu perubahan iklim, mitigasi, dan adaptasinya. Penelitian terkait menyatakan, edukasi mengenai hal tersebut adalah suatu program yang sangat penting untuk dilaksanakan sedini mungkin bagi generasi muda [4,18]. Oleh karena itu, penanaman keterampilan literasi

perubahan iklim pada siswa khususnya di tingkat sekolah dasar menjadi suatu langkah yang penting.

Literasi perubahan iklim merupakan suatu kemampuan mendasar yang perlu dikuasai manusia agar dapat menghadapi perubahan iklim yang terjadi. Secara umum literasi perubahan iklim mencakup kesadaran siswa terhadap pemahaman perubahan iklim, mitigasi, dan adaptasi [2]. Fokus utama pendidikan literasi perubahan iklim adalah peningkatan kemampuan siswa dalam menganalisis dan menginterpretasi pengetahuan tentang perubahan iklim, mitigasi, adaptasi, pengurangan dampak, dan peringatan dini terhadap perubahan iklim [19]. Terdapat indikator utama yang mendeskripsikan literasi perubahan iklim dimodifikasi dari Selby & Kagawa [26], meliputi: (1) pemahaman dan kesadaran tentang perubahan iklim; (2) pemahaman penyebab perubahan iklim; (3) pengetahuan sikap terkait mitigasi dan solusi; dan (4) pengetahuan adaptasi perubahan iklim (5) kemampuan berkomunikasi terkait perubahan iklim, (6) kemampuan melakukan penelitian terkait perubahan iklim, serta (7) menyadari dampak perubahan iklim. Hasil penelitian terkait telah mengungkapkan, penanaman literasi perubahan iklim yang berkelanjutan sangat dibutuhkan siswa untuk dapat berperan aktif menghadapi perubahan iklim [9,15]. Namun, penguatan literasi perubahan iklim pada siswa tidak dapat berjalan efektif dalam pembelajaran konvensional dimana pemanfaatan sumber belajar sangat terbatas. Oleh karena itu, guru sebagai pendidik hendaknya berupaya merancang suatu pembelajaran dan menggunakan sumber belajar berbasis perubahan iklim yang dapat mendukung penguatan dimensi literasi tersebut.

STEAM merupakan suatu pendekatan yang memfasilitasi siswa mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu dalam suatu pembelajaran dan menghubungkannya dengan permasalahan sehari-hari [5,7]. Menurut Sabil, STEAM merupakan pendekatan yang melibatkan unsur perspektif ilmu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika ke dalam materi pembelajaran [24]. Pendekatan STEAM memberi kesempatan siswa berkreasi dan mengembangkan gagasan dalam memecahkan masalah berdasarkan lima disiplin ilmu [16]. Integrasi berbagai disiplin ilmu dalam mengkaji suatu topik pembelajaran akan mendukung siswa menghasilkan perspektif yang beragam dan solusi yang luas untuk memecahkan permasalahan di sekitar [11]. Beberapa hasil penelitian telah

membuktikan bahwa pendekatan STEAM sesuai untuk diterapkan dalam penguatan literasi perubahan iklim pada siswa [9,20,30]. Temuan penelitian lain juga mengungkapkan bahwa penerapan STEAM dalam pembelajaran memiliki dampak positif pada peningkatan literasi perubahan iklim siswa [13] dan mengembangkan sikap peduli terhadap perubahan iklim [6].

Dalam penelitian ini, pendekatan STEAM dipadukan dengan model pembelajaran berbasis penelitian *Research Based Learning* (RBL). Pengintegrasian RBL didukung pendapat Carillo, yang mengungkapkan penerapan pendekatan STEAM memerlukan penggunaan model pembelajaran tertentu khususnya berbasis penelitian, penyelidikan, dan penemuan [8]. RBL adalah model pembelajaran yang memuat kegiatan siswa secara sistematis untuk mengonstruksi pengetahuan dari informasi dan data empirik melalui proyek berbasis penelitian [21]. Menurut Suntusia dkk, Implementasi RBL bertujuan mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa karena informasi dan ilmu pengetahuan tidak disajikan secara instan, tetapi diperoleh dari serangkaian proses penelitian [27]. Berdasarkan beberapa penelitian penerapan model RBL terbukti menunjukkan pengaruh positif diantaranya peningkatan kesadaran menjaga lingkungan [17] dan kemampuan berpikir analisis [10,28]. Secara spesifik, penelitian ini mengombinasikan kegiatan pembelajaran yang disebut RBL-STEAM sebagai solusi untuk meningkatkan kemampuan metaliterasi siswa sekolah dasar.

Permasalahan terbuka (*open problem*) pembelajaran RBL-STEAM dalam penelitian ini menyoroti mengenai aktivitas negatif manusia yang kurang menyadari pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem. Aktivitas negatif yang dimaksud seperti pembukaan lahan, perusakan hutan, dan pembakaran bahan bakar fosil juga menjadi penyebab utama perubahan iklim. Hal tersebut dikarenakan rendahnya kesadaran terkait dampak dari aktivitas yang dilakukan terhadap keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi untuk meningkatkan kesadaran dengan menggambarkan secara nyata dampak aktivitas negatif manusia pada keseimbangan ekosistem melalui pembuatan miniatur ekosistem buatan. Dalam konteks ini, model miniatur ekosistem yang akan dikembangkan siswa berupa terarium. Terarium dapat dirancang siswa dengan memanfaatkan toples kaca bekas dan di kembangkan sesuai prinsip

keseimbangan ekosistem. Siswa dapat melakukan serangkaian simulasi dan pengamatan pada terarium untuk memahami dampak dari perubahan iklim terhadap keseimbangan ekosistem secara menyeluruh. Dengan kombinasi model RBL dan pendekatan STEAM, penelitian ini berusaha meningkatkan kemampuan literasi perubahan iklim siswa pada kegiatan “pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem berbantuan games simulasi”.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan utama penelitian ini yaitu: (1) mendeskripsikan kerangka aktivitas pembelajaran model RBL-STEAM pada kegiatan pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem berbantuan games simulasi; (2) mendeskripsikan kerangka proses pengembangan materi pembelajaran pada model RBL-STEAM pada kegiatan pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem berbantuan games simulasi; (3) mendeskripsikan bagaimana materi pembelajaran dari model RBL STEAM dapat meningkatkan literasi perubahan iklim siswa pada kegiatan pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem berbantuan games simulasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode naratif kualitatif. Tujuan penelitian naratif kualitatif yaitu menarasikan dan menggambarkan suatu urutan serangkaian proses atau peristiwa secara terperinci. Penelitian ini berupaya untuk menggambarkan secara detail dan runtut dari proses pengembangan kerangka aktivitas pembelajaran Model RBL dengan pendekatan STEAM pada kegiatan pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem berbantuan games simulasi untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa SD.

