

Analisis Klasifikasi *Musa acuminata* L. dengan CNN dalam RBL-STEM untuk Metaliterasi

On Classification Analysis of *Musa acuminata* L. with CNN in RBL-STEM for Metaliteration

Rina Sugiarti Dwi Gita¹⁾*, **Nurul Komaria²⁾**

¹⁾ Jurusan Teknologi Pembelajaran Pascasarjana Universitas PGRI Argopuro Jember, Jember, Indonesia

²⁾ Jurusan Biologi Universitas PGRI Argopuro Jember, Jember, Indonesia

*Email: gitarina16@gmail.com

diterima : 10 Maret 2025; dipublikasi : 31 Maret 2025

DOI: 10.32528/bioma.v10i1.2994

ABSTRAK

Research Based Learning (RBL) yang terintegrasi dengan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) menjadi pendekatan inovatif dalam pendidikan untuk mempersiapkan mahasiswa menghadapi dunia yang semakin maju dan berbasis teknologi. Dalam konteks ini, metaliterasi memiliki peran yang sangat penting. Metaliterasi meliputi kemampuan untuk mengelola, mengevaluasi, dan memahami literasi digital, informasi, dan media, yang sangat krusial bagi mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis terhadap informasi, terutama yang berasal dari teknologi digital. Penelitian ini mengeksplorasi penerapan *Research Based Learning* (RBL) yang terintegrasi dengan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk meningkatkan metaliterasi mahasiswa, khususnya dalam klasifikasi tanaman menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN). Penelitian deskriptif kualitatif ini menggambarkan kerangka RBL dengan pendekatan STEM yang dirancang untuk mahasiswa pendidikan biologi dalam mengklasifikasikan *Musa acuminata* L. (pisang). Hasil menunjukkan bahwa kerangka pembelajaran konseptual RBL dengan pendekatan STEM yang dihasilkan memberikan pedoman untuk penerapan analisis klasifikasi *Musa acuminata* L. di kelas, menekankan pentingnya literasi digital, media, dan informasi dalam konteks teknologi modern.

Kata kunci : *Musa Acuminata* L., CNN, RBL, STEM, Metaliterasi

ABSTRACT

Research Based Learning (RBL) integrated with STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) is an innovative approach in education to prepare students for an increasingly advanced and technology-based world. In this context, metaliteracy has a very important role. Metaliteracy includes the ability to manage, evaluate, and understand digital, information, and media literacy, which is crucial for students to develop critical and analytical thinking skills towards information, especially those from digital technology. This research explores the application of Research Based Learning (RBL) integrated with STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) to improve students' metaliteracy, specifically in plant classification using Convolutional Neural Networks (CNN). This descriptive qualitative research describes the RBL-STEM framework designed for biology education students in classifying *Musa acuminata* L. Results show that the resulting RBL-STEM conceptual learning framework provides guidelines for the application of *Musa acuminata* L. classification analysis in the classroom, emphasizing the importance of digital, media, and information literacy in the context of modern technology.

Keywords : *Musa Acuminata* L., CNN, RBL-STEM, Metaliteracy

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menghadapi tantangan besar untuk mempersiapkan generasi muda yang tidak hanya memiliki pengetahuan dasar, tetapi juga keterampilan kritis yang diperlukan untuk menghadapi dunia yang semakin kompleks dan berbasis teknologi. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mencapainya adalah *Research Based Learning* (RBL) yang terintegrasi dengan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk belajar melalui pengalaman langsung, memecahkan masalah nyata, dan menghubungkan teori dengan praktik. Dalam konteks RBL dengan pendekatan STEM, mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep-konsep akademik, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah yang sangat penting untuk sukses di masa depan (Deviani *et al.*, 2016). Pendekatan ini membantu mahasiswa melihat keterkaitan antara ilmu sains, technology, engineering, dan mathematic dalam kehidupan sehari-hari, sekaligus mempersiapkan mereka dengan keterampilan yang diperlukan untuk karir di dunia profesional yang semakin bergantung pada teknologi. Selain itu, RBL mendorong kolaborasi antara siswa yang sering bekerja dalam tim, meningkatkan keterampilan komunikasi dan kerja tim (. RBL juga mengembangkan rasa ingin tahu dan kemampuan beradaptasi, yang penting (Sugianto *et al.*, 2023) dalam menghadapi bidang STEM yang terus berkembang. Integrasi teknologi, seperti robotika dan kecerdasan buatan (AI), dalam RBL semakin memperkaya pengalaman belajar dan mempersiapkan siswa untuk menghadapi dunia kerja yang modern (Susianita & Riani, 2024).

Dalam konteks RBL dengan pendekatan STEM, salah satu aspek kunci yang perlu dikembangkan adalah metaliterasi, yaitu kemampuan siswa untuk mengelola dan mengevaluasi berbagai jenis literasi, termasuk literasi digital, media, dan informasi (Shabrina & Karyadi, 2023). Dengan metaliterasi, siswa tidak hanya memahami cara kerja teknologi, tetapi juga dapat mengkritisi dan mengevaluasi hasil yang dihasilkan oleh teknologi tersebut. Sebagai contoh, saat menggunakan *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk mengklasifikasikan tanaman, siswa diajak untuk tidak hanya bergantung pada hasil algoritma, tetapi juga menilai kualitas data yang digunakan dan mengkritisi keterbatasan teknologi tersebut dalam penerapannya, seperti dalam dunia pertanian.

Dalam konteks klasifikasi tanaman, seperti *Musa acuminata L.* atau pisang, penggunaan CNN sangat relevan. Pisang merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki banyak varietas, yang seringkali sulit diidentifikasi secara visual oleh petani atau ahli botani. Di sinilah CNN hadir sebagai solusi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam klasifikasi varietas pisang berdasarkan gambar (Gusmarani, n.d.). Penerapan CNN dalam pembelajaran ini memungkinkan siswa untuk tidak hanya mempelajari cara mengklasifikasikan pisang, tetapi juga mengevaluasi hasil algoritma, memahami bagaimana data yang digunakan diproses, serta mengkritisi hasil yang diperoleh dalam konteks aplikasi pertanian yang lebih luas.

