

BAB I

KERANGKA AKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS RISET DENGAN PENDEKATAN STEM: PEMANFAATAN BUAH DAN KULIT JERUK UNTUK PENGEMBANGAN ENERGI LISTRIK DAN GAS ALTERNATIF DALAM UPAYA MENINGKATKAN METALITERASI SISWA

M Anwarudin^{1*}, Priyanto¹, Z R Ridlo^{3,4}, R Nisviasari², I H Agustin^{2,5}

¹Public Elementary School 1 Kalianget, Situbondo, Indonesia

²CGANT Research Group, Universitas Jember, Indonesia

³CEREBEL Research Group, Universitas Jember, Indonesia

⁴Department of Sciences Education, Universitas Jember, Indonesia

⁵Department of Maths, Universitas Jember, Indonesia

1. PENDAHULUAN

Perubahan pelayanan pendidikan yang mengarah pada paradigma *student-centered learning* menjadi salah satu cara dalam meningkatkan mutu pendidikan. Pada prakteknya, kita terus mengusahakan untuk benar-benar menjadikan siswa sebagai aktor utama dalam proses pembelajaran. Di sisi lain, menarik peran guru secara penuh masih belum mungkin dilakukan terutama pada jenjang sekolah dasar. Peran guru masih sangat dibutuhkan terutama untuk membangun proses menuju pembelajaran yang bersifat kolaboratif, interaktif dan kontekstual. Hubungan yang nyaman dan erat antara siswa dengan guru diharapkan akan membentuk suasana komunitas kelas yang kondusif serta mampu membawa siswa semakin nyaman dalam mencapai perkembangan maksimalnya [16]. Suasana komunitas kelas yang kondusif tersebut memerlukan waktu adaptasi pada tahap awal, selanjutnya akan terjalin kemitraan pembelajaran yang harmonis antara siswa dan guru.

Paradigma pendidikan *student-centered learning* salah satunya dapat dilaksanakan dengan pelaksanaan pembelajaran dengan menerapkan pembelajaran berbasis riset. Pembelajaran berbasis riset membuka kesempatan luas kepada siswa untuk melaksanakan pembelajaran sesuai dengan langkah-

langkah ilmiah. Selain itu, pendekatan *learning by doing* juga terakomodasi dalam pembelajaran berbasis riset. Menguatkan hal tersebut, [3] mengemukakan bahwa salah satu model pembelajaran yang memberikan ruang bagi siswa dalam membangun konstruksi pengetahuan berbasis penelitian adalah model pembelajaran berbasis riset. Secara bersamaan hal ini juga menjadi salah satu jalan untuk mewujudkan visi dan misi kementerian pendidikan dengan program merdeka belajarnya.

Proses pembelajaran diharapkan mampu memberikan dampak positifnya terutama dalam kehidupan sehari-hari siswa. Pembelajaran menjadi sarana mendapatkan jawaban atas permasalahan sekaligus sebagai tempat dalam meningkatkan kualitas solusi atas permasalahan-permasalahan yang muncul dalam kehidupan. Sebagai perwujudan dari hal tersebut, [6] menyampaikan bahwa pendekatan STEM menjadi salah satu solusinya. STEM dengan unsur-unsurnya mampu memotivasi siswa pada pemecahan masalah pembelajaran. Hal ini akan sangat berperan dalam membiasakan siswa memikirkan dan menemukan berbagai solusi permasalahan. Kombinasi pembelajaran berbasis riset dengan memasukkan unsur-unsur STEM akan sangat bermanfaat dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan-tantangan dan persaingan pada kehidupan mendatang.

Lebih mendalam kombinasi pembelajaran berbasis riset terintegrasi STEM, kurikulum 2013 dengan menggunakan pendekatan saintifik mengakomodasi unsur-unsur STEM yang masih terpisah dan belum terkait telah memberikan manfaat yang relatif nyata pada jenjang sekolah dasar [7]. Selain itu, menurut [7,11], STEM dapat diintegrasikan dengan berbagai model dan metode pembelajaran yang relevan serta saling memberikan dukungan. Namun [11], memberikan saran bahwa dalam penerapannya harus benar-benar diperhatikan keterkaitan beberapa muatan untuk membangun rangkaian STEM yang terarah dan harmonis. Di sisi lain, salah satu tujuan pembelajaran berbasis riset menurut [15] adalah memperkuat kemampuan berpikir siswa sebagai peneliti. Untuk memperkuat kemampuan berpikir sebagai peneliti, [3,15] mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis riset menekankan pada integrasi pengetahuan teoritis dengan kesesuaian prosedur pelaksanaan langkah-langkah ilmiah penelitian. Dari

uraian tersebut, terlihat dengan sangat jelas bahwa pembelajaran berbasis riset dan STEM dalam penerapan pembelajaran di kelas saling memberikan penguatan dan pengaruh yang saling melengkapi.

Selain harus mengandung tantangan, permasalahan STEM juga harus dimunculkan dari hal-hal nyata yang dekat dengan siswa. Permasalahan STEM dalam penelitian ini merupakan pengembangan materi muatan pembelajaran IPA kelas 6. Kompetensi dasar 3.5 (menjelaskan cara menghasilkan, menyalurkan, dan menghemat energi listrik) dan 4.5 (menyajikan karya tentang berbagai cara melakukan penghematan energi dan usulan sumber energi alternatif energi listrik). Sebagai pengembangan dan pengayaan, permasalahan diperluas dengan menambahkan sumber energi gas alternatif. Dengan demikian, metaliterasi siswa bukan hanya seputar energi listrik alternatif saja namun juga energi gas alternatif.

