



**KERANGKA AKTIVITAS *RESEARCH BASED LEARNING* DENGAN
PENDEKATAN STEAM: "ANALISIS TEKNOLOGI IRIGASI KAPILARITAS
DAN TETES SERTA PENYIRAM OTOMATIS BERBASIS PANEL SURYA
DENGAN SMART SENSOR UNTUK MENINGKATKAN LITERASI
PERUBAHAN IKLIM SISWA"**

O. A Safiati^a, Dafik^{bc}, D. P Lestari^d, S. Rahman^e

^aUPTD Satdik SDN Tegal Besar 04 Jember, Indonesia

^bDepartment of Sciences Education, Universitas Jember, Indonesia

^cPUI-PT Kombinatorika dan Graf, CGANT Research Group, Universitas Jember, Indonesia

^dDinas Pendidikan Kabupaten Jember

^eSMA Plus Sukowono Jember, Indonesia

Corresponding Email: octyanis@gmail.com

ABSTRACT

Climate change literacy Refers to a deep understanding and awareness of climate change issues, including knowledge of the causes, impacts, and adaptation and mitigation strategies that can be implemented. These skills include not only theoretical knowledge but also practical skills to assess climate-related information, make decisions based on evidence, and participate in dialogue and action aimed at addressing climate challenges. With adequate literacy, individuals and communities can be more effective in identifying sustainable solutions, advocating for science-based policies, and contributing to global and local efforts to address climate change, thereby helping maintain ecological balance and maintaining quality of life for future generations. The aim of this research is to increase climate change literacy among students through the application of analysis and innovative irrigation technology, including capillarity irrigation, drip irrigation, and automatic irrigation systems powered by solar panels with smart sensor integration. The main output of this research is the development of a Research Based Learning (RBL) Activity Framework with a STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Approach which focuses on capillarity and drip irrigation technology, as well as automatic watering powered by solar panels with smart sensor integration. This framework is designed to provide systematic and structured guidance for educators and students in exploring scientific concepts and their application in irrigation technology. The method used in this research is descriptive narrative related to the student activity framework. The results of this research are the results of planting a drip and absorption system and the use of solar panels in an automatic sprinkler system to increase students' climate change literacy. In this research, a Research Based Learning model was applied which was integrated with the STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) approach to increase students' climate change literacy by presenting STEAM problem solving in learning. The STEAM problem raised in this research is the impact of climate change on the environment. The results of this research are in the form of a STEAM problem formulation, integration of RBL_STEAM syntax and including a description of five STEAM studies, and finally the development of a climate change literacy assessment instrument.

Keywords: RBL-STEAM, Capillarity and Drip Irrigation, Automatic Sprinklers, Solar Panels, Smart Sensors, Student Climate Change Literacy.

ABSTRAK

Literasi perubahan iklim merujuk pada pemahaman mendalam dan kesadaran tentang isu-isu perubahan iklim, termasuk pengetahuan tentang penyebab, dampak, serta strategi adaptasi dan mitigasi yang dapat diterapkan. Kepiawaian ini tidak hanya mencakup pengetahuan teoritis tetapi juga keterampilan praktis untuk menilai informasi terkait iklim, membuat keputusan berdasarkan bukti, dan berpartisipasi dalam dialog serta aksi yang bertujuan mengatasi tantangan iklim. Dengan literasi yang memadai, individu dan komunitas dapat lebih efektif dalam mengidentifikasi solusi yang berkelanjutan, mengadvokasi kebijakan

yang berbasis sains, dan berkontribusi pada upaya global dan lokal dalam menghadapi perubahan iklim, sehingga membantu menjaga keseimbangan ekologis dan mengamankan kualitas hidup bagi generasi mendatang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan literasi perubahan iklim di kalangan siswa melalui penerapan dan analisis teknologi irigasi inovatif, termasuk irigasi kapilaritas, irigasi tetes, dan sistem penyiraman otomatis yang ditenagai oleh panel surya dengan integrasi smart sensor. Luaran utama dari penelitian ini adalah pengembangan Kerangka Aktivitas Research Based Learning (RBL) dengan Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) yang terfokus pada teknologi irigasi kapilaritas dan tetes, serta penyiraman otomatis yang ditenagai oleh panel surya dengan integrasi smart sensor. Kerangka ini dirancang untuk menyediakan pedoman yang sistematis dan terstruktur bagi pendidik dan siswa dalam mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah dan penerapannya dalam teknologi irigasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif naratif terkait dengan kerangka aktivitas siswa. Hasil dari penelitian ini adalah hasil tanam system tetes dan serapan serta pemanfaatan panel surya dalam system penyiram otomatis untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa. Pada penelitian ini diterapkan model Research Based Learning yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dengan menghadirkan pemecahan masalah STEAM didalam pembelajaran. Permasalahan STEAM yang diangkat pada penelitian ini adalah dampak perubahan iklim terhadap lingkungan. Dari hasil penelitian ini berupa rumusan masalah STEAM, integrasi sintaksis RBL_STEAM dan termasuk deskripsi lima kajian STEAM, dan terakhir adalah pengembangan instrument penilaian literasi perubahan iklim

Kata Kunci: RBL-STEAM, Irigasi kapilaritas dan Tetes, Penyiram Otomatis, Panel Surya, Smart Sensor, Literasi Perubahan iklim Siswa

PENDAHULUAN

Pentingnya literasi perubahan iklim tidak bisa diremehkan, mengingat ia menjadi fondasi bagi individu dan masyarakat untuk memahami dan merespons secara efektif terhadap salah satu tantangan paling mendesak di era modern ini. Literasi iklim adalah kemampuan untuk memahami ruang lingkup iklim, menggunakan pengetahuan ilmiah dan membantu membuat keputusan tentang fenomena alam dan interaksinya dengan manusia (Rosmiati, 2022). Dengan literasi perubahan iklim, orang dapat mengidentifikasi dan memahami penyebab serta konsekuensi dari perubahan iklim, yang meliputi peningkatan suhu global, perubahan pola cuaca, dan dampaknya terhadap biodiversitas dan keberlanjutan hidup manusia. Literasi ini juga mendorong pengembangan dan implementasi strategi adaptasi dan mitigasi yang berbasis bukti, memungkinkan individu dan komunitas untuk membuat keputusan yang terinformasi dan bertanggung jawab dalam kehidupan sehari-hari dan kebijakan publik. Dengan demikian, literasi perubahan iklim tidak hanya memperkuat kapasitas adaptif masyarakat terhadap dampak perubahan iklim, tetapi juga mendorong partisipasi aktif dalam upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mempromosikan keberlanjutan lingkungan, ekonomi, dan sosial untuk generasi sekarang dan yang akan datang.