Melalui pendekatan ini, diharapkan siswa dapat meningkatkan keterampilan metaliterasi mereka, yang memungkinkan mereka untuk lebih kritis dalam mengevaluasi informasi dan teknologi yang digunakan. Dengan RBL dengan pendekatan STEM yang berfokus pada penerapan teknologi untuk menyelesaikan masalah nyata, siswa diberikan pengalaman langsung dalam menggunakan teknologi

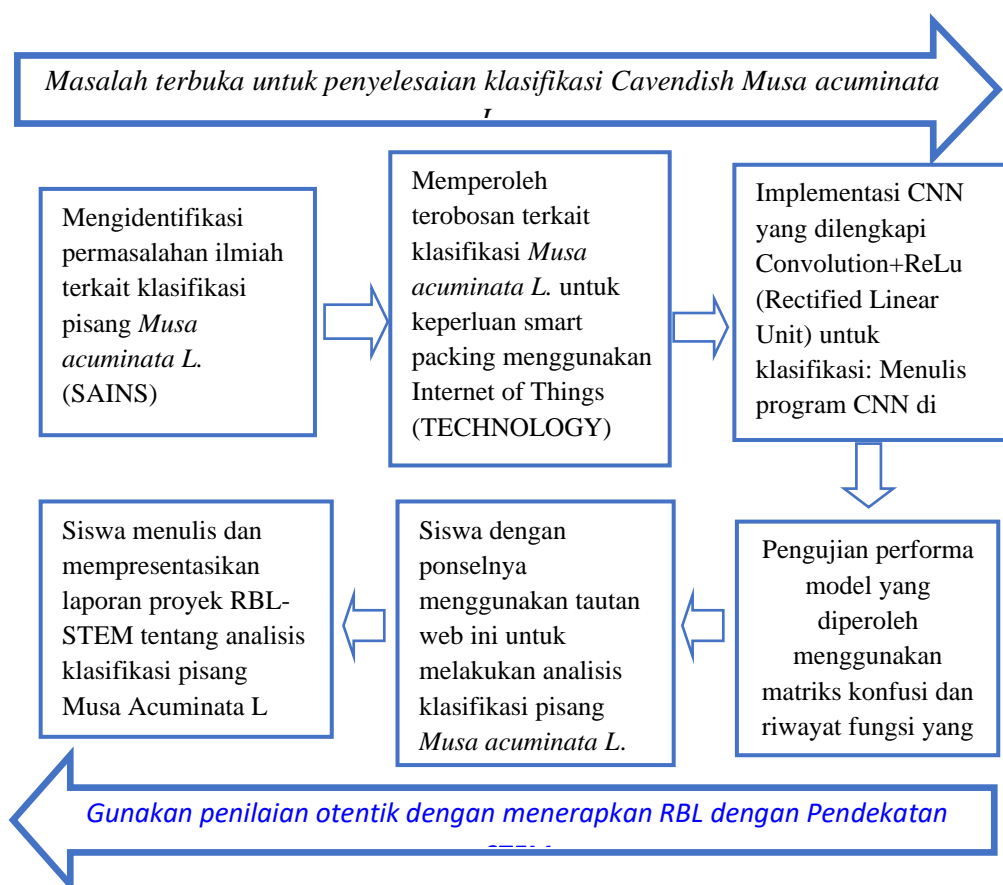
modern dan memahami penerapan teknologi, seperti CNN, dalam konteks dunia nyata. Dengan demikian, siswa tidak hanya menguasai pengetahuan teknis, tetapi juga siap menghadapi tantangan dunia yang semakin bergantung pada teknologi dan inovasi.

Namun, untuk memaksimalkan manfaat dari teknologi dalam pendidikan, terutama dalam konteks analisis gambar atau citra tanaman pisang, siswa perlu memiliki keterampilan untuk tidak hanya memahami algoritma atau perangkat keras yang digunakan, tetapi juga menginterpretasikan hasil analisis secara kritis. Siswa dengan kemampuan metaliterasi yang baik, misalnya, dapat mengevaluasi kualitas data yang digunakan dalam model CNN, memahami keterbatasan teknologi yang diterapkan, serta mengkritisi hasil yang diperoleh dan cara penerapannya dalam dunia nyata, seperti dalam pertanian. Sayangnya, saat ini kemampuan metaliterasi siswa masih terbilang rendah, salah satunya karena belum optimalnya pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran.

Salah satu teknologi yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan metaliterasi adalah Internet of Things (IoT), yang merujuk pada jaringan perangkat fisik yang terhubung dan dapat berbagi data melalui internet. Dalam konteks pendidikan, IoT dapat digunakan untuk mengumpulkan data real-time dari lingkungan, yang sangat berguna untuk pembelajaran berbasis data (Fatmawati *et al.*, 2024). Meskipun IoT memiliki manfaat yang besar, penerapannya dalam pendidikan masih terbatas, sehingga pengembangan keterampilan literasi digital dan pemecahan masalah siswa, khususnya dalam konteks analisis data, menjadi terhambat (Jayantika & Namur, 2022). Tanpa pemanfaatan teknologi cerdas seperti IoT, kemampuan siswa untuk mengolah informasi digital secara analitis dan kritis tetap terhambat (Judijanto *et al.*, 2024). Oleh karena itu, mengintegrasikan IoT dalam pendidikan sangat penting untuk meningkatkan metaliterasi siswa, memberikan mereka pengalaman langsung dalam mengumpulkan, menganalisis, dan memanfaatkan data untuk solusi yang relevan dalam kehidupan sehari-hari.

Pendekatan *Research-Based Learning* (RBL) dalam penelitian ini dirancang untuk meningkatkan literasi digital mahasiswa melalui proses pembelajaran yang berbasis penelitian. RBL mengintegrasikan prinsip-prinsip STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) guna mendorong mahasiswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta kreativitas dalam menggunakan teknologi.

