

BAB IV

AKTIVITAS PEMBELAJARAN RBL-STEM: PEMANFAATAN CARDBOARD BEKAS, MACHINE LEARNING DAN ROBOTIKA DALAM KLASIFIKASI BUAH UNTUK PROTOTYPING PENGEMASAN CERDAS DALAM MENINGKATKAN LITERASI PERUBAHAN IKLIM SISWA

O A Safiati¹, T D Prastiti⁵, Idha Novianti⁵, Endang Wahyuningrum⁵, Dafik^{2,3}, Z R Ridlo^{3,4}

¹UPTD Satdik SDN Tegal Besar 04 Jember, 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: octyanis@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kurikulum merdeka merupakan upaya pemerintah dalam menangani *learning loss* akibat pandemic covid-19. Pada kurikulum merdeka diperlukan pembiasaan guru dalam menerapkan pembelajaran secara kontekstual. Kontekstual dalam hal perubahan iklim menjadi isu global yang mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Perubahan iklim adalah masalah serius yang menimbulkan ancaman bagi semua orang di bumi. Dampak perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global saat ini sudah semakin terlihat di seluruh dunia [6]. Seperti diketahui, pemanasan global yang semakin meningkat menyebabkan perubahan iklim yang berdampak negatif pada seluruh aspek kehidupan manusia. Pentingnya literasi perubahan iklim dalam menghadapi tantangan lingkungan yang dihadapi saat ini untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Menurut Ockwell, D., Whitmarsh, L. & O'Neill, S., literasi perubahan iklim adalah kemampuan individu untuk memahami, mengevaluasi, dan mengambil tindakan terhadap perubahan iklim [14]. Johnston menyatakan bahwa literasi perubahan iklim merupakan kunci dalam mengembangkan pemahaman masyarakat tentang perubahan iklim, mempromosikan kesadaran tentang dampaknya, dan mendorong tindakan yang berkelanjutan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh perubahan iklim [12].

Tantangan besar dalam meningkatkan literasi perubahan iklim menjadi kunci dalam menghadapi dan mengatasi tantangan dampak perubahan iklim di masa depan [10]. Literasi perubahan iklim meliputi pemahaman tentang sains perubahan iklim, dampak perubahan iklim pada lingkungan dan masyarakat, serta solusi untuk mengurangi dampak perubahan iklim [9]. Individu yang memiliki literasi perubahan iklim yang baik dapat berkontribusi dalam mengurangi dampak perubahan iklim melalui tindakan-tindakan yang dilakukan di lingkungan sekitarnya. Dalam konteks ini, perlunya pemahaman sejak dini mengenai tindakan dalam mengurangi dampak perubahan iklim.

Terdapat enam indikator utama literasi perubahan iklim, yaitu: (1) pemahaman dasar perubahan iklim, (2) pemahaman penyebab perubahan iklim, (3) pemahaman solusi mengatasi perubahan iklim, (4) kemampuan berkomunikasi terkait perubahan iklim, (5) kemampuan melakukan penelitian terkait perubahan iklim, serta (6) menyadari dampak perubahan iklim. Keempat domain ini harus dimiliki peserta didik agar dapat memecahkan permasalahan matematika pada kehidupan sehari-hari.

Untuk mengurangi dampak perubahan iklim sejak dini dapat dikenalkan kepada siswa di sekolah. Dalam hal ini penulis mengintegrasikan model pembelajaran RBL dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. RBL (*research based learning*) merupakan pembelajaran yang menuntut siswa mampu menemukan, mengeksplorasi (mengembangkan pengetahuan) untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi, dan menguji kebenaran pengetahuan tersebut [15]. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan minat siswa yang berfokus pada pemanfaatan teknologi, integrasi antar-mata pelajaran dan pembelajaran berbasis proyek menjadi alternatif strategi yang efektif [1]. Sedangkan menurut Healey tujuan RBL adalah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses penemuan ilmiah dan pemahaman yang mendalam atas materi pembelajaran [5]. Ada berbagai strategi pembelajaran berbasis riset yang berhasil menggabungkan pengajaran dan penelitian. Penekanan pada pendekatan berbasis riset ini membekali siswa dengan pembelajaran yang lebih dalam dan bermakna [2]. Sehingga RBL berkontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan siswa dalam

mengenali, mengawasi, dan mengatur pemahaman mereka terhadap permasalahan yang dihadapi, dan meningkatkan kemampuan mereka dalam mencari solusi dan berpikir kritis [3].

Pendekatan pembelajaran berbasis penelitian dalam konteks Pendidikan, STEM memungkinkan eksplorasi mendalam mengenai sifat-sifat dan penerapannya dalam bidang ilmu pangan [4]. STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah pendekatan pendidikan yang menekankan integrasi dan interkoneksi antar disiplin ilmu, yang bertujuan untuk mengajarkan siswa keterampilan kritis, pemecahan masalah, dan pemahaman mendalam tentang konsep-konsep ilmiah dan teknologi. Siswa didorong untuk belajar melalui metode eksperimen dan proyek yang praktis, yang memungkinkan mereka untuk menghubungkan teori dengan aplikasi nyata [8]. Aktivitas RBL dengan pendekatan STEM yang diangkat pada penelitian ini adalah pemanfaatan *cardboard* bekas dalam upaya meminimalisir limbah anorganik yakni pembuatan replika mesin produksi yang diharapkan siswa mampu memahami proses pengemasan cerdas pada sebuah pabrik industri dengan melakukan simulasi pengemasan cerdas pada buah jeruk nipis berbantuan teknologi *machine learning* dan robotika.