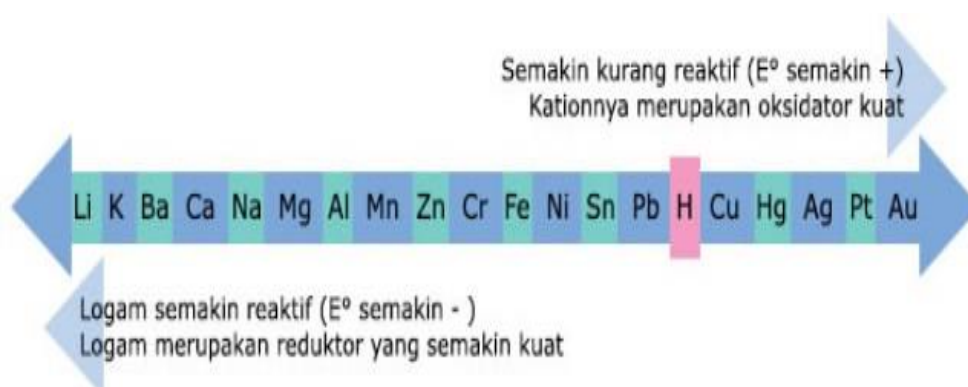
Permasalahan STEM sebagai pemicu awal dalam kerangka kerja berasal dari permasalahan terbuka sehingga mampu membangkitkan motivasi siswa untuk melaksanakan metaliterasi. Permasalahan STEM dalam penelitian ini bersumber dari kondisi pemanfaatan sumber energi di masyarakat. Kebanyakan masyarakat mengandalkan sumber energi fosil, seperti listrik dari tenaga uap berbahan bakar batubara dan juga penggunaan gas alam pada kebutuhan rumah tangga dan industri. Kita sadari bersama bahwa energi-energi tak terbarukan tersebut akan sampai pada batas habisnya. Di sisi lain, tersedia sumber-sumber energi alternatif terbarukan yang masih belum dimanfaatkan dengan maksimal. Kondisi yang belum ideal inilah yang diangkat dan disajikan sebagai permasalahan awal STEM.

Siswa jenjang sekolah dasar mungkin belum berpikir pada permasalahan krisis energi, sehingga peran guru masih sangat diperlukan untuk menggiring pemikiran siswa menuju permasalahan tersebut. Turunan permasalahan STEM dalam penelitian ini adalah kemungkinan adanya potensi listrik alternatif pada buah-buahan. Selain itu juga dimunculkan kemungkinan potensi gas alternatif dari kulit jeruk. Siswa akan tertantang untuk membuktikan sendiri adanya kemungkinan-kemungkinan tersebut. Seperti disampaikan dalam [1], bahwa siswa jenjang sekolah dasar mulai mampu mengeksplorasi proses berpikir mereka ke dalam aktivitas-aktivitas yang lebih nyata. Selain kemungkinan potensi listrik

alternatif dari berbagai jenis buah, prosedur pemanfaatan buah-buahan untuk dijadikan sumber energi listrik dan gas alternatif menjadi tantangan selanjutnya bagi siswa. Motivasi siswa akan meningkat untuk melakukan metaliterasi yang terwujud dalam proses penelitian.

Sumber-sumber referensi mengenai pelaksanaan proses penelitian masih jarang yang membahas energi listrik dan gas alternatif dari buah-buahan. Kebanyakan hanya berbasis laboratorium dengan tidak memasukkan unsur-unsur STEM. Referensi-referensi tersebut masih terpisah antara sumber listrik alternatif dan sumber gas alternatif dari buah-buahan. Sumber-sumber tersebut juga masih jarang bahkan tidak ada yang menjadikan siswa jenjang sekolah dasar sebagai subyek penelitiannya. Beberapa alasan tersebut menjadikan penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya dan memenuhi unsur kebaruan.

Penelitian berjudul Pengaruh Bahan Elektroda terhadap Kelistrikan Jeruk dan Tomat sebagai Solusi Energi Alternatif (2019). Penelitian dilaksanakan oleh Sintiya dan Nurmasiyah berbasis laboratorium tanpa melibatkan siswa di kelas. Hasil penelitian menunjukkan elektroda *Cu-Mg* (tembaga-magnesium) menghasilkan tegangan listrik lebih besar dari elektroda *Cu-Fe* (tembaga-besi). Nyala lampu menggunakan elektroda *Cu-Mg* lebih terang [12]. Potensial elektroda pada penelitian ini menggunakan konsep deret volta sebagai dasar teorinya. Secara berurutan dari kiri ke kanan semakin sukar untuk beroksidasi dan semakin mudah bereduksi [9].



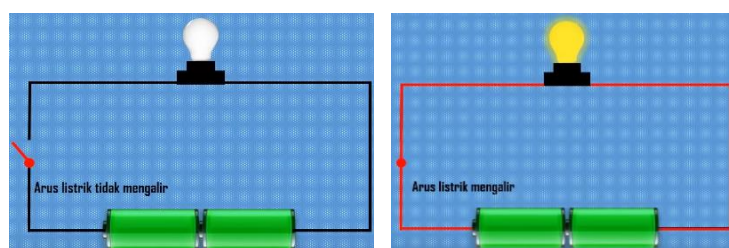
Gambar 1. Deret volta keaktifan potensial elektroda standar.

Keberhasilan penelitian yang dilakukan siswa adalah lampu LED menyala saat diberikan sumber listrik dari baterai buah. Kebutuhan potensial listrik yang

dibutuhkan untuk menghidupkan lampu LED adalah sekitar 3 volt. Siswa dipandu untuk melakukan metaliterasi dengan penelusuran pada laman-laman internet dan youtube yang ditutup dengan konfirmasi guru pada saat proses pembelajaran.