Tahapan *Research-Based Learning* (RBL) dengan pendekatan STEM yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah sistematis yang dirancang untuk membimbing mahasiswa dalam proses pembelajaran yang lebih aktif dan mendalam. Setiap tahapan dirancang untuk mendorong mahasiswa agar secara kritis mengeksplorasi permasalahan yang relevan, mengembangkan solusi berbasis penelitian, serta mengintegrasikan konsep-konsep STEM dalam berbagai aspek pembelajaran mereka. Proses ini mencakup identifikasi masalah, perumusan hipotesis, perancangan eksperimen atau solusi, analisis data, hingga implementasi dan evaluasi hasil. Dengan mengikuti tahapan ini, mahasiswa diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta keterampilan kolaboratif yang esensial dalam dunia akademik maupun profesional. Tahapan lengkap dari pendekatan ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan RBL-STEM untuk kegiatan pembelajaran pada analisis klasifikasi *Musa acuminata* L. menggunakan CNN

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dimana peneliti memberikan gambaran yang tentang bagaimana membelajarkan CNN dengan RBL dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan metaliterasi. Dimulai dari merumuskan kerangka RBL di STEM, hingga Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata* L. Tahapan RBL dengan pendekatan. Penelitian ini difokuskan pada klasifikasi tanaman *Musa acuminata* L. (pisang) menggunakan *Convolutional Neural Networks* (CNN) sebagai bagian dari pendekatan STEM. Subjek penelitian adalah mahasiswa pendidikan biologi yang terlibat dalam penerapan model pembelajaran RBL-STEM. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan analisis dokumen terkait proses pembelajaran dan implementasi model RBL-STEM. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi bagaimana mahasiswa mengembangkan keterampilan metaliterasi dalam mengelola, mengevaluasi, dan memahami informasi digital selama proses pembelajaran. Wawancara dilakukan untuk menggali pengalaman, pemahaman, serta tantangan yang dihadapi mahasiswa dalam mengaplikasikan pendekatan RBL-STEM. Analisis dokumen mencakup kajian terhadap laporan penelitian mahasiswa serta hasil klasifikasi tanaman menggunakan CNN. Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif dengan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi pola-pola yang muncul dalam penerapan model pembelajaran ini. Hasil penelitian ini

Gita, RSD., *et al.*, Analisis Klasifikasi

diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi mahasiswa serta memberikan pedoman konseptual bagi penerapan model serupa dalam pendidikan berbasis teknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kerangka RBL di STEM

Model integrasi RBL dengan pendekatan STEM secara jelas berada dalam kerangka kerja sehingga dapat memberdayakan kemampuan metaliterasi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan analisis klasifikasi mutu *Musa acuminata L.* menggunakan CNN. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pembelajaran berbasis riset yang dikembangkan oleh (Safiati *et al.*, 2023) di mana mahasiswa secara aktif terlibat dalam proses penelitian untuk mengembangkan keterampilan analisis dan pemecahan masalah. Selain itu, pendekatan STEM yang ditekankan oleh (Bybee, 2014) memungkinkan mahasiswa untuk menghubungkan teori dengan praktik melalui eksplorasi berbasis sains, teknologi, teknik, dan matematika. Penyampaian materi perkuliahan ini dilakukan dengan menggunakan RBL dengan pendekatan STEM. Mahasiswa akan mendemonstrasikan cara melakukan analisis klasifikasi mutu pisang dengan CNN. Data hasil penelitian dianalisis, kemudian dilakukan presentasi di depan kelas untuk mengungkap temuan, dan mempublikasikan hasil penelitian dalam jurnal ilmiah.

Proyek ini dirancang untuk mahasiswa pendidikan biologi Universitas PGRI Argopuro Jember. Penerapan RBL dengan pendekatan STEM mahasiswa dikelompokkan dalam kelompok kecil dengan jumlah kelompok maksimal 4 mahasiswa. Mahasiswa akan belajar cara mengidentifikasi *Musa acuminata L.* dengan menggunakan CNN guna melihat grade mutu pisang. Data penelitian dianalisis kemudian disiapkan untuk dipresentasikan di depan kelas guna menjelaskan cara dari awal penelitian hingga hasil yang diperoleh. Pengembangan ilmu pengetahuan dan keterampilan di bidang *Sains, Technology, Engineering, dan Mathematics* sangat dimungkinkan dengan menggunakan *research based learning* berikut ini. Dengan menggunakan RBL, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta inovasi dalam menerapkan konsep STEM dalam kehidupan sehari-hari. Mahasiswa dapat memahami dan mengaplikasikan konsep ilmiah serta teknologi dalam analisis klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata L.*

Aspek Sains menunjukkan bahwa mahasiswa mampu mengetahui potensi *Musa acuminata L.* untuk studi klasifikasi mutu pisang. Pengetahuan tentang varietas dan morfologi tanaman pisang sangat penting untuk memahami karakteristik fisik yang digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi varietasnya yang sangat beragam sehingga dapat memastikan kualitasnya. Dari Aspek Teknolgi mahasiswa diharapkan mampu mengeksplorasi manfaat CNN yang digunakan sebagai teknologi utama dalam analisis klasifikasi mutu pisang. CNN adalah algoritma pembelajaran mesin yang mengkhususkan diri dalam analisis dan pengenalan pola dalam gambar. Dalam hal ini, CNN dilatih untuk mengenali ciri-ciri khas dari gambar tanaman pisang. Dalam analisis klasifikasi mutu pisang, gambar tanaman diproses terlebih dahulu untuk mengekstraksi fitur-fitur penting (seperti warna, bentuk, dan tekstur) yang digunakan oleh CNN untuk pengenalan pola dan klasifikasi. Penerapan CNN dalam analisis ini umumnya memanfaatkan perangkat lunak seperti TensorFlow, Keras, atau PyTorch, yang

menyediakan framework untuk membangun dan melatih model CNN. Kemampuannya untuk secara otomatis mengekstrak fitur dari gambar meningkatkan akurasi yang mendukung pengembangan sistem pertanian presisi.