Menurut Alpaydin, E., *machine learning* adalah cabang kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem belajar dari data tanpa harus memprogramnya secara terpisah [13]. *Teachable machine* merupakan bagian dari *machine learning* yaitu jenis mesin yang mampu belajar dari data yang diberikan oleh pengguna. *Teachable machine* yang dapat dijadikan sarana yang inovatif untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. Pembelajaran melalui klasifikasi buah menggunakan *teachable machine* dengan fokus pada jeruk nipis, yang dapat membantu menggali pemahaman tentang pentingnya keberlanjutan, pertanian lokal, dan pengurangan jejak karbon. Dalam hal ini, *teachable machine* dapat digunakan sebagai alat untuk mengenalkan dan mengajarkan konsep-konsep literasi perubahan iklim melalui klasifikasi buah, khususnya jeruk nipis. Jeruk nipis dipilih sebagai objek pembelajaran karena memiliki hubungan erat dengan isu perubahan iklim. Jeruk nipis merupakan produk lokal yang mudah didapatkan di daerah tropis seperti di Indonesia yang dapat dijadikan alternatif pengganti

terhadap kebutuhan jeruk lemon impor untuk mengurangi jejak karbon akibat distribusi impor.

Pembelajaran klasifikasi jeruk nipis dengan *teachable machine* dapat melibatkan pengenalan bentuk, warna, tekstur, dan fitur lainnya dari buah jeruk nipis. Selain itu, pembelajaran ini juga dapat mengintegrasikan informasi tentang keberlanjutan pertanian lokal, diversifikasi tanaman, dan pengurangan emisi gas rumah kaca yang terkait dengan rantai pasokan makanan.

Dalam aktivitas RBL-STEM ini, guru mengajak siswa mengidentifikasi permasalahan terkait dampak perubahan iklim, siswa dapat mengumpulkan informasi tentang pemanfaatan *cardboard* bekas. Siswa dengan kelompok merancang dan membuat miniatur mesin produksi dari *cardboard* bekas. Dengan teknologi *teachable machine*, siswa dapat mengklasifikasi jeruk nipis kualitas baik dan kualitas jelek melalui android mereka. Dari hasil klasifikasi siswa menentukan mean, median dan modus dari data yang telah dikumpulkan.

Dalam artikel ini, kita akan menjelajahi bagaimana pembelajaran dengan klasifikasi buah jeruk nipis menggunakan *teachable machine* dan robotika dapat meningkatkan literasi perubahan iklim, mengintegrasikan konsep-konsep penting seperti keberlanjutan, diversifikasi tanaman, dan pengurangan jejak karbon. Dengan demikian, pembelajaran ini diharapkan dapat mendorong partisipasi aktif dalam mengatasi perubahan iklim dan mempromosikan kesadaran akan pentingnya tindakan kolektif untuk masa depan bumi yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah metode kualitatif naratif. Penelitian ini dimulai dari mengumpulkan beberapa literatur untuk direview terkait RBL dan STEM. Termasuk juga eksplorasi terkait dengan problematika STEM. Kemudian dikembangkanlah kerangka sintaksis integrasi RBL-STEM dalam menyelesaikan problematika STEM tersebut. Selanjutnya akan disajikan pula capaian pembelajaran dan tujuannya, dan kemudian termasuk pengembangan indikator dan sub-indikator terkait dengan literasi perubahan iklim. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan menguraikan peran empat elemen STEM dalam menyelesaikan problematika di atas. Baru kemudian terakhir adalah mendeskripsikan setiap tahapan RBL lengkap dengan aktivitas pembelajaran, dan

yang paling terakhir adalah melengkapi indikator dan sub-indikator dari literasi perubahan iklim termasuk di dalamnya adalah menunjukkan instrumen penilaiannya.