Tahap awal penelitian yaitu mengumpulkan beberapa literatur yang relevan dengan topik penelitian untuk dikaji secara mendalam, termasuk mengeksplorasi mengenai problematika STEAM yang digunakan. Kemudian dilakukan pengembangan kerangka sintaksis yang mengintegrasikan model RBL dengan pendekatan STEAM dalam rangka menyelesaikan problematika STEAM tersebut.

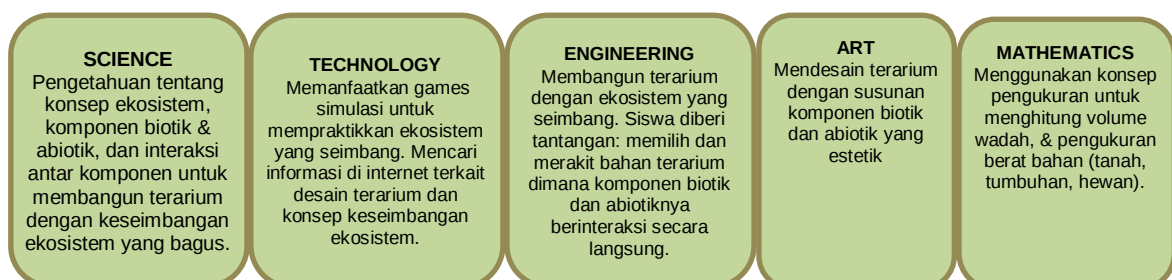
Selanjutnya, diuraikan juga capaian pembelajaran dan tujuan pembelajarannya dan melakukan pengembangan indikator dan sub indikator terkait dengan literasi perubahan iklim. Tahap selanjutnya dilakukan dengan menguraikan peran empat unsur STEAM dalam menyelesaikan problematika tersebut. Tahap berikutnya yaitu mendeskripsikan setiap tahapan RBL yang dilengkapi dengan uraian kegiatan pembelajaran. Pada tahap terakhir yaitu melengkapi indikator dan sub indikator dari literasi perubahan iklim beserta kerangka instrumen penilaiannya.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. *Sintaksis Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEAM*

Kerangka aktivitas dalam studi ini dibuat dengan mengintegrasikan model pembelajaran berbasis penelitian atau *Research Based Learning* (RBL) dengan Pendekatan STEAM dalam mengembangkan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem berbantuan *games* simulasi untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa SD. Kerangka kerja dikembangkan berdasarkan sintak yang diusulkan dalam penelitian Suntuasia, dkk [27]. Tahapan awal model pembelajaran RBL dimulai dengan mengajukan masalah yang timbul dari permasalahan terbuka (*open problem*) pada kelompok penelitian. Berdasarkan hal tersebut, *open problem* dalam kegiatan ini mengangkat masalah kesadaran menjaga ekosistem untuk merancang terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem sebagai berikut.

Open Problem: Aktivitas negatif manusia yang kurang menyadari pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem seperti pembukaan lahan dan perusakan hutan dapat berdampak besar pada keseimbangan ekosistem. Hal tersebut dikarenakan rendahnya kesadaran terkait dampak dari aktivitas yang dilakukan terhadap keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi untuk meningkatkan kesadaran dengan menggambarkan secara nyata dampak aktivitas negatif manusia pada ekosistem melalui pembuatan miniatur ekosistem buatan. Terarium merupakan contoh model miniatur lengkap dari ekosistem di alam. Dengan membuat terarium, kita dapat memecahkan permasalahan kurangnya kesadaran terkait dampak aktivitas manusia tersebut terhadap keseimbangan ekosistem.



Gambar 1. Unsur-unsur STEAM dalam mengembangkan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem.

Siswa diharapkan mampu memecahkan permasalahan (*open problem*) yang dibahas dalam pembelajaran melalui pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem. Dalam aktivitas pengembangannya, terdapat beberapa aspek penting yang diperhatikan meliputi, ketepatan unsur terarium, kesesuaian terarium terhadap konsep keseimbangan ekosistem, kerapian dan keindahan desain terarium, dan ketepatan prosedur simulasi dampak aktivitas manusia pada keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, implementasi aktivitas pembelajaran RBL-STEAM dilaksanakan dengan beberapa tahap berikut: (1) pengajuan permasalahan mendasar (*open problem*) tentang rendahnya kesadaran manusia menjaga keseimbangan ekosistem, (2) mendapatkan gagasan atau inovasi baru berdasarkan kajian dan penerapan konsep keseimbangan ekosistem untuk membuat terarium sebagai miniatur simulasi dampak aktivitas negatif manusia, (3) mengumpulkan data mengenai keseimbangan ekosistem melalui “*games simulasi suksesi primer*” dan mengumpulkan referensi di internet terkait desain terarium, (4) menentukan perbandingan jumlah bahan (tanah, tumbuhan, dan udara) yang digunakan berdasarkan konsep pecahan, (5) merancang dan membangun terarium dengan konsep ekosistem yang seimbang secara estetik, (6) melakukan simulasi dampak aktivitas negatif manusia terhadap keseimbangan ekosistem, (7) membuat laporan hasil penelitian dan observasi literasi perubahan iklim peserta didik. *Framework* dari integrasi RBL-STEAM dalam pembelajaran ini secara mendetail dijelaskan pada Gambar 2.

3.1.1. **Capaian dan Tujuan Pembelajaran**

Capaian pembelajaran yang diharapkan dalam penerapan model RBL-STEAM yaitu siswa mampu mengembangkan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM ini bertujuan memfasilitasi siswa mengembangkan pengetahuan dan keterampilannya melalui beberapa perspektif bidang keilmuan diantaranya sains, teknologi, teknik, *art* dan matematika untuk memecahkan suatu permasalahan. Penjelasan tujuan pembelajaran ini diuraikan sebagai berikut.

a. *Tujuan lingkup Science*

- Menguasai konsep mengenai ekosistem untuk mengidentifikasi bagaimana habitat tempat tinggal makhluk hidup di bumi,

- Menguasai konsep komponen biotik & abiotik, untuk mengelompokkan unsur-unsur penyusun yang ada pada suatu ekosistem.
- Memahami konsep ekosistem alami dan ekosistem buatan untuk mengidentifikasi karakteristik ekosistem buatan yang akan dikembangkan dalam terarium
- Menguasai konsep mengenai interaksi antar komponen biotik dan abiotik serta perannya (produsen, konsumen, pengurai) dalam ekosistem agar dapat memilih komponen penyusun terarium dengan tepat
- Menerapkan konsep mengenai keseimbangan ekosistem untuk mengembangkan terarium dengan ekosistem yang seimbang mendekati keadaan di alam.