Kegiatan pembelajaran RBL dengan pendekatan STEM adalah "Menjelajahi Internet terkait dengan klasifikasi mutu pisang untuk pengemasan cerdas". Tahapan pembelajarannya adalah sebagai berikut: (a) Melakukan browsing di Google atau YouTube terkait varietas pisang *Musa acuminata L.*, (b) Mendeskripsikan potensi usaha pisang dan mencantumkan preferensi masyarakat terhadap jenis pisang tersebut, (c) Mencari informasi terkait teknik smart packaging untuk pisang, (c) Melakukan investigasi terkait teknologi machine learning dengan menggunakan platform teachable machine untuk klasifikasi, (d) Melakukan akuisisi citra objek buah untuk menguji platform teachable machine, (e) Melakukan browsing di penyedia dataset seperti kaggle, GitHub, repositori UCIML, Msazure, Rendit, AWS dan penyedia dataset lainnya untuk memperoleh data citra pisang Cavandish, (d) Menggunakan platform teachable machine untuk melakukan klasifikasi mutu pisang terhadap citra buah pisang sebagai latihan, (e) Mahasiswa memahami cara melakukan klasifikasi dan siap melakukan analisis klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata L.* dengan menggunakan CNN

Pada aspek Engineering mengidentifikasi proses pelatihan dan implementasi model CNN yang memerlukan keterampilan dalam rekayasa perangkat lunak. Pembuatan dan penyempurnaan algoritma CNN yang mampu memproses gambar dan menghasilkan klasifikasi mutu pisang yang akurat adalah tantangan rekayasa utama dalam proyek ini. Implementasi CNN yang dilengkapi dengan Convolution+Relu (Rectified Linear Unit) untuk klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata L.* untuk tujuan pengemasan cerdas. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM adalah "Menulis program CNN dalam MATLAB untuk analisis klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata L.* untuk pengemasan cerdas". Tahapan pembelajarannya adalah (a) Akuisisi citra: Mahasiswa menggunakan perangkat fisik atau digital, seperti kamera, untuk menangkap informasi visual dari dunia nyata untuk membuat representasi elektronik dari suatu citra, (b) Kanal RGB: Mahasiswa membagi citra menjadi kanal merah, hijau dan biru dan menambahkan zero padding, (c) Proses konvolusi pada kanal RGB: Mahasiswa melakukan proses konvolusi pada masing-masing kanal, merah (R), hijau (G) dan biru (B) dengan menggunakan mask tertentu, (d) Jaringan Syaraf Tiruan Konvolusional: Mahasiswa menulis program CNN yang dilengkapi dengan dua teknik utama, yaitu Konvolusi+Relu (Rectified Linear Unit) berdasarkan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Konvolusional (CNN), (d) Desain dan Percobaan: Mahasiswa menyiapkan beberapa dataset yang terdiri dari tiga kelas *Musa acuminata L.* yaitu 850 dataset *Musa acuminata L.* kondisi sangat baik (VG), 845 dataset *Musa acuminata L.* kondisi baik (G), 875 dataset citra *Musa acuminata L.* kondisi sedang (F), (e) Pelatihan dan pengujian: Menggunakan perangkat lunak tertulis, mahasiswa dapat membuat program CNN dengan menggunakan program CNN, dan melakukan simulasi komputer untuk mendapatkan dataset *Musa acuminata L.* kondisi sedang (F). program, mahasiswa menjalankan program pada 85% dataset untuk pelatihan dan 15% untuk pengujian.

Aspek Matematika mahasiswa mampu memanfaatkan operasi matematika seperti konvolusi, pemetaan, dan pembobotan, yang merupakan aplikasi dari konsep-konsep dalam aljabar linier dan kalkulus. Misalnya, operasi konvolusi dalam CNN melibatkan transformasi matriks, yang memerlukan pemahaman tentang aljabar linier. Pengujian

kinerja model yang diperoleh menggunakan matriks konfusi dan riwayat fungsi yang hilang Kegiatan pembelajaran RBL dengan pendekatan STEM adalah "Mahasiswa dengan laptopnya menguji kinerja model yang diperoleh menggunakan matriks konfusi dan riwayat fungsi yang hilang setiap epoch, yaitu 100 epoch, 150 epoch, dan 200 epoch". Langkah-langkah pembelajarannya adalah sebagai berikut: (a) Mengamati grafik loss: Mahasiswa mengamati grafik riwayat loss. Loss yang semakin menurun mengindikasikan bahwa model sedang belajar dan meningkatkan kemampuannya dalam membuat prediksi pada data training. Jika loss tinggi dan tidak menurun, hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa model tidak belajar secara efektif, (b) Menguji akurasi model: Mahasiswa mengamati hasil akurasi untuk setiap jumlah epoch, yaitu 100 epoch, 150 epoch, dan 200 epoch. Mahasiswa juga mencatat waktu yang telah berlalu untuk setiap epoch, (a) Matriks konfusi: Mahasiswa menggunakan teknik matriks konfusi untuk menguji kinerja mesin. Tujuannya adalah untuk mengklasifikasikan data masukan menjadi tiga kelas, yaitu Sangat Baik (VG), Baik (G) dan Cukup (F). Model integrasi pembelajaran RBL dengan pendekatan STEM secara jelas berada dalam kerangka berpikir sehingga dapat meningkatkan kemampuan metaliterasi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan analisis klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata L.* menggunakan CNN. Penyampaian materi kuliah ini dilakukan dengan menggunakan RBL dengan pendekatan STEM. Mahasiswa akan mendemonstrasikan cara menganalisis klasifikasi mutu pisang dengan CNN. Data hasil penelitian dianalisis, kemudian dilakukan presentasi di depan kelas untuk mengungkapkan temuan, dan mempublikasikan hasil penelitian dalam jurnal ilmiah.