Menurut Ockwell, D., Whitmarsh, L., & O'Neill, S. (2009) Literasi perubahan iklim adalah kemampuan individu untuk memahami, mengevaluasi, dan mengambil tindakan terhadap perubahan iklim. Literasi perubahan iklim meliputi pemahaman tentang sains perubahan iklim, dampak perubahan iklim pada lingkungan dan masyarakat, serta solusi untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Mengembangkan literasi perubahan iklim pada siswa sekolah adalah merupakan langkah yang strategis, mengingat mereka adalah agen perubahan masa depan yang akan menghadapi dampak langsung dari perubahan iklim (Purwaningtyas, 2023) Pendidikan perubahan iklim yang komprehensif di sekolah tidak hanya memperluas pengetahuan siswa tentang penyebab dan efek perubahan iklim, tetapi juga menanamkan keterampilan kritis untuk mengevaluasi informasi, memecahkan masalah, dan membuat keputusan yang berkelanjutan. Melalui kurikulum yang terintegrasi dengan konsep-konsep STEAM, siswa dapat memahami interkoneksi antara ilmu pengetahuan, teknologi, masyarakat, dan lingkungan, mendorong mereka untuk berpikir secara sistematis dan multidisipliner. Memfasilitasi pengalaman belajar yang aktif melalui proyek berbasis penelitian, eksperimen, dan simulasi dapat meningkatkan keterlibatan dan memperkaya pemahaman siswa, mempersiapkan mereka untuk berkontribusi secara proaktif dalam mencari solusi inovatif dan berkelanjutan terhadap tantangan perubahan iklim. Dengan demikian, membangun literasi perubahan iklim di kalangan siswa tidak hanya membekali mereka dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk masa depan, tetapi juga menanamkan nilai-nilai kepedulian terhadap lingkungan dan tanggung jawab sosial.

Terutama sekali dalam konteks penerapan Kurikulum Merdeka, literasi perubahan iklim bagi siswa menjadi semakin signifikan, mengingat kurikulum ini mendorong kebebasan belajar dan pengembangan kompetensi holistik. Literasi perubahan iklim, sebagai bagian integral dari kurikulum ini, memungkinkan siswa untuk menggali lebih dalam, memahami, dan merespons secara kritis dan kreatif terhadap isu perubahan iklim yang kompleks dan multifaset. Ini sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang tidak hanya menitikberatkan pada pengetahuan akademik tetapi juga pada pembentukan karakter serta keterampilan abad ke-21, seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kolaborasi (Pare, 2023). Melalui pendekatan pembelajaran yang lebih fleksibel dan terpusat pada siswa, mereka dapat terlibat dalam proyek-proyek inovatif, eksplorasi lapangan, dan kegiatan pembelajaran yang mendorong mereka untuk menerapkan pengetahuan tentang perubahan iklim dalam konteks nyata, mempromosikan kesadaran dan aksi nyata terhadap isu lingkungan. Dengan demikian, literasi perubahan iklim dalam Kurikulum Merdeka tidak hanya membekali siswa dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan lingkungan global, tetapi juga menumbuhkan rasa tanggung jawab dan kepemimpinan dalam upaya pelestarian lingkungan untuk masa depan yang berkelanjutan.

Salah satu model yang mampu mendorong terwujudnya literasi perubahan iklim adalah dengan menerapkan RBL-STEAM dalam pembelajaran. Penerapan model Research Based Learning (RBL) yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) dalam pembelajaran diperkirakan akan mampu mendorong literasi perubahan iklim. Melalui pembelajaran STEAM, siswa memiliki literasi sains dan teknologi yang nampak dari membaca, menulis, mengamati, serta melakukan sains sehingga dapat dijadikan bekal untuk hidup bermasyarakat dan memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan bidang ilmu STEM (Mayasari et al., 2014, p.376). Hasil Model RBL-STEAM ini mendorong siswa untuk terlibat langsung dalam proses penelitian dan pemecahan masalah, memungkinkan mereka untuk menerapkan konsep-konsep ilmiah dalam konteks nyata, khususnya dalam memahami dan mengatasi isu perubahan iklim. Dengan demikian, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis seperti analisis data, pemikiran kritis, dan kolaborasi tim. Integrasi STEAM dalam RBL memperkaya pengalaman belajar dengan memanfaatkan teknologi, rekayasa, dan matematika untuk memahami dan mencari solusi terhadap masalah lingkungan. Pendekatan ini mendukung pembelajaran aktif dan mendorong siswa untuk menjadi pembelajar yang mandiri, inovatif, dan mampu beradaptasi, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim. Melalui RBL-STEAM, siswa tidak hanya meningkatkan literasi perubahan iklim mereka tetapi juga mempersiapkan diri dengan keterampilan yang dibutuhkan untuk menjadi pemimpin dan inovator di masa depan dalam bidang keberlanjutan dan pelestarian lingkungan.

Oleh karena itu tujuan utama penelitian ini adalah mengajak siswa untuk melakukan analisis teknologi irigasi inovatif, termasuk irigasi kapilaritas, irigasi tetes, dan sistem penyiraman otomatis yang ditenagai oleh panel surya dengan integrasi smart sensor dalam rangka meningkatkan literasi perubahan iklim mereka. Sebagaimana kita ketahui bahwa irigasi kapilaritas, irigasi tetes, dan sistem penyiraman otomatis yang ditenagai oleh panel surya merupakan teknologi canggih dalam bidang pertanian yang bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan air serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Irigasi kapilaritas menggunakan prinsip aksi kapilar untuk menyuplai air secara langsung ke zona akar tanaman, memungkinkan penggunaan air yang efisien dan mengurangi pemborosan (Halaududin, et al 2022). Irigasi tetes, di sisi lain, memberikan air secara langsung dan perlahan ke akar tanaman melalui sistem pipa dan penetes, meminimalisir penguapan dan limpasan, sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih sehat. Energi surya sebagai sumber energi terbarukan dapat dikembangkan untuk pembangkit tenaga listrik yang berdiri sendiri atau disalurkan melalui jaringan listrik secara interkoneksi terutama pada daerah katulistiwa khususnya Indonesia (Widiyanti, 2021). Sistem penyiraman otomatis yang ditenagai oleh panel surya mengintegrasikan teknologi tenaga surya untuk mengoperasikan sistem irigasi, mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan mempromosikan penggunaan energi terbarukan. Dengan integrasi smart sensor, sistem ini dapat secara otomatis menyesuaikan jadwal dan volume penyiraman berdasarkan kondisi tanah dan cuaca, memaksimalkan efisiensi penggunaan air dan energi. Kombinasi dari ketiga teknologi ini tidak hanya mendukung praktik pertanian yang berkelanjutan tetapi juga menawarkan solusi adaptif terhadap tantangan perubahan iklim dengan memanfaatkan sumber daya secara bijaksana dan mengurangi jejak lingkungan dari aktivitas pertanian.