3. HASIL PENELITIAN

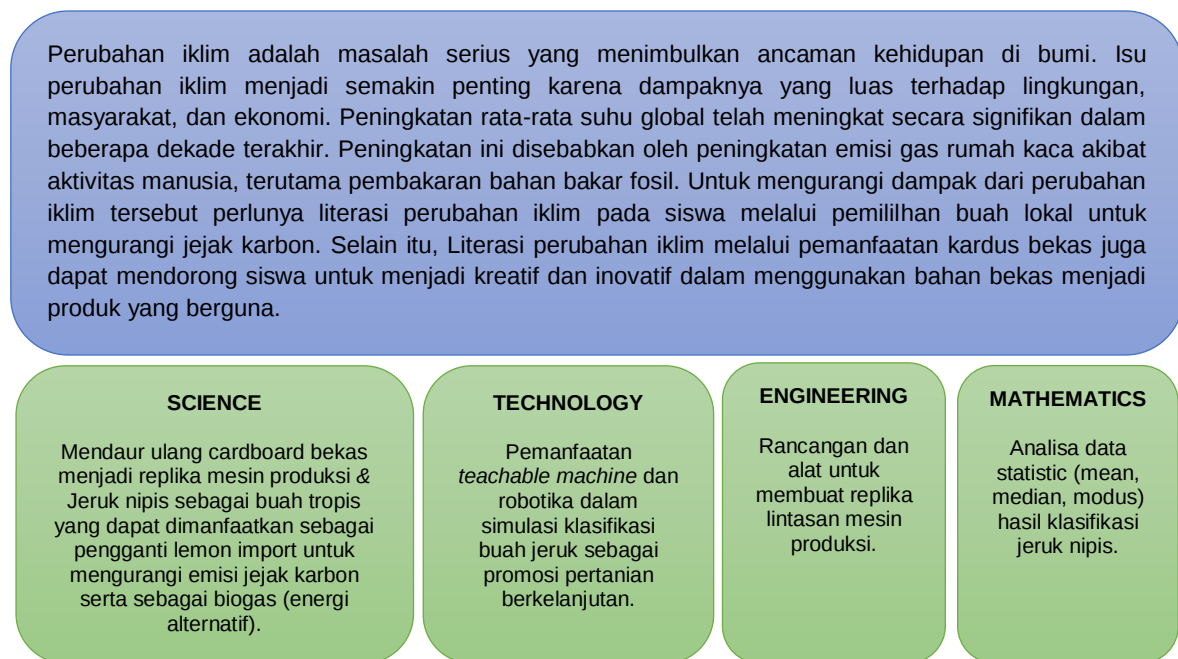
3.1. *Sintaks Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEM*

Berikut ini akan disajikan kerangka kerja untuk mengintegrasikan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dengan memecahkan masalah pemanfaatan limbah anorganik berupa *cardboard* bekas dalam membuat replika mesin produksi berbantuan teknologi *teachable machine* dan robotika. Pada tahap awal sintaks RBL adalah mengajukan masalah yang timbul dari masalah terbuka kelompok peneliti. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan replika mesin produksi sebagai terobosan dalam pemanfaatan kardus bekas (*cardboard paper*) kemudian merencanakan STEM dalam proyek bersama, mengumpulkan alat dan bahan dalam pembuatan lintasan mesin produksi, melakukan proyek dan dikembangkan untuk memecahkan masalah statistik (mean, median dan modus) dari hasil klasifikasi jeruk nipis.

Pembuatan replika lintasan mesin produksi berbantuan *teachable machine* dan robotika ini memanfaatkan limbah anorganik yang dapat memberikan literasi kepada siswa akan tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Sejalan dengan Azeiteiro et al., dalam Luthfia [6]. Salah satu langkah yang bisa dilakukan untuk mengurangi dampak perubahan iklim adalah melalui penyebaran kesadaran dan penguatan literasi perubahan iklim. Bahkan edukasi mengenai hal tersebut adalah salah satu agenda yang sangat penting untuk dilakukan. Oleh sebab itu perlunya edukasi mengenai dampak perubahan iklim dikenalkan sejak dini. Dengan menggunakan model RBL dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah tersebut dengan lebih efektif [7]. Secara detail *framework* integrasi *research based learning* dengan pendekatan STEM ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Aktivitas RBL-STEM akan melakukan tahapan-tahapan sebagai berikut (1) permasalahan mendasar yang berkaitan dengan isu perubahan iklim dalam hal ini masalah limbah anorganik dan jejak karbon, (2) menyelesaikan masalah

dengan terobosan membuat lintasan replika mesin produksi dari cardboard bekas berbantuan *teachable machine* dan *robotika*, (3) berkolaborasi dengan guru untuk merencanakan proyek bersama, (4) mengumpulkan informasi data terkait desain *lintasan mesin produksi, pemanfaatan teachable machine dan robotika*, (5) mengembangkan replika lintasan mesin produksi dengan menggunakan *cardboard bekas*, menganalisis data dan mengitung mean, median dan kodul hasil kalsifikasi jeruk nipis (6) memberikan kesimpulan dan melaporkan hasil penelitian hasil observasi literasi perubahan iklim siswa. Secara rinci *framework* integrasi RBL-STEM ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Unsur-unsur STEM pada permasalahan dampak perubahan iklim.