Gambar 2. *Framework* pembelajaran RBL-STEAM dalam pembuatan terarium keseimbangan ekosistem.

b. Tujuan lingkup *Technology*

- Menunjukkan interaksi komponen biotik dan abiotik dalam suatu ekosistem saling mempengaruhi satu sama lain.
- Memanfaatkan mesin pencarian (*browser*) untuk mencari referensi desain terarium yang tepat.
- Menggunakan Youtube untuk mempelajari tutorial pembuatan terarium dengan prinsip ekosistem yang seimbang.

c. *Tujuan lingkup **Engineering***

- Merancang urutan penyusunan bahan terarium (batu kecil, tanah, tumbuhan dan hewan) dan mengembangkannya berdasarkan rancangan yang dibuat.
- Menerapkan berbagai kemungkinan penyusunan bahan yang dapat diaplikasikan pada terarium yang dikembangkan.

d. *Tujuan lingkup **Art***

- Memilih bahan-bahan yang dapat meningkatkan keindahan terarium yang dikembangkan.
- Menyusun tata letak bahan-bahan agar meningkatkan kesan estetika terarium.

e. *Tujuan lingkup **Mathematics***

- Menggunakan konsep pengukuran satuan panjang untuk menghitung perkiraan volume wadah terarium.
- Menggunakan konsep pengukuran satuan berat untuk mengukur berat bahan (tanah, batu, tumbuhan).

3.1.2. ***Penjelasan Unsur STEAM dalam Kegiatan Pengembangan Terarium dengan Konsep Keseimbangan Ekosistem***

Permasalahan unsur Sains. Aktivitas negatif manusia yang kurang menyadari pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem seperti pembukaan lahan, perusakan hutan, dan penggunaan bahan bakar fosil dapat berdampak besar pada keseimbangan ekosistem. Hal tersebut dapat terjadi karena rendahnya kesadaran terkait dampak dari aktivitas yang dilakukan terhadap keberlangsungan ekosistem. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi untuk meningkatkan kesadaran dengan menggambarkan secara nyata dampak aktivitas negatif manusia melalui pembuatan miniatur ekosistem buatan. Dari beberapa contoh miniatur ekosistem buatan, model terarium merupakan miniatur yang sangat mendekati dengan kondisi alami.

Terarium adalah teknik menyusun berbagai organisme menjadi miniatur taman di dalam wadah kaca tembus pandang sehingga nampak seperti ekosistem alami. Terarium mempunyai unsur penyusun yang sama dengan ekosistem di alam yaitu komponen biotik (makhluk hidup) dan komponen abiotik (benda tak

hidup). Pada terarium yang ideal, seluruh komponen biotik dan abiotik dapat saling berinteraksi satu sama lain sehingga membentuk ekosistem yang seimbang. Komponen biotik yang digunakan dalam terarium adalah jenis tanaman atau hewan kecil sehingga dapat hidup dengan baik walaupun pada tempat yang tidak luas. Tanaman yang dapat digunakan seperti, lumut (*moss*), tumbuhan paku, jenis kaktus dan tumbuhan kecil lainnya. Sedangkan hewan yang biasa digunakan adalah serangga-serangga kecil seperti, isopoda, cacing, kaki seribu ataupun kutu. Selain itu, wadah kaca yang digunakan untuk membuat terarium dapat mudah ditemukan di lingkungan sekitar seperti gelas, toples, botol, aquarium dan sebagainya. Dalam kegiatan ini, terarium dapat dirancang siswa dengan memanfaatkan toples kaca bekas dan di kembangkan sesuai prinsip keseimbangan ekosistem. Siswa dapat melakukan serangkaian simulasi dan pengamatan pada terarium untuk memahami dampak dari aktivitas negatif manusia dan perubahan iklim yang terjadi terhadap keseimbangan ekosistem secara menyeluruh.



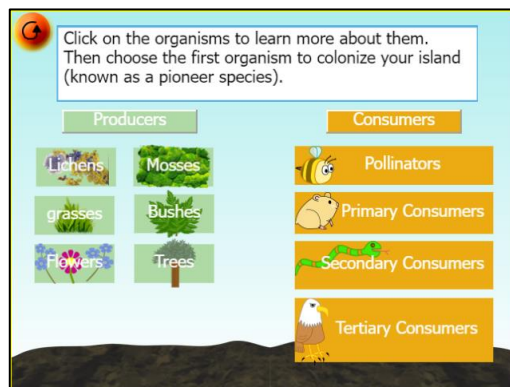
Gambar 3. Komponen biotik yang dapat dipakai dalam terarium.



Gambar 4. Ilustrasi terarium dengan ekosistem yang seimbang.

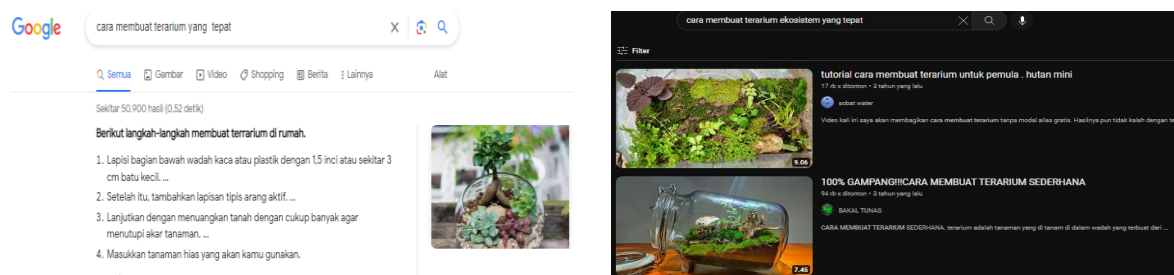
Unsur pemanfaatan Teknologi. Melalui games “simulasi suksesi primer” berbasis *website* dan mesin pencarian seperti *browser* dan *Youtube*. Siswa akan dipandu untuk memecahkan permasalahan mendasar yang telah disampaikan dengan bantuan teknologi. Pemanfaatan games simulasi dalam penelitian ini

dapat membantu siswa mendapatkan gambaran dan pemahaman bagaimana konsep dasar interaksi setiap komponen-komponen dalam ekosistem saling mempengaruhi sehingga membentuk keseimbangan. untuk memahami bagaimana interaksi komponen biotik dan abiotik di dalam suatu ekosistem saling mempengaruhi satu sama lain. Games “simulasi suksesi primer” memiliki satu tujuan utama yaitu membangun ekosistem yang dapat berjalan seimbang berdasarkan pemilihan berbagai makhluk hidup yang tersedia. Games ini dapat dimainkan secara interaktif sehingga siswa akan termotivasi untuk lebih memahami konsep interaksi dalam ekosistem secara bermakna. Tampilan dari games “simulasi suksesi primer” yang digunakan dalam penelitian ini dimuat pada gambar berikut.



Gambar 5. Tampilan games simulasi “suksesi primer”.