Untuk mewujudkan tujuan di atas maka dalam penelitian ini akan dikembangkan *Kerangka Aktivitas Research Based Learning dengan Pendekatan STEAM terkait Analisis Teknologi irigasi kapilaritas dan Tetes serta Penyiram Otomatis Berbasis Panel Surya dengan Smart Sensor untuk Meningkatkan Literasi Perubahan Iklim Siswa*. Dalam kerangka tersebut akan digunakan model RBL dan pendekatan holistik STEAM yang mengintegrasikan konsep-konsep sains, teknologi, rekayasa, dan

matematika. Kerangka ini dirancang untuk memberikan siswa pengalaman belajar yang interaktif dan hands-on dan minds-on, di mana mereka dapat mengeksplorasi dan menganalisis cara kerja teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta sistem penyiraman otomatis yang efisien dan ramah lingkungan. Siswa akan dilibatkan dalam proyek penelitian yang menerapkan metodologi ilmiah untuk mengamati, mengumpulkan data, menganalisis, dan menarik kesimpulan tentang efektivitas teknologi tersebut dalam mengurangi penggunaan air dan energi. Integrasi sensor pintar dan panel surya dalam sistem irigasi menawarkan kesempatan untuk memahami aplikasi energi terbarukan dan otomasi dalam pertanian, mengaitkannya dengan upaya mitigasi perubahan iklim. Melalui kerangka ini, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teknis dan ilmiah yang mendalam tetapi juga mengembangkan kesadaran dan literasi mereka tentang perubahan iklim, mempersiapkan mereka untuk menjadi pemikir kritis dan inovator yang berkontribusi pada solusi berkelanjutan untuk masa depan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif naratif untuk mendalami integrasi RBL (Research Based Learning) dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, art and Mathematics) dalam konteks literasi perubahan iklim. Proses penelitian ini terstruktur dalam beberapa tahapan sistematis:

1. **Pengumpulan Literatur:** Tahap awal melibatkan pengumpulan dan review literatur ekstensif yang berkaitan dengan RBL dan STEAM, serta eksplorasi problematika yang ada dalam pendidikan STEAM. Ini termasuk memahami bagaimana RBL dan STEAM telah diterapkan dalam konteks pendidikan sebelumnya dan potensi mereka untuk meningkatkan pemahaman tentang perubahan iklim.
2. **Pengembangan Kerangka Sintaksis:** Berdasarkan literatur yang direview, dikembangkanlah kerangka sintaksis untuk integrasi RBL-STEAM dalam menangani problematika STEAM. Kerangka ini akan menyediakan pedoman tentang bagaimana konsep-konsep dari RBL dan STEAM dapat diintegrasikan untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang kohesif dan efektif.
3. **Penetapan Capaian Pembelajaran dan Tujuan:** Tahap selanjutnya adalah menetapkan capaian pembelajaran yang diharapkan dari penerapan kerangka ini, beserta tujuan spesifik yang ingin dicapai. Ini termasuk pengembangan kesadaran dan pemahaman siswa tentang perubahan iklim melalui lensa STEAM.
4. **Pengembangan Indikator dan Sub-Indikator:** Untuk mengukur efektivitas kerangka pembelajaran, dikembangkan indikator dan sub-indikator yang spesifik terkait dengan literasi perubahan iklim. Indikator-indikator ini akan membantu dalam menilai sejauh mana pembelajaran memengaruhi pemahaman siswa tentang perubahan iklim.
5. **Analisis Peran Empat Elemen STEAM:** Menyelidiki bagaimana masing-masing elemen dalam STEAM (Sains, Teknologi, Rekayasa, seni dan Matematika) berkontribusi dalam memecahkan problematika perubahan iklim, memberikan siswa perspektif yang beragam dan mendalam.
6. **Deskripsi Tahapan RBL dengan Aktivitas Pembelajaran:** Setiap fase dari RBL akan diuraikan secara detail, menunjukkan bagaimana siswa dapat terlibat dalam pembelajaran yang berbasis penelitian, dari perumusan pertanyaan, pengumpulan data, analisis, hingga penyajian temuan.
7. **Pengembangan Instrumen Penilaian:** Tahap akhir melibatkan pengembangan instrumen penilaian yang akan digunakan untuk mengukur capaian literasi perubahan iklim siswa, berdasarkan indikator dan sub-indikator yang telah ditetapkan. Instrumen ini akan membantu dalam mengevaluasi keefektifan kerangka RBL-STEAM dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap perubahan iklim.

Melalui pendekatan kualitatif naratif ini, penelitian bertujuan untuk menghasilkan insight mendalam tentang bagaimana integrasi RBL dan STEAM dapat memperkaya pembelajaran siswa dan meningkatkan literasi mereka terhadap isu kritis terkait dengan perubahan iklim.

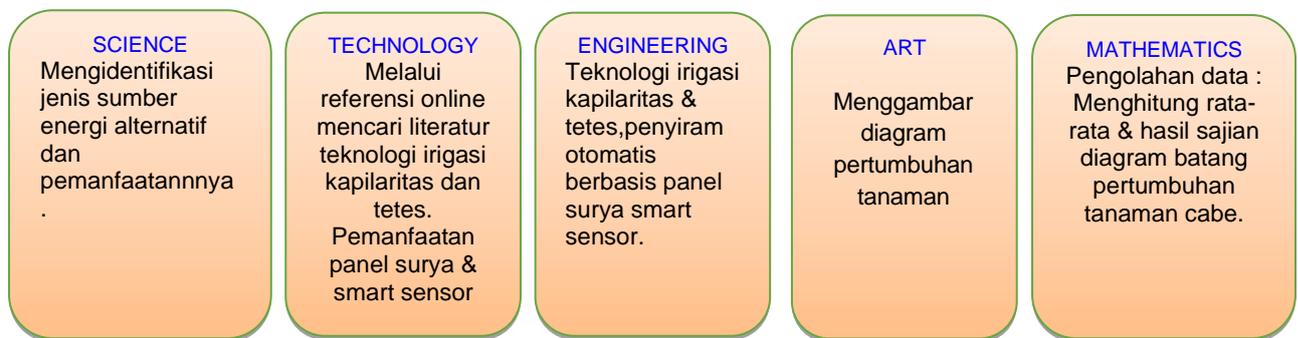
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintaks Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEAM

Berikut ini akan disajikan kerangka kerja untuk mengintegrasikan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam memecahkan masalah perubahan iklim serta pemanfaatan panel surya dan smart sensor dalam upaya penghematan listrik dan air untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. Kerangka kerja dikembangkan berdasarkan sintaks yang diusulkan dalam (Gita et al. 2021). Pada tahap awal sintaks RBL adalah mengajukan masalah yang timbul dari masalah terbuka kelompok peneliti. Penelitian ini difokuskan pada analisis teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta pengembangan penyiram otomatis dengan pemanfaatan panel surya dan smartsensor, dimana didalam pembelajaran ini memuat lima unsur STEAM. Secara detail *framework* integrasi *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM ini dapat dilihat pada Gambar

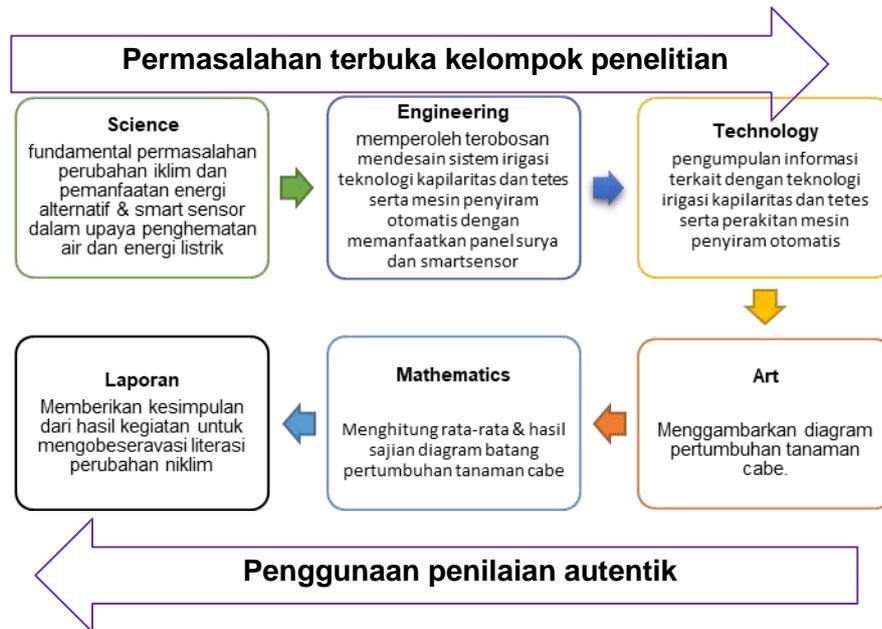
1.

Perubahan iklim menjadi masalah serius bagi makhluk hidup di bumi. Isu perubahan iklim menjadi penting karena berdampak terhadap lingkungan, masyarakat dan ekonomi. Peningkatan suhu rata-rata global telah meningkat secara signifikan, peningkatan ini disebabkan oleh peningkatan gas emisi rumah kaca. Untuk mengurangi dampak dari perubahan iklim tersebut perlunya literasi perubahan iklim pada siswa melalui penanaman cabe dengan Mengingat harga cabe yang terkadang tidak stabil bahkan meroket disebabkan gagal panen akibat dari perubahan iklim. Melalui penelitian ini, selain mengetahui hasil analisis irigasi kapilaritas dan tetes juga dikembangkan solusi yang memanfaatkan panel surya dan smartsensor dalam upaya penghematan energi listrik dan air.



Gambar 1. Unsur-Unsur STEAM untuk meningkatkan literasi perubahan iklim

Hasil dari penelitian ini yaitu data hasil analisis teknologi irigasi kapilaritas dan tetes untuk mengukur keefektifan penyiraman pada tanaman serta pengenalan penyiram otomatis dengan memanfaatkan panel surya dan smartsensor. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan pengalaman kepada siswa untuk dapat mengolah informasi yang relevan dan memiliki kesadaran akan tindakan yang harus dilakukan dalam menghadapi dampak perubahan iklim disekitar lingkungannya. Dalam RBL-STEAM akan melakukan tahapan-tahapan sebagai berikut (1) permasalahan mendasar yang berkaitan dampak perubahan iklim dan pemanfaatan panel surya (energi alternatif) dalam upaya penghematan energi listrik dan air (2) memperoleh terobosan menerapkan teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta merakit mesin penyiram otomatis dengan memanfaatkan panel surya dan smartsensor, (3) pengumpulan informasi terkait dengan teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta perakitan mesin penyiram otomatis, (4) menggambarkan diagram pertumbuhan tanaman , (5) menghitung rata-rata pertumbuhan tanaman baik dari hasil teknologi irigasi kapilaritas maupun tetes (6) melaporkan hasil penelitian dan observasi literasi perubahan iklim siswa. Secara rinci framework integrasi RBL-STEAM ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Framework Sintaks *Research-Based Learning* dengan STEAM.

Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Capaian pembelajaran yang dicapai yaitu siswa dapat mengidentifikasi jenis sumber energi alternatif dan pemanfaatannya dilanjutkan dengan pengolahan data dengan menghitung rata-rata pertumbuhan tanaman cabe serta membuat diagram pertumbuhan tanaman cabe. Tujuan pembelajaran yang dihasilkan *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEAM akan memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di bidang sains, teknologi, teknik, seni dan matematika. Tujuan-tujuan tersebut dipaparkan sebagai berikut.

Sains

Siswa mampu mengidentifikasi jenis sumber energi alternatif dan pemanfaatannya.

Siswa memahami sifat air (daya kapilaritas, mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, Menekan ke segala arah)

Teknologi

Siswa dapat menunjukkan keterampilan literasi dalam mencari informasi terkait teknologi irigasi kapiaritas dan tetes.