3.2 Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L*

Tahap pertama dalam kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L.* dimulai dengan dosen yang meminta mahasiswa untuk mengungkapkan pengetahuan awal mereka terkait topik yang dibahas. Selanjutnya, dosen mengajukan pertanyaan kontekstual yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari untuk merangsang pemikiran kritis mahasiswa. Rangkaian kegiatan pada tahap ini disajikan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L* tahap pertama

Tahap	Aktivitas
(1) Mengajukan permasalahan mengenai beberapa permasalahan mendasar terkait potensi <i>Musa acuminata L</i> untuk studi klasifikasi (Sains)	1. Dosen dapat memberikan kuliah atau workshop mengenai pemuliaan tanaman berbasis klasifikasi, serta memberikan studi kasus nyata tentang varietas unggul pisang yang telah berhasil dikembangkan. Lalu memberikan pertanyaan "Bagaimana klasifikasi mutu pisang yang tepat dapat membantu dalam pemuliaan tanaman pisang untuk menghasilkan varietas unggul yang lebih tahan terhadap hama atau penyakit?"

Tahap 2 dosen mengajukan pertanyaan untuk mengungkap Mengembangkan terobosan baru terkait identifikasi *Musa acuminata L.* menggunakan CNN dan smart packaging. Berikut kegiatannya.

Tabel 2. Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L.* tahap kedua

Tahap	Aktivitas
(2) Mengembangkan terobosan baru terkait identifikasi <i>Musa acuminata L</i> menggunakan CNN dan smart packaging (Tekhnology)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dosen mengembangkan model CNN yang bisa membedakan antara varietas pisang atau mendeteksi tahap kematangan pisang hanya berdasarkan citra visual (misalnya, bentuk, warna, dan tekstur kulit pisang). Mengajukan pertanyaan “Bagaimana menggunakan CNN untuk secara otomatis mengidentifikasi kualitas dan spesies <i>Musa acuminata L.</i> hanya dengan menggunakan gambar pisang?” Bagaimana cara mengintegrasikan hasil identifikasi citra dari CNN dengan sistem smart packaging yang dapat memberikan informasi langsung mengenai kondisi pisang (misalnya, kematangan atau ketahanan penyimpanan)? 2. Dosen mengadakan sesi praktikum di mana mahasiswa dilatih untuk mengembangkan model CNN untuk mengidentifikasi pisang berdasarkan gambar. Mahasiswa akan mengumpulkan data citra pisang dari berbagai varietas dan kondisi kematangan, kemudian melatih model CNN menggunakan framework seperti TensorFlow atau PyTorch. 3. Dosen dapat memfasilitasi pembelajaran tentang penggunaan sensor (misalnya sensor suhu dan kelembaban) yang bisa dipasang pada kemasan untuk memantau kondisi pisang. Dosen dapat memberikan demonstrasi cara kerja sensor dan bagaimana data dari sensor ini dapat dikirimkan ke sistem pengawasan berbasis IoT (Internet of Things).

Tahap 3 dosen mengumpulkan data terkait Kegiatan "Menulis program CNN dalam MATLAB untuk analisis klasifikasi mutu pisang pisang *Musa Acuminata L.* untuk pengemasan cerdas". Berikut kegiatannya.

Tabel 3. Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L* tahap ketiga

Tahap	Aktivitas
(3) Pengumpulan data terkait Kegiatan "Menulis program CNN dalam MATLAB untuk analisis klasifikasi mutu pisang pisang <i>Musa Acuminata L.</i> untuk pengemasan cerdas"	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dosen mengajukan pertanyaan “Bagaimana sistem pengemasan cerdas dapat diintegrasikan dengan hasil identifikasi dari model CNN untuk memberikan informasi secara real-time mengenai kondisi pisang?”. “Apakah ada faktor lain selain citra (seperti suhu atau kelembaban) yang perlu dipertimbangkan saat menggunakan pengemasan cerdas untuk pisang <i>Musa Acuminata L?</i>”. Dilanjutkan dengan memberikan pertanyaan “Apa yang membedakan

(Engineering)	<p>pengemasan cerdas berbasis sensor dari pengemasan tradisional, dan bagaimana Anda dapat menggunakan data dari pengemasan cerdas ini untuk memperbaiki distribusi pisang?”.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Dosen menjelaskan cara pengemasan cerdas dapat berfungsi dengan memanfaatkan sensor untuk mendeteksi kondisi buah dan mengirimkan data melalui sistem berbasis IoT. 3. Dosen memberikan contoh bagaimana hasil klasifikasi mutu pisang model CNN (misalnya, tingkat kematangan atau kualitas pisang) dapat digunakan untuk menyesuaikan kondisi pengemasan atau memberi informasi pada konsumen. 4. Dosen mengadakan sesi diskusi atau workshop di mana mahasiswa merancang konsep pengemasan cerdas dengan menggunakan data yang diklasifikasikan oleh model CNN.
---------------	---

Tahap 4 dosen melakukan pengujian akurasi model cnn dengan confusion matrix dan visualisasi loss function. Berikut kegiatannya.

Tabel 4. Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L.* tahap keempat

Tahap	Aktivitas
(4) Pengujian Akurasi Model CNN dengan <i>Confusion Matrix dan Visualisasi Loss Function</i> (Mathematics)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dosen memberikan penjelasan tentang konsep dasar pengujian model, seperti matriks konfusi, fungsi loss, dan cara mengukur kinerja model dengan jumlah epoch yang berbeda. 2. Dosen mendampingi mahasiswa dalam mengamati grafik loss dan akurasi pada setiap epoch (100, 150, dan 200 epoch), serta membantu mahasiswa memahami hasil yang diperoleh. 3. Dosen membimbing mahasiswa dalam penggunaan matriks konfusi untuk menguji kinerja model dan menginterpretasikan hasil klasifikasi mutu pisang dalam tiga kategori: Sangat Baik (VG), Baik (G), dan Cukup (F).

Tahap 5 dosen melakukan pengujian klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata L.* menggunakan aplikasi web di smartphome. Berikut kegiatannya.