Materi metaliterasi yang juga penting dalam penelitian ini adalah tentang rangkaian listrik. Rangkaian listrik yang perlu dipahami oleh siswa adalah rangkaian listrik tunggal, paralel, dan seri. Rangkaian listrik ini penting dipahami oleh siswa supaya siswa mampu menentukan rangkaian listrik yang akan dipakai dalam merangkai baterai buah sebagai sumber listrik alternatif untuk menghidupkan lampu LED. Sama seperti pada materi kebutuhan potensial listrik untuk menghidupkan lampu LED, siswa juga melakukan penelusuran pada laman internet dan youtube.

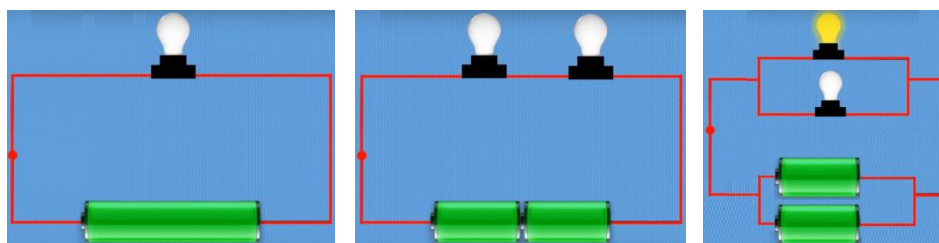
Listrik adalah salah satu sekian banyak bentuk energi [5]. Secara umum, rangkaian listrik terbagi menjadi dua yakni rangkaian terbuka dan tertutup. Rangkaian terbuka tidak dapat mengalirkan arus listrik, sebaliknya arus listrik dapat mengalir pada rangkaian tertutup. Dari sumber <https://youtu.be/qbkjwIE-iwA>, rangkaian listrik terbuka dan tertutup seperti tampak pada sajian gambar berikut.



Gambar 2. Rangkaian listrik terbuka dan tertutup.

Rangkaian listrik tunggal adalah rangkaian yang tersusun oleh hanya satu sumber listrik. Rangkaian listrik seri adalah rangkaian yang terbentuk dari dua atau lebih sumber listrik yang dihubungkan secara berderet. Pada rangkaian ini, jika terdapat salah satu sumber listrik yang bermasalah maka akan menjadi rangkaian terbuka sehingga arus listrik tidak mengalir. Keunggulan rangkaian seri adalah tegangan listrik yang dihasilkan adalah akumulasi tegangan masing-masing sumber listrik yang terpasang. Sedangkan rangkaian listrik paralel adalah rangkaian yang terbentuk dari dua atau lebih sumber listrik yang dihubungkan secara berjajar. Rangkaian ini memberikan dampak pada kuat arus yang mengalir, sedangkan tegangan listrik yang dihasilkan adalah bukan merupakan hasil

akumulasi. Rangkaian tunggal, seri, dan paralel dapat diperjelas dengan gambar berikut.



Gambar 3. Rangkaian listrik tunggal, seri, dan paralel.

Hasil penelitian selanjutnya pada tahun 2022 dilakukan oleh Asharo, Khaleyla, Rahmadi, dan Putri. Pengolahan Limbah Kulit Pisang menjadi Biobaterai sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Warga Sidotopo Wetan Surabaya. Subyek penelitian ini adalah warga kelurahan Sidotopo Surabaya. Hasil penelitian berbasis warga ini menunjukkan bahwa kulit pisang memiliki potensi menghantarkan arus listrik sehingga dapat digunakan untuk pengganti elektrolit pada baterai komersil [2].

Selanjutnya terkait dengan penelitian energi gas alternatif oleh Rukmini tahun 2016. Produksi Biogas dari Sampah Buah dan Sayur: Pengaruh *Volatile Solid* dan Limonen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi metana dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi kulit jeruk dalam degester [10]. Penelitian berikutnya dari Sari dan Arista tahun 2017 berjudul Peranan Mikroorganisme pada *Pretreatment* Kulit Kopi sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas. Hasil penelitian berbasis laboratorium ini menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan dengan *pretreatment* lebih cepat terbentuk dan menghasilkan gas metana sebesar 1.825% dalam 16 hari. Biogas yang dihasilkan oleh penelitian sebelumnya terbentuk dalam waktu 1 bulan [13].

Dengan kombinasi pembelajaran berbasis riset terintegrasi STEM serta siswa pada jenjang sekolah dasar sebagai subyeknya maka menjadi sesuatu yang berbeda. Kabaruan juga tampak pada penggabungan listrik dan gas alternatif yang dihasilkan dari buah-buahan dan kulit buah jeruk. Kombinasi gabungan dua energi alternatif tersebut selain akan meningkatkan keinginan siswa untuk melakukan proses metaliterasi juga akan memberikan pemahaman yang komprehensif. Tidak mustahil hal ini akan membuka dan memperkuat motivasi

siswa melaksanakan hal-hal sejenis yang lebih mengagumkan pasca proses penelitian kelak.

Peningkatan kemampuan metaliterasi siswa menjadi bagian yang penting untuk menjadi perhatian dalam proses penelitian ini. Kemampuan metaliterasi yang ditanamkan pada siswa pada jenjang sekolah dasar menjadi salah satu jaminan terjadinya pengembangan kemampuan siswa pada jenjang-jenjang pendidikan selanjutnya. Kombinasi pembelajaran berbasis riset yang akan memperkuat sikap ilmiah pada siswa dipadukan dengan pemecahan masalah dengan memperhatikan unsur-unsur STEM akan dialami oleh siswa. Kombinasi tersebut akan membangun proses pembelajaran yang bermakna bagi siswa. Langkah demi langkah proses pembelajaran yang terlaksana akan memberikan pengalaman nyata bagi siswa dan mendukung proses metaliterasi pada seluruh cakupan indikator metaliterasinya.