3.1.1. *Capaian dan Tujuan Pembelajaran*

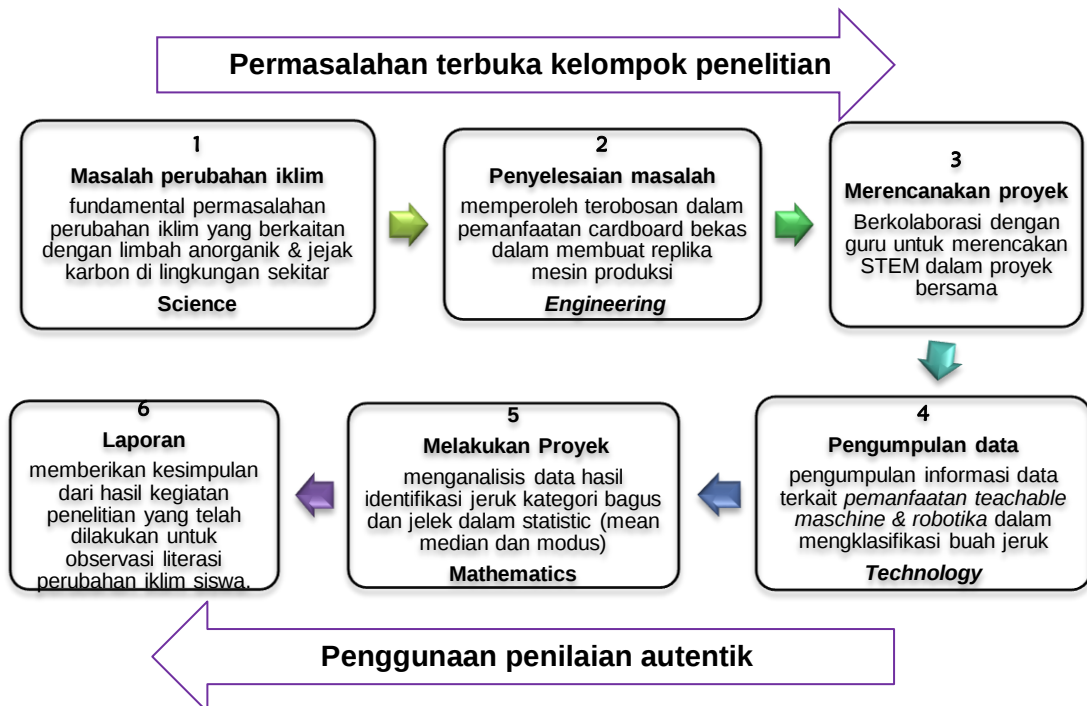
Capaian pembelajaran yang dicapai yaitu siswa dapat memanfaatkan *cardboard* bekas, *machine learning* dan *robotika* dalam klasifikasi buah untuk prototyping pengemasan cerdas dalam mewujudkan literasi perubahan iklim. Tujuan pembelajaran yang dihasilkan *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM akan memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Tujuan-tujuan tersebut dipaparkan sebagai berikut:

a. *Science*

- Siswa diharapkan mampu memanfaatkan sampah anorganik menjadi benda yang bermanfaat, mendaur ulang *cardboard* bekas menjadi benda

yang memiliki nilai guna tinggi menjadi replika lintasan mesin produksi berbantuan teachable machine dan robotika untuk mengurangi dampak perubahan iklim

- Siswa diharapkan mampu memahami pemanfaatan Jeruk nipis sebagai buah tropis yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti lemon import untuk mengurangi emisi jejak karbon serta sebagai biogas (energi alternatif)



Gambar 2. Framework sintaks RBL dengan pendekatan STEM.

b. Technology

- Siswa diharapkan mampu menggunakan browser untuk mencari informasi mengenai pembuatan lintasan mesin produksi, mencari informasi tentang pengemasan cerdas di sebuah pabrik industry.
- Siswa mampu memanfaatkan teknologi *teachable machine* dalam mengkasifikasi jeruk nipis
- Siswa mampu memahami cara kerja robotika sebagai alat angkut kerja mesin produksi

c. Engineering

Siswa diharapkan mampu merancang replika mesin produksi disesuaikan dengan ukuran robotika menggunakan cardboard bekas.

d. *Mathematics*

Siswa diharapkan mampu mengumpulkan data serta menganalisis mean, median modus hasil klasifikasi jeruk nipis.

3.1.2. ***Pemanfaatan Cardboard Bekas, Machine Learning dan Robotika untuk Meningkatkan Literasi Perubahan Iklim Siswa***

a) Masalah Unsur Sains

Dua unsur sains yang diangkat pada pembelajaran ini yakni: (1) *cardboard* bekas, semakin canggihnya teknologi berdampak terhadap peningkatan pembelian online dalam kehidupan masyarakat. Berdampak pula terhadap penimbunan *cardboard* bekas bungkus barang *online*. Dalam hal ini *cardboard* bekas kita manfaatkan dalam pembelajaran sebagai upaya penanggulangan/ *reuse* sampah anorganik (*cardboard*) agar tidak mencemari lingkungan; (2) buah jeruk nipis, jeruk nipis merupakan produk lokal yang mudah didapatkan di daerah tropis seperti di Indonesia yang dapat dijadikan alternatif pengganti terhadap kebutuhan jeruk lemon impor untuk mengurangi jejak karbon akibat distribusi impor. Pembelajaran melalui klasifikasi jeruk nipis menggunakan *teachable machine* dapat membantu menggali pemahaman siswa tentang pentingnya keberlanjutan, pertanian lokal, dan pengurangan jejak karbon.