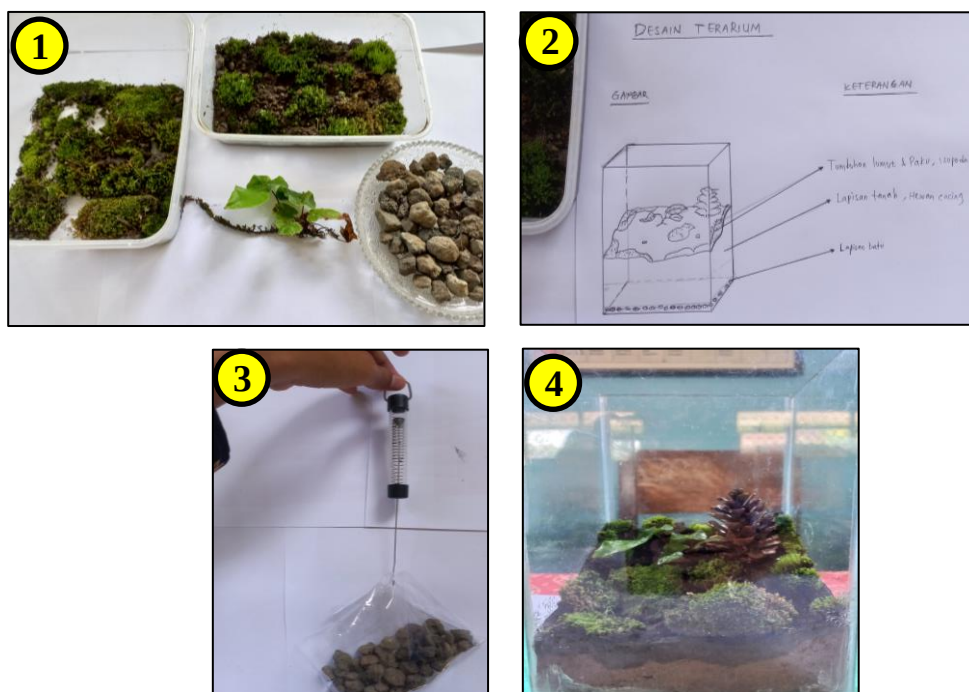
Pemanfaatan *Browser* akan digunakan siswa dalam kegiatan pencarian informasi dan referensi terkait desain terarium yang telah dikembangkan sebelumnya. Sedangkan, *Youtube* akan dimanfaatkan siswa dalam kegiatan pencarian tutorial cara yang benar mengembangkan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem. Berbagai informasi yang telah diperoleh selanjutnya dikumpulkan untuk didiskusikan bersama kelompok penelitian siswa untuk menentukan seperti apa desain dan bahan-bahan yang akan dikembangkan dalam proyek terarium.



Gambar 6. Ilustrasi pencarian iformasi di internet.

Unsur penerapan Teknik. Penerapan muatan teknik dalam kegiatan ini anatara lain melibatkan teknik merancang urutan penyusunan bahan terarium (batu kecil, tanah, tumbuhan dan hewan) dan mengembangkannya berdasarkan rancangan yang dibuat. Siswa dapat mengembangkan rancangan susunan bahan terarium dengan bebas sesuai kreatifitas yang dimiliki. Siswa dapat beresplorasi dengan menerapkan berbagai kemungkinan jenis bahan yang dapat diaplikasikan pada terarium yang dikembangkan seperti penggunaan kerikil, arang karbon aktif, tanah humus, pasir silika ataupun bahan lainnya.

Secara teknis, pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem dilaksanakan dengan beberapa tahapan berikut: (1) memilih bahan tanah, bahan tumbuhan dan hewan yang akan digunakan; (2) merancang susunan lapisan tanah dan posisi tanaman pada terarium; (3) mengukur berat masing-masing bahan; (4) merakit susunan lapisan tanah dan tanaman sesuai rancangan yang dibuat; (5) melakukan simulasi dampak aktivitas negatif dan perubahan iklim (perusakan hutan & hujan lebat) pada ekosistem di terarium dan membandingkannya dengan terarium kosong (tanpa tumbuhan), pada tahap ini siswa dapat mengamati bagaimana pengaruh percobaan yang diberikan pada ekosistem di dalam terarium.



Gambar 7. Ilustrasi pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem.



Gambar 8. Ilustrasi simulasi aktivitas negatif manusia pada ekosistem terrarium.

Unsur Art. Terarium saat ini banyak diminati dan dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari sebagai hiasan atau pajangan. Terarium sebagai pajangan hendaknya memiliki nilai estetika yang tinggi sehingga dapat laku dijual. Pengembangan terarium dalam kegiatan ini akan melibatkan unsur seni yang dimiliki siswa seperti, membentuk lapisan tanah secara rapi, memilih tanaman yang indah, menata kembali letak tanaman sehingga tampak estetik. Oleh karena itu, hasil terarium yang nantinya siswa kembangkan dapat disebut sebagai karya seni yang layak.



Gambar 9. Ilustrasi penyusunan terarium yang estetik.

Unsur Matematika. Muatan matematika terdapat dalam kegiatan pengukuran satuan panjang atau dimensi toples kaca (panjang, lebar/diameter, dan tinggi) untuk menghitung perkiraan volume total wadah yang digunakan. Selain itu, dilakukan juga pengukuran berat setiap bahan (tanah, batu, tumbuhan) yang akan dimasukkan dalam terarium. Kemudian siswa menghitung berat total keseluruhan bahan yang dimasukkan dalam wadah terarium. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan tersebut, siswa akan mendapatkan pemahaman tentang konsep pengukuran berat dan perhitungan volume. Sebagai penunjang kegiatan ini, setiap kelompok akan mendapatkan instrumen pengukuran dan perhitungan yang dimuat dalam tabel 1 untuk memudahkan kegiatan tersebut.

Tabel 1. Pengukuran berat dan perhitungan volume terrarium.

Menghitung perkiraan volume wadah toples kaca bekas			
Bentuk toples	Rumus	Dimensi (p,l,t,d/r.. dst)	Perhitungan
...	...	...	...

Pengukuran berat bahan terarium			
No.	Nama bahan	Berat	Berat total
...	...	...	

3.1.3. *Aktivitas Pembelajaran RBL-STEAM dalam Proyek Pengembangan Terarium*

Pada bagian ini membahas tentang penjelasan aktivitas dari enam tahapan model *Research-Based Learning* dengan STEAM. Penjelasan masing-masing tahapan ini memuat gambaran bagaimana aktivitas siswa selama pembelajaran *RBL-STEAM* terkait pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa.

a. Tahap pertama

Berdasarkan uraian pada Gambar 2, tahap pertama (*science*) yaitu mengajukan Permasalahan mendasar tentang rendahnya kesadaran terkait dampak dari aktivitas negatif terhadap keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi untuk meningkatkan kesadaran dengan menggambarkan secara nyata dampak aktivitas negatif manusia pada ekosistem melalui pembuatan miniatur ekosistem buatan. Aktivitas pada tahap ini akan meningkatkan motivasi dan kesadaran siswa mengenai perlunya melakukan pengembangan terarium sebagai miniatur ekosistem buatan. Peneliti akan meminta siswa untuk menalar dan berdiskusi bersama kelompok riset terkait meningkatkan kesadaran menjaga keseimbangan ekosistem melalui pengembangan terarium sebagai sarana simulasi dampak aktivitas negatif manusia. Secara lebih detail, penjelasan tahap ini diuraikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Aktivitas pembelajaran RBL-STEAM tahap 1.