Siswa memahami cara kerja mesin penyiram otomatis dengan memanfaatkan panel surya dan smartsensor

Teknik

Siswa mampu merakit teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta pemanfaatan panel surya dan smart sensor pada mesin penyiram otomatis

Seni

Siswa mampu membuat diagram hasil pertumbuhan tanaman cabe

Matematika

Siswa diharapkan mampu menganalisis data hasil pertumbuhan tanaman cabe dengan mencari rata-rata pertumbuhannya

Analisis Teknologi Irigasi Kapilaritas dan tetes serta pemanfaatan panel surya dan smart sensor dalam pembuatan mesin penyiram otomatis.

Unsur Sains (Science Element)

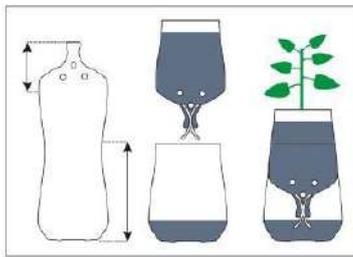
Pembelajaran sumber energi alternatif dari sinar matahari sulit untuk diterapkan di sekolah. Bahkan terkadang dalam sekolah hanya mampu menunjukkan panel suya dan pemanfaatannya dalam bentuk video. Namun dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi dapat dengan mudah membeli panel

surya secara online dengan ukuran mini dan sangat terjangkau. Dengan merakit mesin penyiram otomatis, siswa dapat langsung memahami cara kerja panel surya hingga menghasilkan energi listrik untuk menghidupkan mesin penyiram otomatis dengan pengaruh smartsensor. lihat Gambar 3. Alat dan bahan mesin penyiram otomatis.



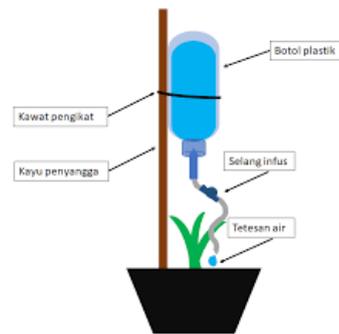
Gambar 3. Alat dan bahan perakitan mesin penyiram otomatis

Unsur Teknologi (Technology Element)



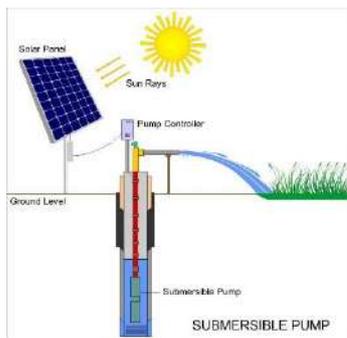
Gambar 4. Contoh Sistem irigasi teknologi kapilaritas

Sumber: *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan Politeknik Negeri Lampung*



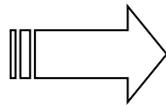
Gambar 5. Contoh Sistem irigasi tetes

Sumber: *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Vol.2, No.4 September 2022*



Gambar 6. Contoh alat penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor

Sumber: *Panel Surya Kediri SBNK*

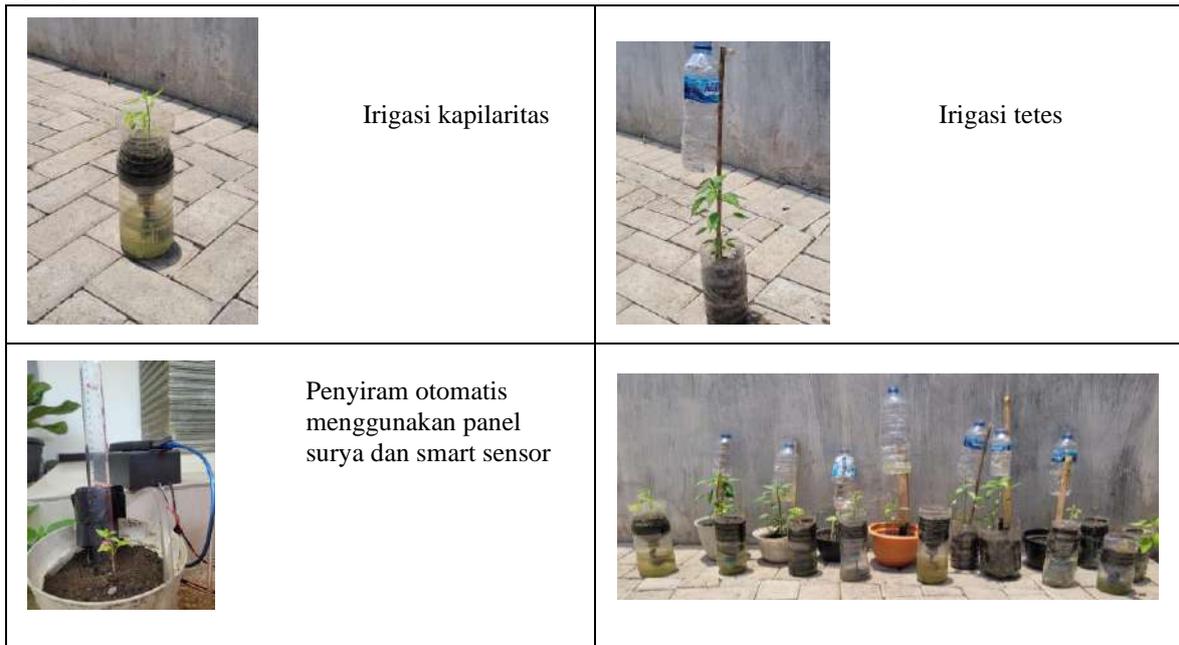


Gambar 7. Desain slat penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 jenis teknologi mikro sederhana yaitu irigasi kapilaritas dan tetes. Sedangkan teknologi modern sederhana menggunakan alat penyiram otomatis menggunakan panel surya dan smart sensor.