Indikator kemampuan metaliterasi dalam penelitian ini terdiri dari lima indikator, yaitu: 1) *produce* (memproduksi); 2) *incorporate* (menyisipkan); 3) *use* (menggunakan); 4) *share* (membagi); dan 5) *collaborate* (bekerja sama). Pada jenjang sekolah dasar kelima indikator tersebut tentunya tidak dapat dilakukan mandiri sepenuhnya oleh siswa. Peran guru sebagai fasilitator dan mediator sangat diperlukan untuk pencapaian maksimal atas indikator-indikator metaliterasi tersebut.

Perangkat pembelajaran sangat penting untuk peningkatan kemampuan metaliterasi siswa. Guru harus merancang perangkat pembelajaran yang dapat menunjang keberhasilan pembelajaran. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam pembelajaran berbasis riset terintegrasi STEM ini adalah (1) Silabus, (2) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), (3) Lembar Kerja Siswa (LKS) yang berisi tugas, petunjuk, dan langkah pengerjaan, (4) Kisi-Kisi dan Lembar Tes Hasil Belajar berisi *pre-test* dan *post-test*, dan (6) monograf yang berisi pembahasan sumber energi listrik alternatif dan sumber energi gas alternatif.

2. METODE PENELITIAN

Desain penelitian dalam penelitian ini adalah desain kualitatif naratif. Creswell [4] menyampaikan bahwa penelitian kualitatif berfokus pada proses yang terjadi atau hasil dan *outcome*. Mendukung hal tersebut, [14] mendefinisikan bahwa penelitian kualitatif naratif adalah jenis penelitian kualitatif dimana peneliti melakukan studi pada individu atau kelompok individu untuk memperoleh data suatu perjalanan atau proses tertentu yang telah dilaksanakan. Data hasil studi tersebut kemudian disajikan dengan menyusun laporan dalam bentuk naratif dan kronologis.

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan literatur RBL dan STEM untuk direview. Menjadi penting untuk menggali lebih dalam dan menyajikan problematika STEM dalam membentuk kerangka penelitian. Pengembangan kerangka sintaksis integrasi RBL-STEM dalam menyelesaikan probelematika STEM tersebut menjadi langkah berikutnya. Langkah penelitian dilanjutkan dengan menyajikan capaian pembelajaran dan tujuannya, termasuk indikator dan sub indikator metaliterasinya.

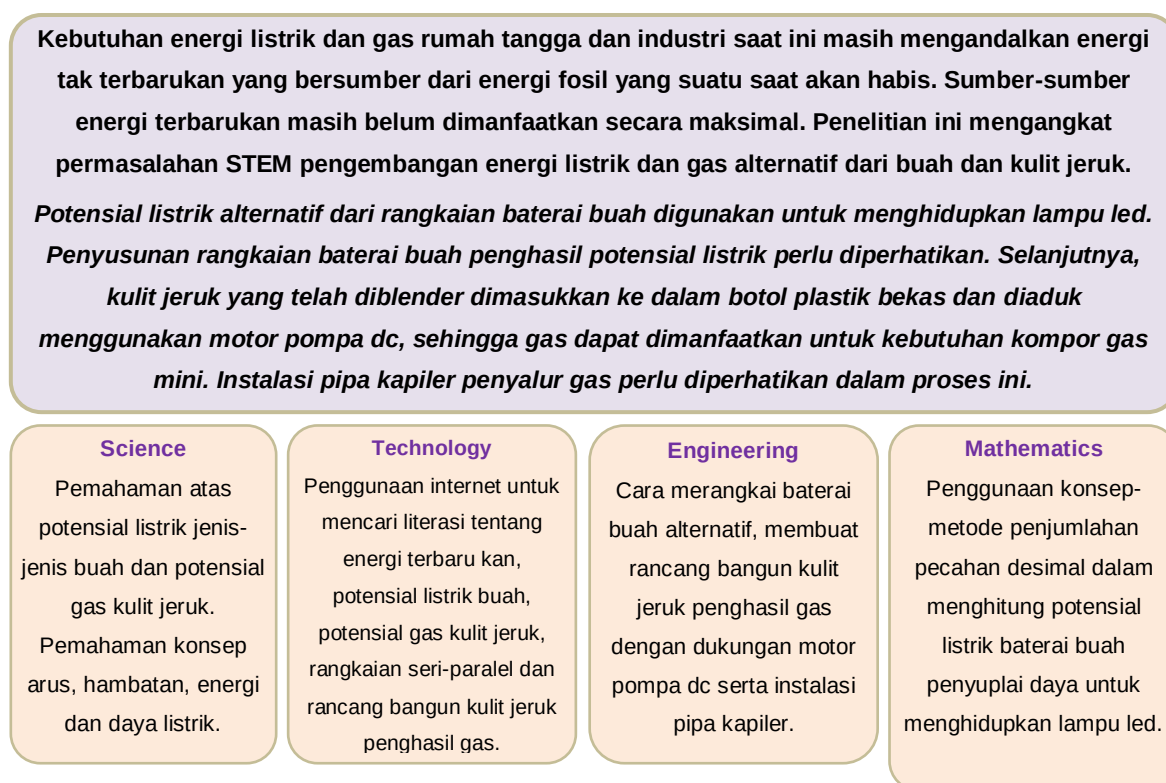
Penelitian dilanjutkan dengan menguraikan peran empat elemen STEM dalam menyelesaikan problematika yang telah disajikan. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan setiap tahapan RBL secara lengkap dan berurutan berupa sajian aktivitas pembelajaran yang dilaksanakan. Langkah terakhir adalah melengkapi indikator dan sub indikator dari metaliterasi dengan bantuan instrumen penilaiannya.