<https://pxhere.com/id/photo/1626076>



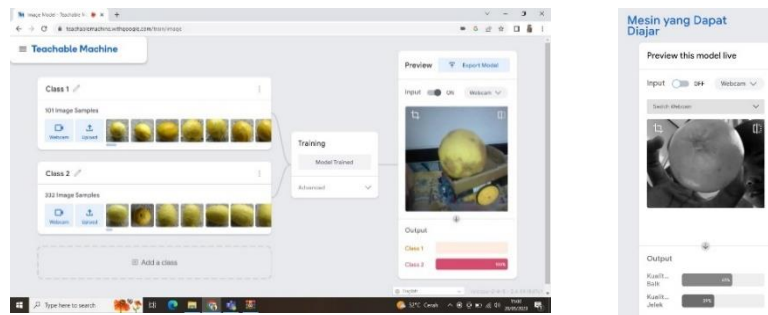
<https://beritajatim.com/ekbis/sehari-puluhan-ton-jeruk-nipis>

Gambar 3. Permasalahan perubahan iklim yang perlu ditangani.

b) *Unsur Teknologi*

Untuk memberikan literasi mengenai mesin produksi suatu perusahaan dalam pengemasan cerdas menggunakan mesin industri, pada pembelajaran ini akan dibuat replikasi cara kerja mesin produksi dengan memanfaatkan machine learning untuk klasifikasi jeruk nipis dan robotika sebagai penggerakannya. Pemanfaatan *teachable machine* merupakan bagian dari machine learning yaitu

jenis mesin yang mampu belajar dari data yang diberikan oleh pengguna. Teachable Machine dapat dijadikan sarana inovatif untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. Pembelajaran melalui klasifikasi buah jeruk nipis menggunakan teachable machine dapat membantu menggali pemahaman tentang pentingnya keberlanjutan, pertanian lokal, dan pengurangan jejak karbon. Dalam hal ini, Teachable Machine dapat digunakan sebagai alat untuk mengenalkan dan mengajarkan konsep-konsep literasi perubahan iklim melalui klasifikasi buah jeruk nipis.



Gambar 4. Pemanfaatan *machine learning/ teachable machine* dalam klasifikasi buah jeruk nipis.

Robotika dalam pembelajaran digunakan sebagai pengangkut buah jeruk yang berjalan dalam lintasan *cardboard* bekas yang telah dibuat siswa. Robotika ini memiliki sensor yang dapat berjalan/bergerak mengikuti garis warna hitam. Sehingga dengan berbagai macam lintasan yang dibuat siswa dengan garis hitam di tengahnya akan dilalui oleh robotika tersebut tanpa adanya jalur khusus untuk berubah arah.



Gambar 5. Pemanfaatan robotika sebagai penggerak dalam replika mesin produksi.

c) Unsur Teknik

Siswa mendesain lintasan mesin produksi yang dapat dilalui robotika berbahan *cardboard* bekas. Adapun berbagai variasi lintasan yang telah dikembangkan bersama dengan kelompoknya di akhir desain siswa

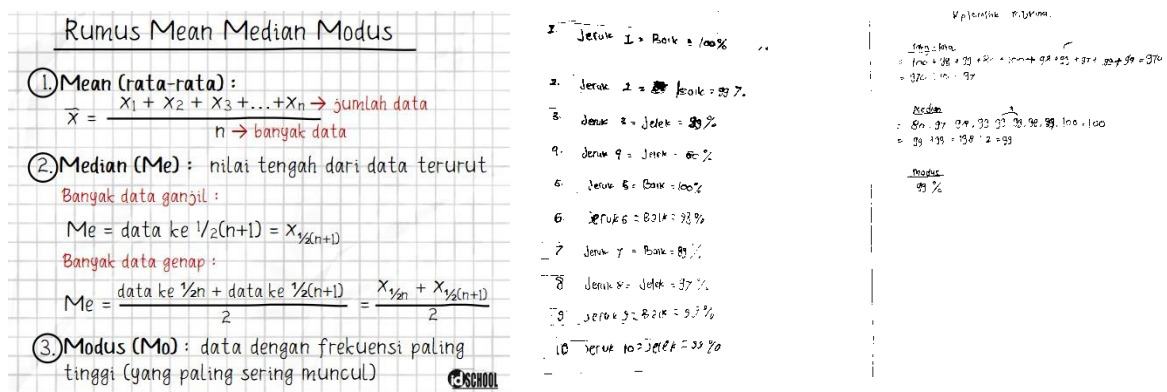
menambahkan garis hitam sebagai tanda arah gerak dari robotika. Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan lintasan mesin produksi ini antara lain: *cardboard* bekas, penggaris, spidol, gunting, *cutter*, lem tembak, dsb.