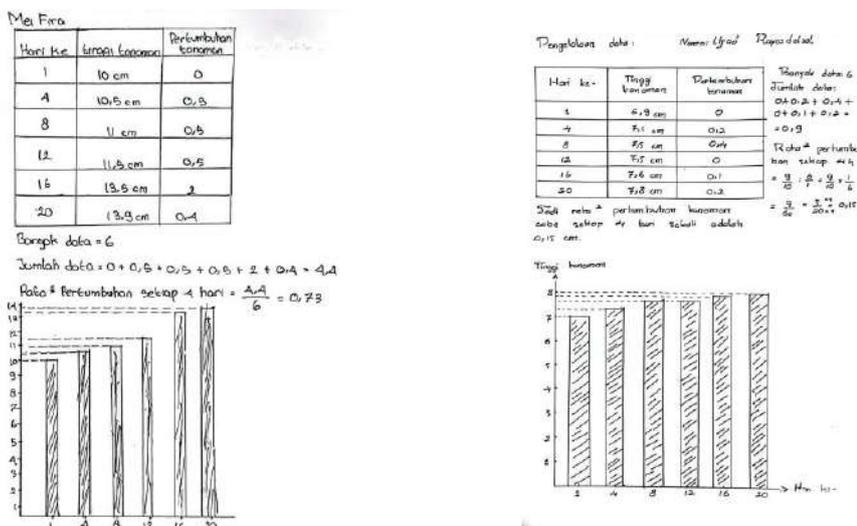
Unsur Keteknikan (Engineering Element)

Teknik Merakit Teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta merakit mesin penyiram otomatis menggunakan panel surya & smartsensor. Perakitan dikerjakan bersama dengan kelompoknya. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 siswa yang mempunyai tugas dan tanggung jawab. Dua siswa ada bertugas merakit teknologi irigasi kapilaritas 2 siswa merakit irigasi system tetes dan beberapa siswa yang memiliki minat terkait perakitan mesin penyiram otomatis selain bekerja dalam kelompoknya juga merakit pembuatan mesin penyiram otomatis. Adapun alat dan bahan yang perlu dipersiapkan diantaranya: tanaman cabe, botol bekas, kain, tanah pupuk, kayu penyangga, panel surya, mesin pompa air mini, mesin penyiram, smart sensor.



Gambar 8. Macam – macam teknik irigasi mikro

Unsur Matematika (Mathematics Element)



Gambar 9. Hasil perhitungan rata-rata pertumbuhan tanaman cabe

Konsep Matematika dalam materi ini yaitu mencari rata-rata pertumbuhan tanaman cabe setiap 4 hari sekali baik dengan teknologi irigasi kapilaritas maupun tetes. Siswa melakukan perhitungan rata-rata pertumbuhan tanaman cabe dengan mengukur tinggi tanaman setiap 4 hari sekali kemudian menggambarkan diagram pertumbuhan tinggi tanaman masing-masing siswa.. Gambar 9 Menunjukkan ilustrasi konsep perhitungan rata-rata pertumbuhan tanaman cabe untuk mengetahui efektifitas pertumbuhan tanaman menggunakan teknologi kapilaritas dan tetes. Hasil yang didapatkan dari perhitungan ini terdapat perbedaan pertumbuhan tanaman siswa. Hal ini menunjukkan pembelajaran berdiferensiasi. Banyak factor yang mempengaruhi perbedaan pertumbuhannya misalkan intensitas Cahaya, tetesan air pada setiap tanaman, sumbu yang digunakan dsb.

Setelah melakukan pembelajaran RBL yang terintegrasi dalam STEAM siswa merasakan terdapat perbaikan belajar sehingga terdapat perubahan pengetahuan yang ada pada diri siswa. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait hasil yang telah kami lakukan terkait sistem teknologi irigasi mikro, selain itu diharapkan juga untuk membantu para peneliti lainnya dalam mencari solusi untuk melakukan pengembangan pembelajaran serupa dengan materi lain.

Pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEAM dalam analisis teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta mesin penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor

Pada bagian ini akan dibahas satu per satu enam tahapan model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEAM. Keenam tahapan tersebut akan menggambarkan bagaimana siswa dalam proses pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEAM dalam menganalisis teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta mesin penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam mengurangi dampak perubahan iklim.

1. Tahap pertama (Science) terdapat masalah mendasar terkait dengan perubahan iklim dan pemanfaatan energi alternatif & smart sensor dalam upaya penghematan air dan energi listrik. Langkah yang dilakukan pada tahap ini yakni membuat sitem teknologi kapilaritas dan tetes serta penyiram otomatis dengan memanfaatkan panel surya dan smartsensor. Berikut akan dijelaskan lebih rinci pada tabel 1.

Tabel 1. Kegiatan pembelajaran STEAM pada tahap 1

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
Mengajukan permasalahan tentang pemanfaatan energi alternatif terkait dengan perubahan iklim	Penjelasan umum, mengenai pengertian, penyebab dan dampak perubahan iklim
	Tanya jawab sumber energi alternatif yang dapat kita manfaatkan sebagai pengganti energi berbahan fosil.
	Tanya jawab kegiatan yang dapat dilakukan dalam upaya penghematan energi listrik dan air
	Diskusi kelompok mengenai dampak perubahan iklim dan usaha – usaha mengatasinya

2. Tahap kedua (Engineering) hasil diskusi dan pencarian informasi melalui web menemukan terobosan mendesain teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta penyiran otomatis bebasis panel surya dan smart sensor. Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan tanya jawab terkait tanaman cabe yang akan dilakukan dengan narasumber Dinas pertanian yang juga seorang petani melalui video converence. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 2.

Tabel 2. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM pada tahap 2

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
Pengumpulan data teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta penyiram otomatis	Pencarian informasi dalam web terkait upaya menangani dampak perubahan iklim. (melakukan penanaman dan pemanfaatan barang bekas serta

	hemat energi fosil dan air) (diferensiasi konten)
	Wawancara secara video conference dengan dinas pertanian sekaligus petani terkait penanaman cabe. (diferensiasi konten)
	Siswa membagi tugas kelompok melakukan penanaman dengan teknologi irigasi kapilaritas dan tetes (diferensiasi proses)
	Siswa bersama kelompok menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan



Gambar 10. Siswa melakukan wawancara dengan narasumber melalui video conference



Gambar 11. Siswa menanam cabe menggunakan teknologi kapilaritas dan tetes

3. Tahap ketiga (Technology), pada kegiatan penanaman menggunakan system teknologi irigasi kapilaritas dan tetes. Guru memfasilitasi siswa terkait energi alternatif dengan menghadirkan narasumber robotika terkait perakitan mesin penyiram otomatis menggunakan panel surya dan smart sensor. Perhatikan table 3 untuk lebih jelasnya.