Tahap Satu	Kegiatan Pembelajaran
mengajukan <i>open problem</i> tentang rendahnya kesadaran manusia terkait dampak dari aktivitas negatif	1. Guru bertanya pada siswa terkait ekosistem bumi, dan bagaimana jika keseimbangan ekosistem rusak

Tahap Satu	Kegiatan Pembelajaran
terhadap keseimbangan ekosistem (SCIENCE)	karena dampak aktivitas negatif manusia.
	2. Guru menunjukan aktivitas manusia yang merusak ekosistem, dan menanyakan dapatkah siswa meningkatkan kesadaran tentang dampak aktivitas negatif manusia terhadap keseimbangan ekosistem.
	3. Siswa mulai berdiskusi bersama kelompok riset untuk mengembangkan rencana dasar kegiatan apa saja yang berpotensi dapat dimanfaatkan untuk menggambarkan dampak aktivitas manusia terhadap rusaknya ekosistem, contoh; membuat brosur, pamflet, banner, atau simulasi.



Gambar 11. Tahap pertama mengajukan permasalahan mendasar STEAM.

b. Tahap kedua

Pada tahap kedua (*Technology*) memuat aktivitas berbasis *Internet of Thing* (IoT) untuk mengumpulkan informasi dari berbagai mesin pencarian di internet (*browser & Youtube*) untuk mencari referensi terkait konsep ekosistem. Selain itu, peneliti juga membimbing siswa untuk memainkan games *online* “simulasi suksesi primer” secara interaktif. Melalui tahapan ini, siswa akan mendapatkan gambaran bagaimana ekosistem yang seimbang bekerja dan bagaimana cara mengembangkan ekosistem buatan yang seimbang. Uraian secara detail aktivitas dalam tahap ini dimuat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Aktivitas pembelajaran RBL-STEAM tahap 2.

Tahap Dua	Kegiatan Pembelajaran
Mencari informasi di internet terkait ekosistem.	1. Dengan bimbingan guru, siswa diminta memanfaatkan browser untuk mencari

Tahap Dua	Kegiatan Pembelajaran
Memanfaatkan games simulasi untuk mengetahui konsep ekosistem yang seimbang. Mendapatkan inovasi dengan mengembangkan terarium (TECHNOLOGY)	referensi tentang konsep ekosistem yang seimbang, dan interaksi antar komponen dalam ekosistem.
	2. Guru membimbing siswa memainkan <i>games</i> “simulasi suksesi primer” secara interaktif untuk memahami bagaimana interaksi komponen dalam ekosistem yang seimbang. Games dapat diakses online melalui: https://biomanbio.com/HTML5GamesandLabs/EcoGames/succession_interactive.html
	3. Guru menjelaskan secara sederhana pada siswa cara memanfaatkan miniatur ekosistem untuk melakukan simulasi dampak aktivitas negatif manusia.
	4. Siswa diminta berdiskusi mengkaji penerapan konsep keseimbangan ekosistem untuk mengembangkan inovasi bagaimana memanfaatkan terarium sebagai miniatur media simulasi dampak aktivitas negatif manusia.
	5. Siswa dibimbing guru menggunakan <i>Youtube</i> untuk mencari referensi tutorial mendesain dan membuat terarium.



Gambar 12. Tahap kedua pengumpulan referensi terkait ekosistem yang seimbang di internet dengan bantuan guru.

c. Tahap ketiga

Aktivitas tahap ketiga RBL-STEAM (*Engineering*) adalah mengembangkan inovasi rancangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem. Siswa akan dibimbing guru merencanakan pemilihan bahan dan merancang desain (cetak biru) dari terarium. Penjelasan aktivitas tahap ketiga ini disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas pembelajaran RBL-STEAM tahap 3.

Tahap Tiga	Kegiatan Pembelajaran
Merancang dan mengembangkan terarium sebagai model simulasi miniatur keseimbangan ekosistem. (ENGINEERING)	1. Siswa mendiskusikan pemilihan bahan-bahan (wadah toples kaca, komponen biotik dan abiotik) yang akan diterapkan pada terarium dengan bimbingan guru. 2. Siswa membuat desain rancangan terarium (cetak biru) bersama kelompok riset yang menggambarkan susunan lapisan tanah, batu dan posisi tanaman atau hewan pada terarium.



Gambar 13. Tahap ketiga mendiskusikan bahan dan mengembangkan desain terarium.

d. Tahap keempat

Aktivitas tahap keempat RBL-STEAM (*Mathematic*) adalah menerapkan konsep pengukuran berat dan pengukuran panjang. Siswa bersama kelompok riset akan melakukan pengukuran berat bahan dan menghitung perkiraan volume wadah terarium. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Aktivitas pembelajaran RBL-STEAM tahap 4.

Tahap Empat	Kegiatan Pembelajaran
Menggunakan konsep pengukuran panjang untuk menghitung perkiraan volume wadah terarium dan melakukan pengukuran berat bahan (tanah, batu, tumbuhan, hewan). (MATHEMATICS)	1. Siswa diminta membuat terarium sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. 2. Siswa diminta melakukan pengukuran panjang dimensi wadah terarium (sesuai bentuknya) untuk menghitung perkiraan volume wadah terarium yang dipakai. 3. Siswa diminta mengukur berat bahan terlebih dahulu sebelum memasukan dalam wadah, dan kemudian menghitung berat keseluruhan bahan yang dimasukkan.



Gambar 14. Tahap keempat melakukan pengukuran berat bahan dan volume wadah terarium.

e. Tahap kelima

Aktivitas pembelajaran tahap kelima RBL- STEAM (Art) yaitu membangun dan menata komponen terarium dengan rapi dan estetik. Penjelasan aktivitas tahap kelima disajikan dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM pada tahap 5.

Tahap Lima	Kegiatan Pembelajaran
Menata terarium dengan susunan komponen biotik dan abiotik yang estetik. (ART)	1. Siswa bersama kelompok riset diminta menyusun dan membangun terarium sesuai desain yang telah dibuat dengan bersih dan rapi. 2. Siswa diberi tantangan: aturlah tata letak tanah, batu, tanaman, dan hewan secara indah dan estetik.