Gambar 6. Siswa mendesain replika mesin produksi dari *cardboard* bekas.

d) Unsur Matematika

Konsep matematika yang digunakan yakni konsep dasar statistika. Setelah siswa mendapatkan data hasil klasifikasi buah jeruk nipis, siswa mencari rata-rata kualitas jeruk yang dimiliki, kualitas jeruk yang sering muncul (modus) dan mencari nilai tengah kualitas jeruk (median). Hasil perhitungan siswa dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil perhitungan mean, median, modus oleh siswa.

3.1.3. Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEM dalam Pemanfaatan Cardboard Bekas, Machine Learning dan Robotika

Pada bagian ini akan dibahas satu per satu dari enam tahapan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM. Keenam tahapan ini akan menggambarkan bagaimana siswa dalam melakukan pembelajaran *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM tentang pemanfaatan *cardboard*

bekas, *machine learning* dan robotika dalam klasifikasi buah untuk *prototyping* pengemasan cerdas dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa.

1. Berdasarkan Gambar 2, tahap pertama (*science*) mengajukan permasalahan mendasar terkait dengan sampah anorganik sebagai dampak dari perubahan iklim. Hal tersebut harus dirancang secara efektif untuk meningkatkan literasi siswa akan dampak perubahan iklim terkait limbah anorganik dan pemilihan jeruk nipis local untuk mengurangi jejak karbon. Peneliti akan meminta siswa untuk berpikir tentang penggunaan cara kerja mesin produksi pada pabrik industri dalam pengemasan produk. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap I pada masalah pemanfaatan *cardboard* bekas.

Tahap Satu	Kegiatan Pembelajaran
Mengajukan permasalahan terkait dampak literasi perubahan iklim. (SCIENCE)	1. Guru menunjukkan kepada siswa gambar bencana alam dan polusi udara akibat dari perbuatan manusia. Guru bertanya kepada siswa, mengapa sering terjadi banjir di Indonesia?
	2. Bagaimana cara mencegah/mengurangi dampak perubahan iklim tersebut?
	3. Siswa berdiskusi dengan kelompok terkait pertanian lokal yang dapat membantu pertanian berkelanjutan dan mengurangi dampak perubahan iklim. (Jeruk nipis sebagai hasil pertanian local daerah tropis yang mudah ditemukan di wilayah Indonesia sebagai pengganti jeruk lemon impor untuk mengurangi jejak karbon serta dapat meningkatkan pertanian lokal).

2. Kegiatan pembelajaran model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap kedua (*engineering*) yaitu mengembangkan terobosan pemanfaatan *cardboard* bekas meningkatkan literasi perubahan iklim peserta didik. Guru meminta peserta didik untuk mengidentifikasi beberapa sensor yang akan digunakan. Untuk lebih jelasnya, lihat Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap 2 pada masalah pemanfaatan *cardboard* bekas.

Tahap Dua	Kegiatan Pembelajaran
-----------	-----------------------

Tahap Dua	Kegiatan Pembelajaran
Mengumpulkan bahan literasi menggunakan <i>browser</i> dalam pemanfaatan limbah anorganik menjadi replika mesin produksi sebagai lintasan robotika dalam mengklasifikasi buah jeruk nipis. (ENGINEERING)	1. Guru membimbing siswa untuk <i>browsing</i> pemanfaatan limbah anorganik (limbah kertas) menjadi lintasan mesin produksi. 2. Pengumpulan data berupa gambar desain replika lintasan mesin produksi berbahan limbah kardus. 3. Siswa diminta untuk menentukan varian lintasan mesin produksi. 4. Siswa bersama kelompok mengumpulkan data-data tentang bahan apa saja yang dibutuhkan dalam mendesain lintasan mesin produksi yang menarik.

3. Kegiatan pembelajaran model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap ketiga (*technology*) adalah menggunakan perangkat lunak atau pemanfaatan teknologi dalam pengumpulan data. Lihat Tabel 3 untuk detailnya yaitu sebagai berikut.

Tabel 3. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap 3 pada penggunaan *teachable machine*.

Tahap Tiga	Kegiatan Pembelajaran
Pengumpulan informasi data terkait replika lintasan mesin produksi berbantuan <i>machine learning/ teachable machine</i> dan robotika. (TECHNOLOGY)	1. Siswa bersama kelompok mengumpulkan informasi pemanfaatan <i>machine learning/ teachable machine</i> dalam mengklasifikasi buah. 2. Siswa mencoba penggunaan <i>machine learning/ teachable machine</i> dalam klasifikasi buah jeruk nipis. 3. Siswa mendapatkan referensi dan penjelasan mengenai robotika dari narasumber robotika. 4. Siswa mencoba menggunakan <i>teachable machine</i> dan robotika replika mesin produksi yang dibuatnya.

4. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap keempat (*mathematics*) yaitu melakukan analisis dan generalisasi data yang diperoleh dari hasil klasifikasi jeruk nipis menggunakan *teachable machine* dan robotika. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 4 sebagai berikut.

5. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Research-Based Learning* dengan pendekatan STEM pada tahap kelima (laporan) yang dilakukan oleh siswa untuk menyampaikan dan menjelaskan tujuan dan kesimpulan dari kegiatan

pembelajaran hasil penelitian terkait dengan pemanfaatan *cardboard* bekas, *machine learning* dan robotika dalam *prototyping* pengemasan cerdas untuk meningkatkan literasi perubahan iklim. Dalam hal ini, peserta didik akan melakukan *Focus Group Discussion (FGD)*, sehingga peneliti dapat mengamati literasi perubahan iklim peserta didik. Untuk lebih jelasnya lihat Tabel 5 berikut.

Tabel 4. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap 4 hasil klasifikasi *machine learning*.

Tahap Empat	Kegiatan Pembelajaran
Menganalisis data hasil identifikasi jeruk kategori bagus dan jelek dalam statistik (mean, median dan modus) (MATHEMATICS)	1. Siswa melakukan diskusi kelompok mengklasifikasi buah jeruk menggunakan <i>teachable mechine</i>. 2. Siswa mencari rata-rata kualitas jeruk nipis. 3. Siswa mencari median dan modus dari data yang diperoleh hasil klasifikasi.

Tabel 5. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM tahap 5 pemanfaatan *cardboard* bekas dalam pembuatan replika mesin produksi.

Tahap Lima	Kegiatan Pembelajaran
Memberikan laporan hasil penelitian siswa terkait pemanfaatan <i>cardboard</i> bekas, <i>machine learning</i> dan robotika dalam klasifikasi buah untuk <i>prototyping</i> pengemasan cerdas dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa. (REPORT)	Siswa membuat kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan.



Gambar 8. Dokumentasi kegiatan pembelajaran RBL-STEM.

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 1. Kerangka instrumen penilaian literasi perubahan iklim.

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
Pemahaman dasar perubahan iklim	Memahami konsep dasar ilmu perubahan iklim	1. Mengapa di Indonesia sering sekali terjadi bencana alam? 2. Apa yang kamu ketahui tentang perubahan iklim? 3. Apa penyebab suhu bumi menjadi sangat panas?
Pemahaman penyebab perubahan iklim	Memahami aktivitas yang dapat menyebabkan perubahan iklim	1. Aktivitas apa yang menyebabkan perubahan iklim? 2. Bagaimana dampak perubahan iklim di lingkunganmu?
Pemahaman solusi mengatasi perubahan iklim	Menemukan solusi untuk mengatasi perubahan iklim	Apa yang dapat kamu lakukan untuk mengatasi perubahan iklim?
Kemampuan berkomunikasi terkait perubahan iklim	1. Mengkomunikasikan dengan pihak lain terkait perubahan iklim 2. Melakukan diskusi tentang cara mengurangi dampak perubahan iklim	Bagaimana cara kalian mengajak orang lain bertindak dalam upaya mengurangi dampak perubahan iklim?
Kemampuan melakukan penelitian terkait perubahan iklim	1. Melakukan penelitian terkait perubahan iklim 2. Melakukan penelitian terkait solusi mengatasi perubahan iklim	1. Kegiatan apa yang pernah kamu ikuti di lingkunganmu terkait perubahan iklim? 2. Solusi apa yang pernah kamu lakukan untuk mengatasi perubahan iklim?
Menyadari dampak perubahan iklim	Memahami dampak perubahan iklim	1. Bagaimana dampak perubahan iklim di lingkunganmu? 2. Jika saat ini dampak pemanasan global tidak segera ditangani, apa yang

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
		terjadi beberapa tahun kedepan?

3.1.5. *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 STEM. 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-STEM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam membuat replika lintasan mesin produksi dari limbah anorganik berbantuan machine learning dan robotika. Kelima: tahap evaluasi merupakan kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam membuat replika mesin produksi dalam klasifikasi buah untuk prototyping pengemasan cerdas.

4. PEMBAHASAN

Hasil dari aktivitas pembelajaran *research based learning* dengan pendekatan STEM: Pemanfaatan *cardboard* bekas, *machine learning* dan robotika dalam Klasifikasi Buah untuk Prototyping Pengemasan Cerdas dalam Meningkatkan Literasi Perubahan Iklim Siswa ini sangat bermanfaat untuk dipelajari. Hasil pembuatan *replika mesin produksi* ini akan 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-STEM dengan model

pengembangan ADDIE, (2) menganalisis implementasi pembelajaran RBL-STEM dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam pemanfaatan *cardboard* bekas, *machine learning* dan robotika dalam klasifikasi buah untuk *prototyping* pengemasan cerdas dalam meningkatkan literasi perubahan iklim siswa. Hasil aktivitas ini juga menunjukkan adanya peningkatan literasi siswa terhadap lingkungan dalam mengurangi perubahan iklim yang terjadi. Sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Luthfia A R, bahwa pentingnya literasi perubahan iklim untuk dimiliki karena dengan adanya literasi perubahan iklim siswa akan lebih termotivasi untuk ikut berpartisipasi dan memainkan peranan penting mereka dalam upaya mengurangi dampak perubahan iklim [6]. Kumar P menyatakan bahwa pendekatan pendidikan ilmiah yang berbasis pada pengalaman langsung dan bukti empiris dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa tentang perubahan iklim. Pendekatan ini efektif dalam membantu siswa memahami kompleksitas perubahan iklim dan dampaknya, serta mendorong partisipasi aktif dalam upaya penanggulangan perubahan iklim [11].