3. HASIL PENELITIAN

3.1. *Sintaksis Pembelajaran Berbasis Penelitian dengan Pendekatan STEM*

Penerapan model pembelajaran RBL dalam penelitian ini diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering dan Mathematics*). Model pembelajaran RBL memicu kreativitas berupa keingintahuan pemanfaatan buah dan kulit jeruk sebagai penghasil energi listrik dan gas alternatif. Pendekatan STEM dengan keempat unsurnya akan membiasakan siswa mempelajari suatu topik secara utuh dari berbagai sudut pandang. Kombinasi model pembelajaran RBL terintegrasi STEM mendukung terciptanya merdeka

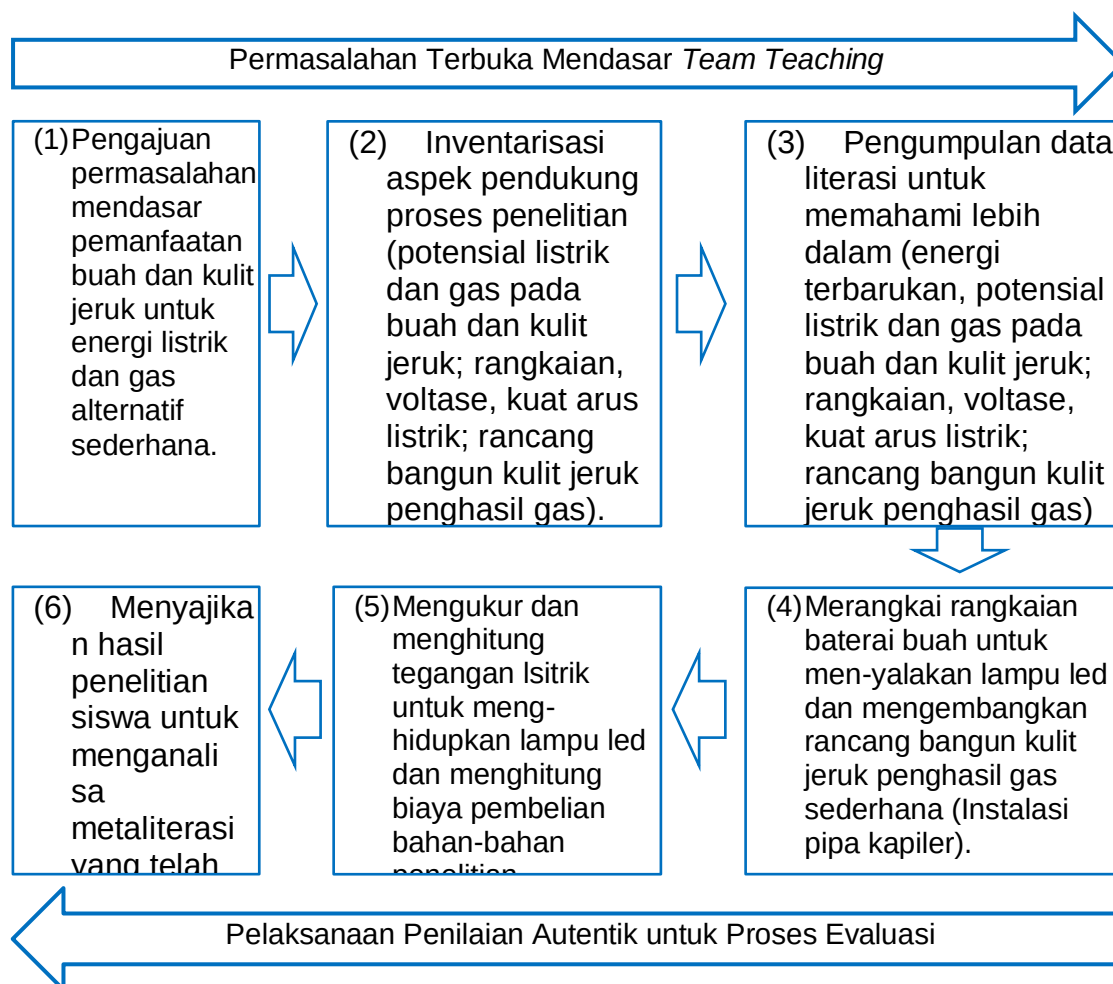
belajar sesuai kebijakan kementerian pendidikan. Kerangka kerja dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan sintaks dalam [6]. Mengajukan masalah yang timbul dari permasalahan terbuka menjadi awal dalam kerangka kerja. Permasalahan terbuka akan membangkitkan keinginan siswa untuk melaksanakan proses metaliterasi.



Gambar 4. Permasalahan STEM listrik dan gas alternatif buah dan kulit jeruk.

Kerangka kerja model RBL integrasi STEM dalam penelitian ini tersusun dalam beberapa langkah. Langkah pertama adalah permasalahan mendasar yang berkaitan dengan pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk pengembangan energi listrik dan gas alternatif sederhana. Langkah kedua inventarisasi aspek-aspek yang mendukung proses penelitian (potensial listrik dan gas pada buah dan kulit jeruk; rangkaian, voltase, kuat arus listrik; rancang bangun kulit jeruk penghasil gas). Langkah ketiga adalah pengumpulan data literasi untuk memahami lebih dalam aspek-aspek pendukung proses penelitian dari penelusuran web dan chanel youtube. Langkah keempat adalah merangkai rangkaian baterai buah untuk menyalakan lampu led dan mengembangkan rancang bangun kulit jeruk penghasil gas sederhana (Instalasi pipa kapiler).