Gambar 15. Tahap kelima menata terarium dengan estetik.

f. Tahap keenam

Aktivitas pembelajaran RBL-STEAM tahap keenam (laporan RBL) dilaksanakan siswa dengan melakukan simulasi dampak aktivitas manusia terhadap keseimbangan ekosistem dalam terarium. Selanjutnya, hasil dari simulasi akan dituliskan dalam laporan hasil penelitian berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan mulai dari tahap pertama. Siswa bersama kelompok riset diminta menyampaikan hasil laporan di depan kelas terkait kesimpulan dari kegiatan pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem berbantuan games simulasi untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. Pada tahap akhir, dilakukan diskusi bersama kelompok lain. Kegiatan ini digunakan guru untuk mengamati dan menilai literasi perubahan iklim siswa. aktivitas tahap ini dijelaskan dalam Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Aktivitas pembelajaran RBL-STEAM tahap 6.

Tahap Enam	Kegiatan Pembelajaran
Melakukan simulasi pada terarium, menyajikan laporan penelitian dari kegiatan dan digunakan guru mengobservasi literasi perubahan iklim siswa. (Laporan RBL)	1. Siswa melakukan 2 simulasi sederhana dengan membandingkan terarium buatannya dengan model terarium kosong (tanpa tumbuhan) yang disediakan guru. 2. Simulasi 1: menganalisis interaksi komponen diantara 2 terarium. Guru memunculkan pertanyaan kritis: terarium manakah yang ekosistemnya dapat berjalan seimbang? Mengapa? <i>“interaksi komponen pada terarium kosong akan terganggu karena tanaman sebagai produsen makanan habis”</i> 3. Simulasi 2: siswa melakukan simulasi hujan (dampak longsor&banjir). Guru memberi pertanyaan kritis: (1) bagaimana kondisi tanah pada 2 terarium? <i>“tanah pada terarium mengalami longsor karena tidak ada penahan”</i> (2) Apakah muncul genangan? Mengapa? <i>“air hujan akan tergenang karena tidak ada tanaman yang menyimpan air”</i> 4. Siswa menyusun laporan penelitian sederhana. 5. Siswa bersama kelompok riset mempresentasikan laporan

Tahap Enam	Kegiatan Pembelajaran
	penelitiannya di depan kelas dan melakukan diskusi antar kelompok dengan bimbingan guru.
	6. Guru melakukan klarifikasi seluruh hasil penelitian dan memberi penguatan terhadap hasil yang positif.
	7. Guru melakukan observasi kemampuan literasi perubahan iklim siswa menggunakan lembar observasi



Gambar 16. Tahap keenam simulasi dan penyajian laporan aktivitas siswa di depan kelas.

3.1.4. *Kerangka Instrumen Penilaian Literasi Perubahan Iklim*

Berikut ini akan disajikan kerangka penilaian instrumen kemampuan literasi perubahan iklim peserta didik, seperti tersedia dalam Tabel 8.

Tabel 8. Kerangka instrumen penilaian literasi perubahan iklim.

INDIKATOR	SUB INDIKATOR	MATERI UJI
Pemahaman dasar perubahan iklim	➤ Memahami konsep dasar ilmu perubahan iklim. ➤ Mengidentifikasi contoh perubahan iklim.	1. Menjelaskan definisi perubahan iklim. 2. Menjelaskan contoh-contoh perubahan iklim.
Pemahaman penyebab perubahan iklim	➤ Memahami aktivitas yang dapat menyebabkan perubahan iklim ➤ Menggeneralisasi urgensi pencegahan.	1. Mengidentifikasi aktivitas manusia yang menjadi faktor perubahan iklim 2. Menjelaskan aktivitas negatif manusia sebagai penyebab terganggunya ekosistem 3. Mendiskusikan perlunya

INDIKATOR	SUB INDIKATOR	MATERI UJI
		menanggulangi penyebab perubahan iklim
Pemahaman solusi mengatasi perubahan iklim	➤ Menemukan solusi untuk mengatasi perubahan iklim. ➤ Menggeneralisasi solusi-solusi yang ada. ➤ Menggunakan <i>Internet of Thing</i>	1. Mendiskusikan inovasi meningkatkan kesadaran manusia menjaga ekosistem. 2. Menyusun tahapan mengembangkannya. 3. Identifikasi rancangan terarium sebagai model simulasi aktivitas negatif manusia terhadap keseimbangan ekosistem. 4. Menggunakan game simulasi untuk memahami ekosistem. 5. Mengumpulkan informasi dari <i>browser</i> dan <i>Youtube</i> mengenai ekosistem dan desain terarium.
Kemampuan berkomunikasi terkait perubahan iklim	➤ Melakukan penelitian terkait perubahan iklim. ➤ Melakukan penelitian terkait solusi mengatasi perubahan iklim (hujan lebat). ➤ Menyusun laporan penelitian.	1. Melakukan simulasi ekosistem tanpa komponen biotik. 2. Memahami pentingnya menjaga komponen biotik (tumbuhan) untuk menjaga keseimbangan ekosistem 3. Melakukan simulasi hujan 4. Memahami pentingnya tidak merusak hutan untuk mencegah dampak longsor & banjir. 5. Mendeskripsikan hubungan aktivitas negatif manusia dalam berkontribusi memperparah dampak perubahan iklim 6. Menyusun laporan sederhana dari kegiatan.
Kemampuan melakukan penelitian terkait	➤ Memahami dampak perubahan iklim. ➤ Memahami cara	1. Mampu menyebutkan dampak potensi bencana yang akan terjadi karena

INDIKATOR	SUB INDIKATOR	MATERI UJI
perubahan iklim	menanggulangi dampak perubahan iklim.	perubahan iklim (hujan lebat). 2. Menjelaskan cara mengurangi dampak perubahan iklim dengan menjaga ekosistem.
Menyadari dampak perubahan iklim	➤ Mengkomunikasikan dengan pihak lain terkait perubahan iklim. ➤ Melakukan diskusi tentang cara mengurangi dampak perubahan iklim dengan kelompok lain.	1. Melaksanakan presentasi hasil di depan kelas 2. Melakukan diskusi terbuka dengan kelompok lain tentang cara-cara lain dapat mengurangi dampak perubahan iklim 3. Merefleksi dan evaluasi berdasarkan tanggapan

3.1.5. *Tindak Lanjut Pengembangan Perangkat Pembelajaran*

Tahap lebih lanjut dari frame work pembelajaran RBL-STEAM ini yaitu mengembangkan perangkat pembelajaran. Model pengembangan pembelajaran yang dilakukan menggunakan model ADDIE (Analysis Design, Development, Implementation, Evaluation). Model ADDIE digunakan mengembangkan perangkat pembelajaran RBL-STEAM pada aktivitas pemanfaatan toples kaca bekas dalam pembuatan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa.