Tabel 5. Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L.* tahap kelima

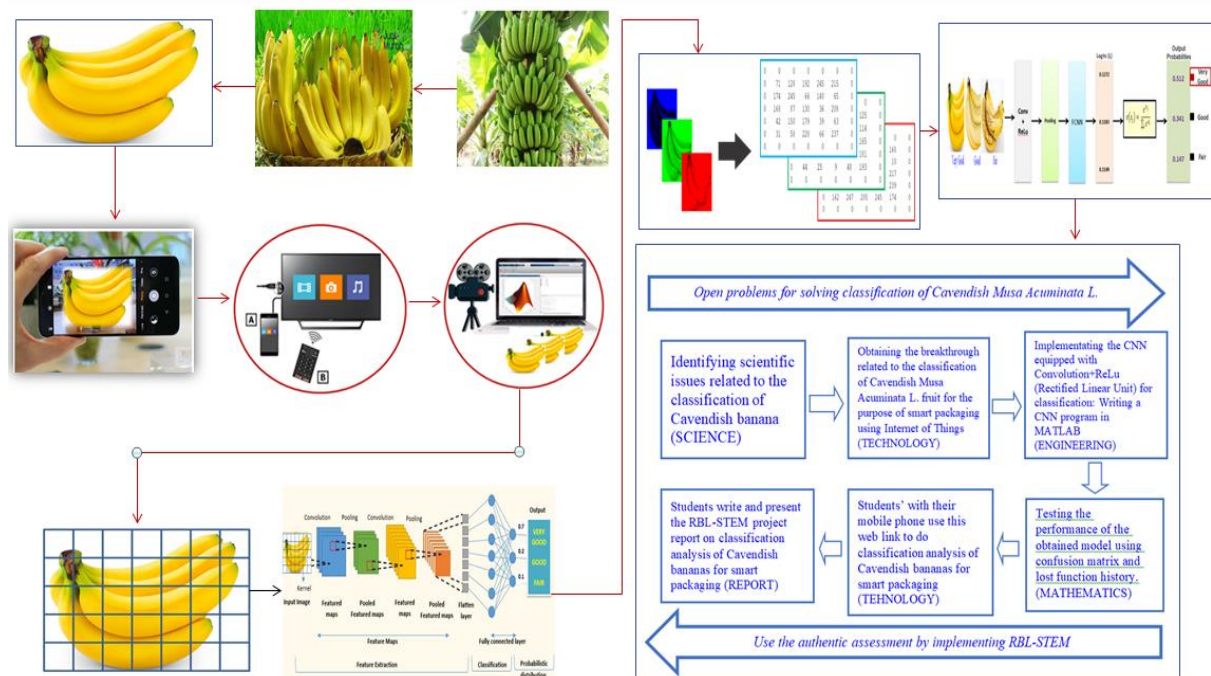
Tahap	Aktivitas
(5) "Pengujian Klasifikasi Pisang <i>Musa acuminata L.</i> menggunakan Aplikasi Web di Smartphone (Technology)	<ol style="list-style-type: none">1. Dosen mengajukan pertanyaan "Bagaimana cara kita mengonversi model CNN yang sudah dilatih menjadi aplikasi berbasis web yang dapat diakses melalui ponsel?" dilanjutkan dengan "Apa saja faktor yang perlu dipertimbangkan saat menyiapkan pisang <i>Musa acuminata L.</i> untuk pengujian dalam aplikasi klasifikasi?" "Bagaimana cara aplikasi web ini dapat mempengaruhi cara kita mengklasifikasikan pisang dalam skala besar? Apa keuntungan dari penggunaan ponsel untuk klasifikasi ini?"2. Mengajarkan mahasiswa converting model yang efektif ke dalam tautan web sehingga aplikasi klasifikasi dapat digunakan di ponsel siswa. Kegiatan pembelajaran RBL dengan pendekatan STEM adalah "Siswa dengan telepon genggamnya menggunakan tautan web ini untuk melakukan analisis klasifikasi mutu pisang pisang untuk pengemasan cerdas". Langkah-langkah pembelajarannya adalah (a) Pengembangan tautan web: Guru mengembangkan tautan web dari model yang efektif untuk diberikan kepada siswa, (b) Persiapan buah pisang: Siswa diberikan buah pisang Riel untuk diklasifikasikan ke dalam tiga kelas, (c) Siswa dengan menggunakan telepon genggamnya menguji citra input pisang untuk mengklasifikasikan ke dalam tiga kelas, yaitu Very Good (VG), Good (G) dan Fair (F), (d) Menganalisis matriks kerancuan CNN pada klasifikasi mutu pisang <i>Musa acuminata L.</i>

Tahap 6 dosen menugaskan mahasiswa menyajikan hasil penelitian mahasiswa tentang proyek RBL dengan pendekatan STEM: klasifikasi mutu pisang pisang *Musa acuminata L.* untuk pengemasan cerdas dengan CNN. Berikut kegiatannya.

Tabel 6. Kegiatan RBL dengan pendekatan STEM pada *Musa acuminata L.* tahap keenam

Tahap	Aktivitas
(6) Menyajikan hasil penelitian mahasiswa tentang Proyek RBL-STEM: Klasifikasi mutu Pisang <i>Musa acuminata L.</i> untuk Pengemasan Cerdas dengan CNN (Report)	<ol style="list-style-type: none"> Dosen mengajukan pertanyaan “Apa perbedaan antara laporan tertulis dan presentasi slide, dan bagaimana cara Anda menyesuaikan konten untuk masing-masing format tersebut?”. Dilanjutkan dengan “Bagaimana Anda akan menjelaskan hubungan antara CNN, klasifikasi mutu pisang, dan pengemasan cerdas dalam laporan dan presentasi Anda?” Dosen memberi arahan “Menulis laporan proyek RBL dengan pendekatan STEM tentang analisis klasifikasi Aktivitas pembelajaran RBL-STEM adalah "Mahasiswa menulis dan menyajikan laporan proyek RBL dengan pendekatan STEM tentang analisis klasifikasi pisang <i>Musa acuminata L.</i> untuk pengemasan cerdas". Langkah-langkah pembelajarannya adalah sebagai berikut: (a) Mahasiswa menulis laporan proyek RBL dengan pendekatan STEM tentang analisis klasifikasi dalam Word atau Latex, (b) Mahasiswa menulis presentasi slide tentang proyek RBL-STEM tentang analisis klasifikasi dalam Power Point atau Beamer, (c) Mahasiswa melakukan diskusi kelompok terarah tentang presentasi proyek RBL dengan pendekatan STEM tentang <i>Musa acuminata L.</i> untuk tujuan pengemasan cerdas menggunakan CNN”