Tabel 3. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM pada tahap 3

Tahap 3	Kegiatan Pembelajaran
Memperoleh terobosan mendesain teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta mesin penyiraman otomatis berbasis panel surya dan smart sensor	Masing-masing kelompok terdiri dari 4 siswa, 2 siswa menanam dengan teknologi irigasi kapilaritas dan 2 siswa lagi menanam dengan system tetes.
	Siswa melakukan wawancara kepada narasumber terkait mesin penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor. (gaya belajar auditory)
	Siswa dengan bimbingan narasumber merakit mesin penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor. (gaya belajar kinestetik)

	Uji coba perakitan mesin penyiram otomatis pada tanaman. (gaya belajar visual)
--	--



Gambar 12. Siswa melakukan wawancara narasumber dan mempraktekkannya

- Tahap keempat (Art) adalah melakukan analisis perubahan pada tanaman cabe yang ditanama siswa selama 30 hari dan menggambarannya pada diagram batang perubahan tinggi tanaman setiap 4 hari sekali. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 4.

Tabel 4. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM pada tahap 4

Tahap 4	Kegiatan Pembelajaran
Menggambar diagram perubahan pertumbuhan tanaman selama 30 hari	Mencatat perubahan tinggi, banyak daun dan bung pada tanaman cabe
	Menggambar diagram perubahan tinggi tanaman cabe



Gambar 13. Siswa mencatat perubahan tinggi tanaman baik dengan irigasi kapilaritas maupun tetes

- Tahap kelima (Mathematics) adalah melakukan analisis dari pertumbuhan tanaman cabe baik tanaman yang ditanam dengan teknologi irigasi kapilaritas maupun tetes. Hasil analisis siswa menghitung rata-rata pertumbuhan tanaman dan membandingkan hasil tanaman menggunakan teknologi irigasi kapilaritas dengan system tetes. Diantara kedua system tanam tersebut siswa dapat menarik kesimpulan keefektifannya sehingga dapat dijadikan bahan kampanye dalam mengurangi dampak perubahan iklim dilingkungan sekitarnya.

Tabel 5. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM pada tahap 5

Tahap 5	Kegiatan Pembelajaran
Menganalisa data pertumbuhan tanaman dan	Siswa melakukan perhitungan rata-rata tinggi

keefektifan sitem irigasi teknologi dan tetes	tanaman setiap 4 hari sekali.
	Siswa membandingkan hasil rata-rata pertumbuhan tanaman cabe. Manakah yang lebih cepat tumbuh dari kedua system irigasi tersebut.
	Membuat diagram batang pertumbuha tanaman cabe setiap 4 hari sekali

6. Tahap keenam (RBL) report dilakukan oleh siswa untuk melakukan presentasi hasil penelitian terkait analisis teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor terkait dampak perubahan iklim. Membuat kesimpulan dari hasil analisis dan melakukan tindak lanjut dari hasil penelitian dengan menanam bunga di depan kelas dengan memanfaatkan galon bekas untuk membuat pot karakter dengan sistem irigasi tetes. Dalam hal ini siswa mengikuti *focus group discussion* (FGD) sehingga dapat mengamati literasi perubahan iklim siswa. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 6.

Tabel 6. Kegiatan pembelajaran RBL-STEAM pada tahap 6

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
Menyampaikan kesimpulan hasil pembelajaran yang telah dilakukan untuk konfirmasi capaian hasil belajar	Diskusi mengenai proses pembelajaran dan hasil penelitian
	Penarikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan siswa
	Guru melakukan obeservasi terhadap literasi perubahan iklim siswa dengan menggunakan lembar observasi.



Gambar 13. Hasil analisis dan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan siswa

Kerangka instrument Penilaian Keterampilan Berfikir Kombinatorial Siswa

Berikut merupakan kerangka penilaian instrument kemampuan literasi perubahan iklim siswa. Terdapat enam indicator perubahan iklim yang menunjukkan capaian hasil penelitian terkait literasi perubahan iklim, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Kerangka instrument penilaian kemampuan literasi perubahan iklim siswa

Indikator	Pengembangan indicator	Materi uji
Pemahaman dasar perubahan iklim	1. Memahami konsep dasar perubahan iklim 2. Memahami contoh – contoh perubahan iklim dalam lingkup local dan global	1. Jelaskan pengertian perubahan iklim? 2. Sebutkan contoh perubahan iklim yang disebabkan perubahan iklim dalam lingkup lokal dan global?

<p>Pemahaman penyebab perubahan iklim</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami aktivitas alam yang dapat menyebabkan perubahan iklim 2. Memahami aktivitas manusia yang dapat menyebabkan perubahan iklim 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apa saja aktivitas alam yang menyebabkan perubahan iklim? 2. Apa saja aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan iklim? 3. Jelaskan aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan iklim!
<p>Pemahaman solusi mengatasi perubahan iklim</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menemukan solusi untuk mengatasi perubahan iklim lingkup lokal 2. Memberikan ide solusi untuk mengatasi perubahan iklim lingkup global. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solusi apa yang dapat kamu sarankan untuk mengatasi perubahan iklim terutama untuk tanaman – tanaman disekitarmu? 2. Sampaikan idemu untuk mengatasi perubahan iklim di lingkup dunia!
<p>Kemampuan komunikasi terkait perubahan iklim</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkomunikasikan dengan pihak lain terkait perubahan iklim 2. Melakukan diskusi tentang dampak mengurasngi dampak perubahan iklim 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apa yang akan kamu sampaikan pada gurumu supaya halaman kelas menjadi sejuk? 2. Apa yang akan kamu sampaikan kepada orangtuamu supaya halaman rumahmu menjadi sejuk? 3. Apa yang akan kamu sampaikan kepada guru ketika tanaman layu ? 4. Apa yang akan kamu sampaikan kepada orangtuamu jika tanaman layu?
<p>Kemampuan melakukan penelitian terkait perubahan iklim</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan penelitian terkait perubahan iklim berupa menanam cane dengan sitem teknologi kapilaritas dan tetes. 2. Melakukan penelitian terkait solusi mengatasi perubahan iklim berupa penghematan energi listrik dan air 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kegiatan apa yang pernah kamu ikuti di lingkungan rumahmu terkait perubahan iklim? 2. Kegiatan apa yang pernah kamu ikuti di lingkungan sekolahmu terkait perubahan iklim? 3. Apa yang dapat kamu lakukan untuk menghemat air terhadap tanamanmu? 4. Bagaimana cara menghemat listrik sebagai upaya mengurangi polusi? 5. Solusi apa yang pernah kamu lakukan untuk mengatasi perubahan iklim?
<p>Menyadari dampak perubahan iklim</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami dampak perubahan iklim 2. Menyampaikan sikap untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jelaskan bagaimana kehidupan di bumi jika perubahan iklim berlangsung-terius menerus dan tidak tertangani? 2. Jelaskan bagaimana usaha-

		usaha yang dapat kamu lakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim?
--	--	--