Penjelasan setiap tahapan pengembangan pengembangan perangkat RBL-STEAM yang dilakukan diantaranya:

1. Tahap analisis, yaitu menganalisis kebutuhan dan karakteristik siswa, media pembelajaran, materi dan proses pembelajaran;
2. tahap perancangan, yaitu merancang aktivitas pembelajaran yang mengintegrasikan model pembelajaran RBL dengan STEAM. Dalam tahap ini dilakukan juga perancangan perangkat pembelajaran diantaranya Silabus, RPP, LKPD, *pretest-posttest*, dan instrumen lain yang mendukung;
3. tahap pengembangan, adalah kegiatan validasi yang dilakukan oleh ahli pembelajaran SD dan praktisi (Guru SD), diantaranya validasi isi, validasi format, validasi bahasa dan tingkat kepraktisan. Selain itu dilakukan juga uji coba skala kecil (4-5 siswa) dari perangkat pembelajaran RBL-STEAM yang

telah dikembangkan yang kemudian akan dianalisis untuk menentukan tingkat kepraktisan;

4. tahap implementasi, adalah kegiatan penerapan pembelajaran RBL-STEAM (uji coba skala besar) yang telah dinyatakan valid untuk mengetahui efektifitas bahan ajar RBL-STEAM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa SD pada kegiatan pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem;
5. tahap evaluasi, yaitu kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan model RBL dengan pendekatan STEAM pada tahap sebelumnya telah optimal dilaksanakan untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa. Pada tahap ini digunakan statistik inferensial untuk mengolah data hasil belajar siswa.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengembangan framework, diketahui bahwa model pembelajaran RBL-STEAM dalam kegiatan pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem telah memenuhi unsur-unsur yang mendukung peningkatan literasi perubahan iklim siswa. Pendekatan multi disiplin dalam kegiatan RBL-STEAM ini dapat memperluas sudut pandang pengetahuan dan membantu siswa mengembangkan inovasi solusi dari permasalahan perubahan iklim. Hal ini sesuai dengan beberapa temuan penelitian yang menyatakan, permasalahan kompleks dalam perubahan iklim sangat membutuhkan pemahaman interdisiplin dan multidisiplin ilmu untuk memahami situasi masalah dan menyelesaikannya secara kreatif [14,16,31]. Penelitian lain mengungkapkan, karakteristik pendekatan STEAM sangat efektif untuk pendidikan perubahan iklim karena mampu membantu siswa memahami dan menyelesaikan permasalahan yang membutuhkan pemahaman banyak disiplin ilmu untuk menemukan solusi yang sesuai [30]. Beberapa hasil penelitian juga telah membuktikan bahwa pendekatan STEAM dapat diterapkan untuk meningkatkan hasil belajar [3], menguatkan literasi perubahan iklim siswa [20] dan memiliki dampak positif pada pengembangan sikap peduli terhadap perubahan iklim [6].

Selain itu, aktivitas pembelajaran berbasis penelitian yang dilakukan dapat mendukung siswa untuk membangun sendiri pemahaman yang mendalam mengenai perubahan iklim dan berbagai dampaknya terhadap ekosistem di bumi.

Hasil tersebut sesuai dengan penelitian terdahulu yang mengungkapkan, penerapan RBL di kelas telah terbukti dapat berkontribusi untuk meningkatkan hasil belajar [1] dan kesadaran siswa terkait perubahan iklim [17]. Pada penelitian ini, siswa difasilitasi untuk mengonstruksi pengetahuan yang bermakna terkait dampak aktivitas negatif manusia pada ekosistem melalui kegiatan berbasis riset dibawah bimbingan guru. Siswa melakukan simulasi dan pengamatan secara langsung pada terarium sebagai miniatur ekosistem sehingga diharapkan mereka dapat membangun kesadaran dan pengetahuan secara bermakna mengenai aktivitas negatif manusia dalam berkontribusi memperparah dampak perubahan iklim pada ekosistem. secara khusus, implementasi RBL semacam ini dapat membantu siswa SD meningkatkan hasil belajar IPA dan pemahaman secara bermakna tentang fenomena sains di sekitar [22,29].

Aktivitas pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem dalam pembelajaran RBL-STEAM yang dilakukan dapat semakin memfasilitasi siswa untuk memperoleh gambaran permasalahan perubahan iklim secara lebih nyata bukan hanya sebatas teori di dalam kelas. Penerapan pendekatan berbasis STEAM pada pendidikan literasi perubahan iklim akan menjembatani pemahaman siswa dalam pembelajaran di kelas dengan permasalahan di dunia nyata [23]. Oleh karena itu, penerapan pembelajaran model RBL-STEAM sangat direkomendasikan untuk dikembangkan dan diterapkan dalam rangka meningkatkan literasi perubahan iklim siswa SD.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan kerangka aktivitas dari model RBL yang dipadukan pendekatan STEAM dalam kegiatan pemanfaatan toples kaca bekas dalam pengembangan terarium dengan konsep keseimbangan ekosistem. Hasil pengembangan kerangka aktivitas dalam penelitian ini memuat 6 tahapan meliputi, (1) mengajukan open problem terkait ekosistem; (2) mencari informasi di internet & memanfaatkan games simulasi; (3) berinovasi mengembangkan terarium sebagai model simulasi miniatur ekosistem; (4) Menggunakan konsep pengukuran untuk menghitung berat dan volume; (5) Menata terarium dengan estetik; (6) melakukan simulasi dan menyajikan laporan. Setiap tahapan RBL-STEAM tersebut dilengkapi dengan uraian kegiatan pembelajaran serta kerangka

instrumen penilaian literasi perubahan iklim siswa. Berdasarkan hasil pengembangan tersebut menunjukkan, pembelajaran RBL-STEAM dapat digunakan untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dikarenakan memuat unsur aktivitas pembelajaran yang mampu mendorong berkembangnya indikator-indikator literasi perubahan iklim.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memberikan ucapan terimakasih pada hibah riset keilmuan dan PUI-PT Kombinatorika dan Graf CGANT Universitas Jember serta UT Surabaya, yang telah mendukung dan memberi bimbingan pada proses penyelesaian makalah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, Z., Sukristyanto, A., Widodo, J., & Rahman, M. R. (2022). International Journal of Education & Literacy Studies. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 10(4), 153-163.
- [2] Arwan, J. F., Dewi, L., & Wahyudin, D. (2021). Urgensi Pendidikan Berbasis Perubahan Iklim Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Journal of Environmental Education and Sustainable Development*, 22(2), 23-38.
- [3] Asrizal., Dhanil, M., & Usmeldi. (2023). The Effect of STEAM on Science Learning on Student Learning Achievement: A Meta-Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1650-1657.
- [4] Azeiteiro, U. M., Filho, W. L., & Aires, L. (2018). *Climate Literacy and Innovations in Climate Change Education*. London: Springer International Publishing.
- [5] Azhar, A., Irawan, D., & Ramadhan, K. (2022). STEM Education Implementation to Enhance Student Learning Outcomes in Optics Concept. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 1023–1029.
- [6] Baek, S., Shin, H., & Kim, C. J. (2022). Development of a Climate Change SSIBL-STEAM Program Aligned to the National Curriculum for SSI Elementary School in Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 109-148.
- [7] Beswick, K., & Fraser, S. (2019). Developing mathematics teachers' 21st century competence for teaching in STEM contexts. *ZDM - Mathematics*

Education, 51(6), 955-965.