Langkah kelima adalah mengukur dan menghitung potensial total listrik yang mampu menghidupkan lampu led pada daya yang sesuai. Penelitian siswa diakhiri dengan langkah terakhir berupa laporan RBL memuat pelaporan hasil penelitian dan metaliterasi yang telah dilakukan oleh siswa. Kerangka kerja integrasi RBL-STEM penelitian ini tersaji pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Kerangka RBL-STEM penghasil listrik dan gas dari buah dan kulit jeruk.

Penjelasan lebih terperinci khusus pada langkah kelima pada aspek matematika adalah proses matematis mengukur dan menghitung potensial total berbagai jenis rangkaian listrik baterai buah. Pada proses menghasilkan energi gas alternatif dari kulit jeruk, aspek matematika yang juga akan dilaksanakan adalah perbandingan jumlah takaran kulit jeruk yang di blender dengan durasi nyala api dari gas yang dihasilkan. Selain itu, perhitungan pembiayaan yang diperlukan untuk melaksanakan proses penelitian juga harus diselesaikan oleh

siswa sebagai bahan pertimbangan pelaksanaan penelitian-penelitian yang sama di kelas lain.

3.1.1. **Hasil dan Tujuan Belajar Siswa**

Hasil belajar yang diharapkan dari proses penelitian ini meliputi dua hal yang mendasar. Hasil belajar pertama adalah siswa dapat mengembangkan energi listrik alternatif dari bahan buah. Sedangkan hasil belajar kedua adalah siswa dapat mengembangkan rancang bangun penghasil energi gas alternatif sederhana dari bahan kulit jeruk. Kedua hasil belajar tersebut ditunjang oleh empat unsur dalam pendekatan STEM terintegrasi dengan RBL.

Tujuan pembelajaran RBL integrasi STEM pada penelitian ini adalah memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics*. Setiap unsur dalam pendekatan STEM memiliki tujuan pembelajaran masing-masing. Rincian tujuan-tujuan pembelajaran keempat unsur STEM tersebut adalah sebagai berikut.

- a) *Science* – Setelah melaksanakan proses penelitian, siswa dapat:
- Memahami dan memilih buah yang memiliki potensi listrik yang tinggi berdasarkan hasil literasi, pengukuran dan perhitungan potensial listriknya.
 - Menjelaskan potensi gas yang terkandung dalam kulit jeruk berdasarkan hasil literasi dan output gas yang dihasilkan.
- b) *Technology* - Setelah melaksanakan proses penelitian, siswa dapat :
- Memanfaatkan web dan youtube sebagai sumber literasi pengembangan energi listrik dan gas alternatif sederhana dari buah dan kulit jeruk.

Sumber literasi:

- ✓ Potensial listrik berbagai jenis buah :
<http://mediafunia.blogspot.com/2013/03/science-magic-membuat-baterai-dari-buah.html> dan <https://youtu.be/EXrsPPbguK0>
- ✓ Potensial gas kulit jeruk : <https://youtu.be/3DOu8h26B0M>
- ✓ Rangkaian seri-paralel : <https://id.wikihow.com/Membuat-Baterai-dari-Lemon> dan https://youtu.be/KL_SG8Y0ISw

✓ Rancang bangun kulit jeruk penghasil gas :

<https://youtu.be/TewT4Z8PUbQ> dan <https://youtu.be/3DOu8h26B0M>

- Memanfaatkan formula pada aplikasi ms. excel untuk melakukan perhitungan voltase total rangkaian listrik seri baterai buah.

Sumber literasi: <https://support.microsoft.com/id-id/office/menggunakan-excel-sebagai-kalkulator-anda-a1abc057-ed11-443a-a635-68216555ad0a> dan <https://youtu.be/SVwD0xzF5JY>.

- c) Engineering - Setelah melaksanakan proses penelitian, siswa dapat:
- Merangkai rangkaian listrik menggunakan baterai buah dengan benar.
 - Menyediakan sumber listrik yang sesuai untuk menyalakan lampu led.
 - Merancang instalasi kulit jeruk sebagai penghasil gas sederhana dengan dukungan motor pompa dc sebagai pengaduknya.



Gambar 6. Rancang bangun kulit jeruk penghasil gas bertenaga baterai buah.

- d) Mathematics - Setelah melaksanakan proses penelitian, siswa dapat:
- Melakukan pengukuran dan perhitungan potensial listrik rangkaian tunggal, seri dan paralel pada baterai buah.
 - Membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan menggunakan konsep penjumlahan pecahan desimal pada rangkaian listrik pada baterai buah.

3.1.2. ***Elemen-Elemen Pengembangan Energi Listrik dan Gas Alternatif dari Buah dan Kulit Jeruk***

a) Elemen-elemen permasalahan science

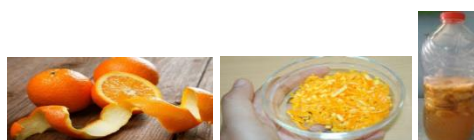
Segala jenis aktivitas yang dilakukan oleh manusia saat ini tidak bisa lepas dari kebutuhan energi. Pemanfaatan berbagai bentuk energi seakan telah

menjadi bagian hidup dan harus terpenuhi. Energi listrik dan gas adalah dua jenis energi yang menjadi penyokong kebutuhan manusia. Kedua jenis energi tersebut tidak hanya dibutuhkan di lingkup rumah tangga namun juga dalam dunia industri. Energi listrik dan gas saat ini sebagian besar masih dihasilkan dari sumber energi fosil. Dunia mulai beralih ke sumber-sumber energi alternatif namun masih belum mampu mengubah ketergantungan masyarakat terhadap sumber energi fosil.