Tindak Lanjut Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Untuk tahap pengembangan perangkat pembelajaran, akan digunakan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) yang dikembangkan oleh Raiser dan Mollenda. Model ini terdiri dari analisis, merancang, mengembangkan, implementasi dan evaluasi. Pertama: Tahap analisis yaitu menganalisis karakteristik siswa, materi dan proses pembelajaran, serta media pembelajaran yang akan digunakan. Kedua: Tahap perancangan adalah merancang integrasi model RBL ke dalam pendekatan STEAM. Pada tahap ini, bahan ajar yaitu silabus, RPP, LKPD, pre-test, post-test, dan instrumen penilaian lainnya, disiapkan oleh guru. Ketiga: Tahap pengembangan, yaitu uji coba bahan ajar dan instrumen untuk mengecek keabsahan bahan ajar serta kepraktisan. Hasil validasi berupa validitas isi, validitas format, validitas bahasa, dan tingkat kepraktisan. Keempat: Tahap implementasi untuk mengetahui keefektifan bahan ajar RBL-STEAM dalam meningkatkan kemampuan literasi perubahan iklim siswa. Kelima: Tahap evaluasi merupakan kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEAM dapat meningkatkan kemampuan literasi perubahan iklim siswa dalam menerapkan system teknologi irigasi kapilaritas dan tetes serta penyiram otomatis berbasis panel surya dan smart sensor.

PEMBAHASAN

Hasil dari aktivitas pembelajaran *research based learning* dengan pendekatan STEAM: Analisis Teknologi irigasi kapilaritas dan Tetes serta Penyiram Otomatis Berbasis Panel Surya dengan Smart Sensor untuk Meningkatkan Literasi Perubahan iklim siswa ini sangat bermanfaat untuk dipelajari. Sejalan dengan hasil penelitian Eri Gas Ekaputra, 2017 abhawa sistem irigasi tetes untuk budidaya tanaman cabai dan layak untuk diterapkan. Hasil analisis teknologi irigasi pada penelitian ini dapat menjadi pedoman dalam melakukan penelitian lebih mendalam pada aktivitas penelitian berikutnya. Setidaknya ada dua kegiatan penelitian lagi yang dapat dilakukan lebih lanjut yakni: (1) mengembangkan materi pembelajaran RBL-STEAM dengan model pengembangan ADDIE, (2) menganalisis implementasi pembelajaran RBL-STEAM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam pemanfaatan Teknologi irigasi kapilaritas dan Tetes serta Penyiram Otomatis Berbasis Panel Surya dengan Smart Sensor untuk Meningkatkan Literasi Perubahan iklim siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEAM: Analisis Teknologi irigasi kapilaritas dan Tetes serta Penyiram Otomatis Berbasis Panel Surya dengan Smart Sensor untuk Meningkatkan Literasi Perubahan iklim siswa ini dapat diuraikan dan disimpulkan sebagai berikut : a) Hasil penelitian ini menggambarkan bagaimana sintaksis RBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM. Hasil utama adalah sebuah inovasi pembelajaran yang dapat memotivasi belajar siswa dan hasil berupa kerangka aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEAM: Analisis Teknologi irigasi kapilaritas dan Tetes serta Penyiram Otomatis Berbasis Panel Surya dengan Smart Sensor untuk Meningkatkan Literasi Perubahan iklim. Dari hasil penelitian ini siswa dapat melakukan tindakan di lingkungan sekitarnya yang dapat mengurangi dampak perubahan iklim. b) Hasil belajar siswa terkait energi alternatif dan pengolahan data menunjukkan hasil yang memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eri Gas Ekaputra, dkk. (2017). Rancang bangun Sistem Irigasi Tetes Untuk Budidaya Cabai (*Capsicum Annum L.*) Dalam GreenHouse di Nagari Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal irigasi-Vol 11, No 2*
- Friska Ayu Fitrianti, dkk. (2023). Workdhop Pemanfaatan Sel Surya sebagai Sumber Energi Listrik pada siswa SDn Bugangan 03 Semarang. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN), vol 3, No 22*

- Mayasari, T., Kadorahman, A., & Rusdiana, D. (2014). Pengaruh Pembelajaran Terintegrasi Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Pada Hasil Belajar Peserta Didik: Studi Meta Analisis. Surabaya: UNESA Prosiding Semnas Pensa VI “Peran Literasi Sains”, 371-377.
- Gita, R. S. D., Waluyo, J., Dafik, & Indrawati. (2021). On the shrimp skin chitosan STEAM education research-based learning activities: Obtaining an alternative natural preservative for processed meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 747(1).
- M.Syarifuddin, Suhendra, nanang Sugianto & Supiyati. (2022). Budidaya Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*. L) menggunakan Teknologi Irigasi Kapilaritas Bagi Kelompok PKK Desa Tang Pauh, Kabupaten Bengkulu Tengah. *e-journal.unib.ac.id*, Vol 2, issue 1, June 2022
- Pare, A. (2023). Pendidikan Holistik untuk Mengembangkan Keterampilan Abad 21 dalam Menghadapi Tantangan Era Digital. *Jurnal Pendidikan tambusai* Vol 7 No 3
- Purwaningtyas, R. (2023). Aktivitas Pembelajaran Rbl Dengan Pendekatan Steam: Pemanfaatan Waste Bottle Untuk Pengembangan Sistem Sirkulasi Darah Pada Manusia Berbantuan Augmented Reality (Ar) dan Kaitannya Dengan Perubahan Suhu Tubuh Dalam Meningkatkan Literasi Perubahan Iklim Siswa. *Book Chapter CGANT 2023*
- Rosmiati, M. Satriawan. (2022). Pengembangan Modul Digital Materi Kebumian Untuk Meningkatkan Literasi Iklim di Indonesia. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika* Vol. 6(2)
- Wahyu Arini. (2019). Tingkat Daya Kapilaritas Jenis Sumbu Pada Hidroponik Sistem WICK Terhadap Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum* L.) . *Jurnal Perspektif Pendidikan* Vo 13, No 1 (2019)
- Widiyanti, W. W. (2021). Penerapan Inovasi Teknologi Mesin Pengolah Tahu Smart Energi Solar Cell Untuk Pengusaha Tahu Desa Wates, Kediri, Jawa Timur. *Jurnal Pengabdian, Pendidikan Dan Teknologi*, 2(2), 118-121