- [8] Carillo, C. G., Greca, I. M., & Hawrylak, M. F. (2021). Teacher Perspectives on Teaching the STEM Approach to Educational Coding and Robotics in Primary Education. *Education Science*, 11(64).
- [9] Choi, S. Y., Won, A. R., Chu, H. J., Cha, H. J., Shin, H., & Kim, C. J. (2021). The Impacts of a Climate Change SSI-STEAM Program on Junior High School Students' Climate Literacy. *Asia-Pacific Science Education*, 7(1), 96-133.
- [10] Chumsukon, M., & Ruangson, N. (2021). Integration of RBL and CLR to Enhance Analytical Thinking Skills of Pre-Service Teachers. *Review Of International Geographical Education*, 11(5).
- [11] Drake, S. M., & Reid, J. L. (2018). Integrated curriculum as an effective way to teach 21st century capabilities. *Asia Pacific Journal of Educational Research*, 1(1), 31–50.
- [12] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2018). Special Report, Global Warming of 1.5°C. Geneva: IPCC
- [13] Jeong, S., & Kim, H. (2015). The effect of a climate change monitoring program on students' knowledge and perceptions of STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1321–1338.
- [14] Lee, H., Chang, H., Choi, K., Kim, S.-W., & Zeidler, D. L. (2012). Developing character and values for global citizens: Analysis of pre-service science teachers' moral reasoning on socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(6), 925–953.
- [15] Luthfia, A. R., Alimin, N. N., Nugraheni, F. S. A., & Alkhajar, E. N. S. (2019). Penguatan Literasi Perubahan Iklim Di Kalangan Remaja. *Jurnal Abadimas Adi Buana*, 3(1), 39-42.
- [16] Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20(1), 541–546.
- [17] Marcella, V., & Samofalova, Y. (2022). Data-driven and research-based learning approaches to environmental education in university contexts: two case studies in Italy and Germany. *Journal of the European Confederation of*

- Language Centres in Higher Education (Cercles), 12(2), 567-586.
- [18] Milěř, T., & Sládek, P. (2011). The climate literacy challenge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 12(1), 150–156.
- [19] Park, J. G., Cheong, C., Sohn, M. H., & Yuk, H. G. (2010). The Development and Application of the Teaching Materials for Climate Literacy Cultivation in Secondary School Students. *School Education Study*, 5(2), 221–237
- [20] Park, Y. S., & Park, J. H. (2020). Exploring the Explicit Teaching Strategies in STEAM Program of Climate Change. *Asia-Pacific Science Education*, 6(1), 116–151
- [21] Rattanaprom, W. (2019). Failure of Research-Based Learning Implementation in Basic Education. *International Education Studies*, 12(4).
- [22] Rokhimi., Suryandari, K. C., & Wahyudi. (2017). Penerapan Model Research Based Learning Dalam Peningkatan Pembelajaran IPA Tentang Gaya Pada Siswa Kelas V SDN I Sikayu Tahun Ajaran 2013/2014. *Kalam Cendekia Pgsd Kebumen*, 5(3), 1-5.
- [23] Rudd, J. A., Horry, R., & Skains, R. L. (2020). You and CO₂: a Public Engagement Study to Engage Secondary School Students with the Issue of Climate Change. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 230–241.
- [24] Sabil, H., Novferma., & Indri, S. (2022). The Practice Of Using Interactive Media With Augmented Reality (Ar) Based On Steam (Science, Technology, Engineering, Arts And Mathematics) In Student Learning. *Cakrawala Pedagogik*, 6(2), 118-130.
- [25] Sanson, A. V., Van Hoorn, J., & Burke, S. E. L. (2019). Responding to the impacts of the climate crisis on children and youth. *Child Development Perspectives*, 13(4), 201–207.
- [26] Selby, D., & Kagawa, F. (2013). UNESCO Course for Secondary Teachers on CCESD: Climate Change in The Classroom. Paris: UNESCO.
- [27] Suntusia., Dafik., & Hobri. (2019). The Effectiveness of Research Based Learning in Improving Students' Achievement in Solving Two-Dimensional Arithmetic Sequence Problems. *International Journal of Instruction*, 12(1).
- [28] Suyatman., Saputro. S., Sunarno. W., & Sukarmin. (2021). The Implementation of Research-Based Learning Model in the Basic Science

Concepts Course in Improving Analytical Thinking Skills. *European Journal of Educational Research*, 10(3).

- [29] Syafitri, A., Suryandari, K. C., & Suripto. (2016). Penerapan Model Research Based Learning Dalam Peningkatan Pembelajaran IPA Kelas V Sekolah Dasar. *Kalam Cendekia PGSD Kebumen*, 4(1), 1-8.
- [30] Won, A. R., Choi, S. Y., Chu, H. E., Cha, H. J., Shin, H., & Kim, C. J. (2021). A Teacher's Practical Knowledge in an SSI-STEAM Program Dealing with Climate Change. *Asia-Pacific Science Education*, 7(1), 134–172.
- [31] Yun, S.-J. (2009). The current state and tasks of school climate change education. *Korean Journal of Environmental Education*, 22(2), 1–22.

TENTANG PENULIS PERTAMA



Penulis pertama bernama Dimas Abdi Haidar, M.Pd. Penulis dilahirkan di Jember pada tanggal 23 Januari 1996. Pendidikan sekolah dasar ditempuh di SDN Karanganyar 01 Ambulu, Jember dan lulus tahun 2008. Pendidikan selanjutnya ditempuh di SMPN 01 Ambulu, Jember hingga lulus tahun 2011. Jenjang pendidikan selanjutnya ditempuh di SMA Negeri Ambulu Jember hingga lulus tahun 2014. Selanjutnya pada tahun yang sama berkuliah di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Program studi yang diambil adalah S-1 Pendidikan Guru Sekolah Dasar dan lulus pada Januari 2018. Di Tahun yang sama penulis melanjutkan ke jenjang Magister pada program studi Pascasarjana Pendidikan Dasar di Universitas Negeri Malang dan lulus tahun 2021. Hingga kini penulis aktif mengajar sebagai guru kelas di UPTD SPF SDN Sumber Anom, Kecamatan Tamanan, Kabupaten Bondowoso. Selain itu, penulis aktif sebagai Co-Founder dalam komunitas “*Exemplary.edu*” mulai Januari 2020 sampai sekarang. Email: dimashaidar147@gmail.com.