Gambar 2. Kerangka Pembelajaran Konseptual RBL-STEM



Bagian terakhir penelitian ini membahas kerangka pembelajaran konseptual RBL dengan pendekatan STEM sebagai strategi untuk meningkatkan metaliterasi mahasiswa. Proses ini dilakukan melalui analisis klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata* L. dengan menerapkan Convolutional Neural Networks." Berikut Gambar Kerangka Pembelajaran Konseptual RBL-STEM memberikan kerangka pembelajaran konseptual RBL-STEM secara rinci.

Metaliterasi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Konsep ini mencakup berbagai jenis literasi yang lebih luas daripada keterampilan literasi tradisional, seperti literasi informasi, digital, media, visual, dan lainnya. Dalam konteks kehidupan nyata, metaliterasi sangat beragam manfaatnya sehingga mengembangkan keterampilan ini menjadi hal yang sangat penting. Menerapkan proyek seperti "Analisis Klasifikasi mutu pisang *Musa acuminata* L. menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Konvolusional (CNN)" melalui RBL dengan pendekatan STEM dapat menjadi cara yang ampuh untuk menumbuhkan metaliterasi mahasiswa (Gita *et al.*, 2023). Lingkungan belajar langsung memungkinkan mahasiswa untuk mengeksplorasi dan berkreasi, memperkuat literasi digital dan media mereka (Albaburrahim *et al.*, 2023)

Terlibat dalam proyek analisis klasifikasi mutu mengharuskan mahasiswa untuk melakukan penelitian tentang *Musa acuminata* L., varietasnya, dan terkait konsep biologis. Hal ini dapat mengembangkan kemampuan mereka untuk menavigasi dan mengevaluasi informasi dari berbagai sumber. Mahasiswa bekerja dengan kumpulan data untuk klasifikasi gambar, mengasah keterampilan mereka dalam literasi data. Mereka belajar cara mengumpulkan, mengatur, dan menganalisis data, aspek penting dari metaliterasi. Proyek ini juga menantang mahasiswa untuk mendefinisikan masalah, mendorong pemikiran kritis dalam menyusun pertanyaan penelitian dan hipotesis yang terkait dengan klasifikasi biologis dan pembelajaran mesin.

Saat mahasiswa menerapkan dan mengevaluasi model CNN, mereka secara kritis menilai keakuratan dan efektivitas model mereka. Hal ini melibatkan analisis hasil, mempertimbangkan potensi bias, dan memahami keterbatasan sistem klasifikasi mereka. Lebih jauh, Bekerja dengan CNN memperkenalkan mahasiswa pada teknologi digital. Hal ini sejalan dengan penelitian (Alfariza *et al.*, 2024), menerapkan model CNN memperkenalkan mahasiswa pada alat pemrograman dan pembelajaran mesin yang dapat meningkatkan literasi digital. Mereka memperoleh pengalaman langsung dalam pemrograman, menggunakan alat pembelajaran mesin, dan memahami aspek komputasional klasifikasi gambar, yang berkontribusi pada literasi digital mereka. Mahasiswa mengembangkan literasi digital dengan memahami cara kerja algoritma, khususnya dalam konteks analisis dan klasifikasi gambar. Pemahaman ini sangat penting dalam dunia yang digerakkan oleh teknologi saat ini. Mahasiswa cenderung menyajikan temuan mereka sebagai bagian dari proyek. Ini mengasah keterampilan komunikasi mereka, yang memungkinkan mereka untuk mengartikulasikan metodologi, hasil, dan kesimpulan mereka secara efektif. Terlibat dalam sesi tinjauan sejawat mendorong mahasiswa untuk mengomunikasikan ide-ide mereka kepada rekan-rekan mereka, menumbuhkan budaya pembelajaran kolaboratif. Umpan balik dan diskusi yang membangun berkontribusi pada pengembangan keterampilan komunikasi.

Menjembatani Biologi dan Teknologi akan menjadi sifat interdisipliner dari proyek yang mendorong mahasiswa untuk memahami dan menghargai hubungan antara bidang-bidang yang secara tradisional terpisah, mempromosikan literasi interdisipliner. Pemahaman holistik ini merupakan aspek utama dari metaliterasi. Mahasiswa belajar untuk mengontekstualisasikan informasi dalam lingkup proyek yang lebih luas, menekankan keterkaitan domain pengetahuan. Kemampuan untuk menghubungkan informasi lintas disiplin ini berharga untuk metaliterasi.

Kami juga mencatat bahwa penerapan RBL dengan pendekatan STEM membawa banyak manfaat untuk menumbuhkan metaliterasi di kalangan mahasiswa. RBL dengan pendekatan STEM mendorong pembelajaran aktif dengan melibatkan mahasiswa dalam proyek langsung di dunia nyata. Keterlibatan ini mendorong pemahaman yang lebih mendalam tentang pokok bahasan dan menumbuhkan rasa ingin tahu dan penyelidikan, komponen utama metaliterasi. Mahasiswa terlibat dalam penelitian autentik, yang mengharuskan mereka untuk menelusuri berbagai sumber informasi. Proses ini mengembangkan keterampilan literasi informasi mereka saat mereka belajar mengevaluasi, mensintesis, dan menggunakan informasi secara efektif untuk mengatasi masalah di dunia nyata. Proyek RBL dengan pendekatan STEM mempromosikan kegiatan langsung, yang mengarah pada peningkatan keingintahuan dan keterlibatan mahasiswa (Gita *et al.*, 2023)