Tantangan dalam memahami dari berbagai sumber tentang jenis buah yang berpotensi menghasilkan listrik dan gas menjadi elemen permasalahan *science*. Dari sumber-sumber literasi diketahui bahwa beberapa buah memiliki kandungan listrik dan gas cukup tinggi. Dalam penelitian ini, jenis buah yang dipakai sebagai penghasil energi listrik alternatif adalah nanas, apel merah, apel hijau, dan jeruk (Gambar 3). Dalam pelaksanaanya, siswa diperbolehkan memilih jenis buah lain yang memiliki potensi listrik terbesar berdasarkan hasil literasi yang dilakukan serta dibuktikan dalam proses pengukuran. Sedangkan penghasil gas menggunakan bahan kulit jeruk yang dihaluskan (diblender) (Gambar 8).



Gambar 7. Beberapa buah yang berpotensi menghasilkan listrik alternatif.



Gambar 8. Kulit jeruk sebagai penghasil gas alternatif.

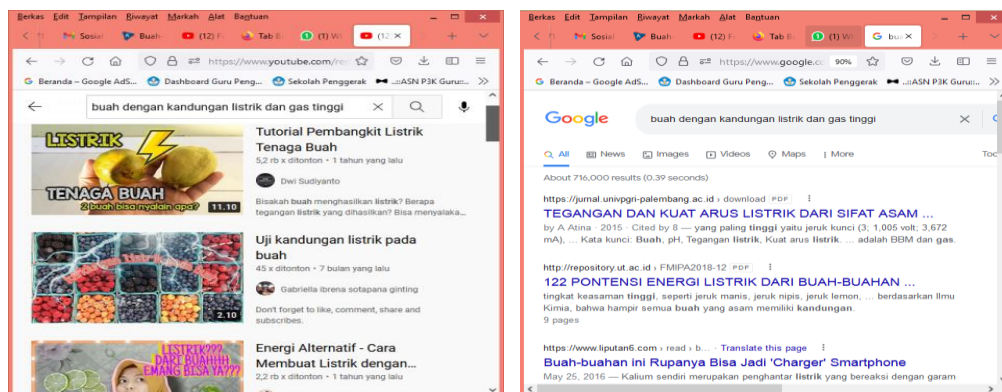
b) Penggunaan teknologi dan internet

Usaha memecahkan permasalahan buah yang berpotensi menghasilkan listrik dan kulit jeruk dapat dilakukan siswa dengan melakukan penelusuran literasi-literasi berbantuan teknologi. Fasilitas teknologi internet menyediakan sumber-sumber literasi yang melimpah. Pengetahuan-pengetahuan baru dan penguat pemahaman akan terjadi dengan pemanfaatan teknologi internet.

Buah	Jumlah	Voltase	
Nanas	A	1,02	
	B	0,92	
	C	1,01	
	Seri (A+B+C)	2,95	Summary Formula : =SUM(D4:D6)

Gambar 9. Terapan teknologi aplikatif formula *summary* Ms. Excel.

Dalam penelitian ini, elemen penggunaan teknologi terbagi menjadi dua bagian. Gambar 9 menunjukkan terapan teknologi aplikatif berupa formula *summary* di Ms. Excel yang dipergunakan untuk membantu perhitungan jumlah voltase rangkaian seri baterai buah. Sedangkan penggunaan teknologi internet sebagai sarana penelusuran konsep-konsep *science* terlihat pada Gambar 10.

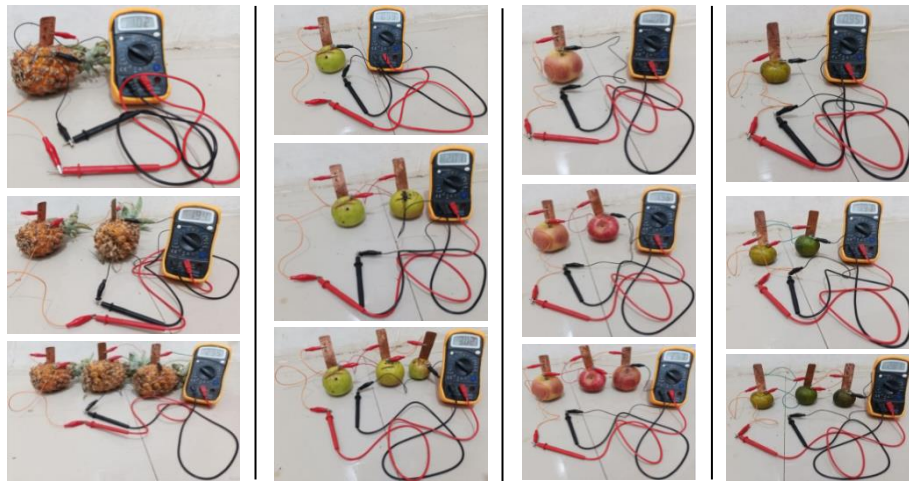


Gambar 10. Pemanfaatan penelusuran konsep menggunakan teknologi internet.

c) Elemen-elemen engineering

Elemen yang berkaitan dengan *engineering* terbagi menjadi dua bagian. Bagian pertama berhubungan dengan penyediaan sumber listrik alternatif dari baterai buah. Bagian ini meliputi teknik pemasangan elektroda, rangkaian listrik baterai buah dan juga teknik penggunaan multimeter (voltmeter dan amperemeter) untuk mengukur besaran tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan. Elemen *Engineering* ini tersaji seperti pada Gambar 11.