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menggambarkan bagaimana sintaksis RBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEM. Hasil utama adalah sebuah produk yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan literasi siswa untuk mengurangi dampak perubahan iklim dengan memanfaatkan limbah anorganik/*cardboard* bekas dan pemanfaatan teknologi sebuah pabrik dalam melakukan pengemasan cerdas berbantuan *machine learning* dan robotika sebagai hasil dari aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM: pemanfaatan *cardboard* bekas, *machine learning* dan robotika untuk meningkatkan literasi perubahan iklim siswa dalam mendesain replika mesin produksi. Termasuk hasil pembuatan replika mesin produksi dalam penelitian ini, maka penelitian lanjutan dapat mudah dilakukan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh kelompok riset tingkat nasional, PUI-PT Kombinatorika dan Graf, CGANT-Universitas Jember yang berkolaborasi dengan

kelompok riset tingkat Fakultas, CEREBEL serta kolaborasi aktif dengan UT Surabaya, oleh karena itu disampaikan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Approaches for Implementing STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) Activities among Middle School Students in Thailand. (2020). *International Journal of Educational Methodology*, 6(1), 185–198.
- [2] Blackmore, P., & Fraser, M. (2007). Research Based Learning Strategies for Successfully Linking Teaching and Research. *Journal of Education*, 13(2), 1–13.
- [3] Dafik, Suciarto, B., Irvan, M., & Rohim, M. A. (2019). The analysis of student metacognition skill in solving rainbow connection problem under the implementation of research-based learning model. *International Journal of Instruction*, 12(4), 593–610.
- [4] Gita, R. S. D., Waluyo, J., Dafik, & Indrawati. (2021). On the shrimp skin chitosan STEM education research-based learning activities: Obtaining an alternative natural preservative for processed meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 747(1).
- [5] Healey, M., Jenkins, A., & Lea, J. 2014. Developing research-based curricula in college-based higher education. March, 1–10.
- [6] Luthfia A R., Alimin, N N., Nugraheni F S A., Alkhajar, E N S. (2019). Penguatan Literasi Perubahan Iklim di Kalangan Remaja. *Jurnal unipas Abadimas Adi Buana e-ISSN2622–5719, p-ISSN2622-5700 VOL. 03. NO. 1*
- [7] Safiati, O. A., Dafik, Prastiti, T. D., & Ridlo, Z. R. (2021). On student's metacognition skill in solving division operation under the research-based learning implementation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 747(1).
- [8] Safiati, OA., Wiyanti, D., Dafik, Ridlo ZR., & Adawiyah, R. (2022). Kerangka aktivitas Research based learning dengan pendekatan STEM : Pemanfaatan cardboard bekas dalam mendesain dispenser sederhana berdasarkan konsep hukum pascal dan bernoulli serta tekanan hidrostatis untuk meningkatkan metaliterasi siswa. *Jurnal Ebook CGANT Universitas Jember*, April, 28
- [9] Khoiri, R. (2022). Hubungan Literasi Perubahan Iklim Aspek Science-Mathematics Dengan Perbedaan Gender.
- [10] Simpson, N. P., Andrews, T. M., Krönke, M., Lennard, C., Odoulami, R. C., Ouweneel, B., ... & Trisos, C. H. (2021). Climate change literacy in Africa. *Nature Climate Change*, 11(11), 937-944.
- [11] Kumar, P., Sahani, J., Rawat, N., Debele, S., Tiwari, A., Emygdio, A. P. M., ... &

- Pfautsch, S. (2023). Using empirical science education in schools to improve climate change literacy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 178, 113232.
- [12] Johnston, J. D. (2020). Climate change literacy to combat climate change and its impacts. *Climate Action*, 200-212.
- [13] Alpaydin, E. (2010). *Introduction to machine learning* (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- [14] Ockwell, D., Whitmarsh, L., & O'Neill, S. (2009). Reorienting climate change communication for effective mitigation: Forcing people to be green or fostering grass-roots engagement?. *Science communication*, 30(3), 305-327.
- [15] Wardoyo, S. M. (2013). *Pembelajaran Berbasis Riset*. Jakarta: Akademia Permata.

TENTANG PENULIS PERTAMA



Penulis utama (Okti Anis Safiati, M.Pd) lahir di Jember pada tanggal 14 Oktober 1988. Penulis menyelesaikan Pendidikan D2 Program Studi PGSD pada tahun 2008 di Universitas Jember. Kemudian melanjutkan Pendidikan S1 PGSD di Universitas Terbuka, dan lulus pada tahun 2014. Setelah itu penulis melanjutkan Pendidikan Program Magister Pendidikan Dasar lulus pada tahun 2021 di Universitas Terbuka. Saat ini penulis bekerja sebagai guru di UPTD Satuan Pendidikan SDN Tegal Besar 04 Jember. E-mail: octyanis@gmail.com.