RBL dengan pendekatan STEM sering kali melibatkan pemecahan masalah yang kompleks, pengujian hipotesis, dan pemikiran analitis (Sharma & Sharma, 2024). Mahasiswa ditantang untuk berpikir kritis tentang isu yang mereka selidiki, yang berkontribusi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, aspek penting dari metaliterasi. Proyek RBL dengan pendekatan STEM sering kali mendorong kolaborasi di antara mahasiswa. Lingkungan pembelajaran kolaboratif menumbuhkan keterampilan komunikasi, kerja tim, dan kemampuan untuk terlibat dengan berbagai perspektif, komponen penting dari metaliterasi. RBL dengan pendekatan STEM juga sering kali mencakup komponen refleksi, di mana mahasiswa menilai pembelajaran mereka sendiri, mengidentifikasi tantangan, dan merencanakan perbaikan (Gita *et al.*, 2024). Proses metakognitif ini berkontribusi pada pengembangan kesadaran diri dan pola pikir reflektif yang merupakan aspek utama metaliterasi. Menyajikan temuan, menulis laporan, dan mengomunikasikan hasil kepada teman sebaya dan instruktur adalah komponen umum dari proyek RBL dengan pendekatan STEM. Kegiatan-kegiatan ini meningkatkan keterampilan komunikasi, menekankan pentingnya komunikasi yang jelas dan efektif yang merupakan bagian integral dari metaliterasi mahasiswa. Terakhir, proyek RBL dengan pendekatan STEM menanamkan rasa ingin tahu dan kecintaan untuk belajar, yang mendorong pola pikir pembelajaran seumur hidup. Mahasiswa memahami bahwa belajar adalah proses yang berkelanjutan, hal ini sangat sejalan dengan konsep metaliterasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menggali dan mendeskripsikan bagaimana sebaiknya kerangka pembelajaran yang mengintegrasikan RBL dengan pendekatan STEM dapat diterapkan, khususnya dalam konteks analisis klasifikasi varietas pisang *Musa acuminata L.* menggunakan convolutional neural networks (CNN). Fokus utama penelitian ini adalah untuk memahami potensi dan peran RBL dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan kemampuan metaliterasi mahasiswa, serta bagaimana

proses pembelajaran ini dapat memperkaya pemahaman mereka terhadap teknologi dan aplikasi praktis dalam konteks dunia nyata, seperti dalam pertanian. dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berguna dalam mengembangkan kerangka pembelajaran yang lebih efektif, yang menghubungkan teori dengan praktik dalam pembelajaran berbasis teknologi dan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Albaburrahim, A., Suyono, S., & Widyartono, D. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri dalam Menulis Kritis melalui Teknologi Literasi Digital. *GHANCARAN: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 15–25.
- Alfariza, E., Tue, D. A. C., Anas, A. S., Tajuddin, M., & Adil, A. (2024). Klasifikasi Aksara Sasak Menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN). *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 6 (3), 346–353.
- Bybee, R. W. (2014). NGSS and The Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 211–221.
- Deviani, D., Supriyanto, S., & Harini, N. W. (2016). Efektivitas Pembelajaran Menggunakan LKS SMART (Solving, Manipulation, and Story Telling) Berbasis Guided Inquiry Materi Sistem Respirasi. *Journal of Biology Education*, 5(3), 222–229.
- Fatmawati, D., Aurora, P. N., Amalia, M. N., Ristiano, A., & Utami, M. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning dengan Pendekatan Etnomatematika Berbasis Makanan Daerah terhadap Hasil Belajar Materi Bangun Datar Segiempat. *Jurnal THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 8(2), 297–308.
- Gita, R. S. D., Adhim, F., Jayawardana, H. B. A., & Hariyanto, F. (2024). Development of Android-Based E-Learning Platform with RBL-STEM Approach to Improve Digital Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(10), 7597–7605.
- Gita, R. S. D., Waluyo, J., Dafik, & Indrawati. (2023). The Analysis of The Implementation of RBL-STEM in Improving Students Creative Thinking Skills In Solving The Use of Chitosan as An Antibacterial for Processed Meat. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 36–47. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.2.524>
- Gusmarani, K. (n.d.). *Agar Tidak Pusing Mikirin Public Speaking*.
- Jayantika, I. G. A. T., & Namur, G. (2022). Peran Teknologi Pembelajaran dalam Meningkatkan Literasi Digital Matematika. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 3(2), 284–291.
- Judijanto, L., Apriyanto, A., Suryawan, I. G. T., Aristamy, I. G. A. A. M., Santoso, S., & Putra, B. P. P. (2024). *Startup: Ide Dasar dan Implementasi di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Safiati, O. A., Prastiti, T. D., Novianti, I., Wahyuningrum, E., Dafik, D., & Ridlo, Z. R. (2023). Aktivitas Pembelajaran RBL-STEM: Pemanfaatan Cardboard Bekas, Machine Learning dan Robotika dalam Klasifikasi Buah untuk Prototyping Pengemasan Cerdas dalam Meningkatkan Literasi Perubahan Iklim Siswa. *Ebook CGANT Universitas Jember*.
- Shabrina, A. N., & Karyadi, B. (2023). Integrasi Mitigasi Bencana Global Warming pada Materi Pembakaran Hidrokarbon Melalui Pendekatan RBL-STEAM. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(6), 995–1009.

- Sugianto, F., Jayawardana, H. B. A., & Gita, R. S. D. (2023). Efektivitas model Pembelajaran REQOL (Real Quest Outdoor Learning) menggunakan Modul Ajar Kurikulum Merdeka pada Pembelajaran IPA. *Seminalu*, 1(1), 265–273.
- Susianita, R. A., & Riani, L. P. (2024). Pendidikan sebagai Kunci Utama dalam Mempersiapkan Generasi Muda ke Dunia Kerja di Era Globalisasi. *Prosiding Pendidikan Ekonomi*, 1–12.