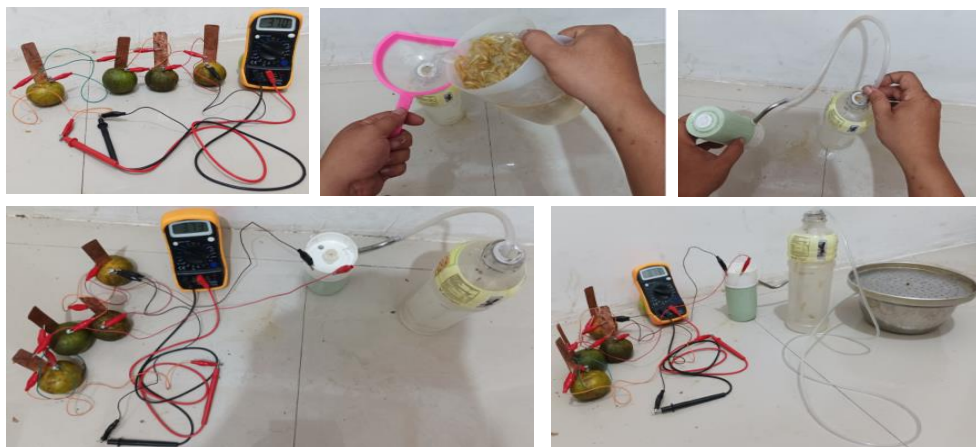
Secara singkat, listrik adalah pergerakan elektron yang menciptakan muatan dari sumber listrik. Pergerakan muatan elektron tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal diantaranya menyalakan bola lampu, memutar motor listrik dan berbagai hal lain. Tiga prinsip yang harus dipahami dari listrik dinamis adalah tegangan listrik, kuat arus listrik dan hambatan listrik.



Gambar 11. Elemen *engineering* penyediaan sumber listrik alternatif

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial muatan antara dua titik di dalam suatu medan listrik, dalam konteks penelitian ini potensial muatan akan dipilih jenis buah yang menghasilkan potensi terbesar. Kuat arus listrik adalah laju aliran muatan listrik yang melewati suatu titik dalam suatu rangkaian listrik. Terakhir hambatan listrik, yaitu kecenderungan materi untuk menahan aliran muatan (arus). Dalam konteks penelitian ini hambatan listrik yang mungkin muncul adalah bahan-bahan yang digunakan sebagai elektroda baterai buah.

Sedangkan elemen *engineering* kedua berhubungan dengan rancang bangun kulit jeruk sebagai penghasil gas sederhana. Seperti pada Gambar 12, elemen *engineering* ini meliputi pembuatan rancang bangun kulit jeruk penghasil gas sederhana dari bahan botol plastik bekas, selang kapiler, dan kompor gas mini. Selain itu pemanfaatan motor pompa dc bertenaga listrik dari baterai buah juga memberikan dukungan untuk elemen *engineering* kedua ini.



Gambar 12. Elemen *engineering* kulit jeruk penghasil gas sederhana.

Dalam penelitian ini terdapat dua kegiatan utama yang harus dilaksanakan oleh siswa. Kegiatan pertama adalah kegiatan menghasilkan tegangan listrik alternatif dari baterai buah untuk menyalakan lampu led. Sedangkan kegiatan kedua adalah kegiatan menghasilkan energi gas alternatif dari bahan kulit jeruk yang diblender dan diaduk dengan motor dc untuk kemudian dipergunakan untuk menyalakan kompor mini.

Adapun susunan langkah-langkah kerja yang harus dilaksanakan oleh siswa pada masing-masing kegiatan tersebut adalah sebagai berikut.

a. Kegiatan menghasilkan energi listrik alternatif dari baterai buah untuk menyalakan lampu led.

- Siswa menyimak pertanyaan mendasar (STEM) yang disampaikan oleh guru terkait menghasilkan energi listrik alternatif dari buah.
- Siswa berliterasi untuk menemukan dari sumber internet untuk mempersiapkan proses penelitian {menemukan 2 jenis buah yang memiliki potensi listrik besar disertai dengan alasan; cara merangkai rangkaian baterai buah (tunggal, seri, dan paralel); dan cara mengukur tegangan listrik yang dihasilkan}.
- Siswa mengkonfirmasi yang telah ditemukan dalam proses literasi dengan guru dan menerima alat dan bahan penelitian.
- Siswa melaksanakan proses penelitian berdasarkan panduan yang ada dalam lembar kerja siswa (*setiap selesai satu langkah harus dimintakan validasi kepada guru untuk lanjut ke langkah selanjutnya*).
 - 1) Merangkai rangkaian tunggal baterai buah. (ukur tegangannya).
 - 2) Merangkai rangkaian paralel baterai 2 buah. (ukur tegangannya).
 - 3) Merangkai rangkaian paralel baterai 3 buah. (ukur tegangannya).
 - 4) Merangkai rangkaian seri baterai 2 buah. (ukur tegangannya).
 - 5) Merangkai rangkaian seri baterai 3 buah. (ukur tegangannya).
 - 6) Menentukan rangkaian apa yang akan dipakai untuk menyalakan lampu led (2.5 volt). Hanya diberikan dua kali kesempatan untuk memilih rangkaian yang dapat menghidupkan lampu led.
- Siswa menuliskan kesimpulan penelitian yang telah dilaksanakan.
- Siswa mengembalikan alat dan bahan penelitian kepada guru.

b. Kegiatan menghasilkan energi gas alternatif dari bahan kulit jeruk yang diblender.

- Siswa menyimak pertanyaan mendasar (STEM) yang disampaikan oleh guru terkait menghasilkan energi gas alternatif dari kulit jeruk.
- Siswa berliterasi untuk menemukan dari sumber internet untuk mempersiapkan proses penelitian {menemukan alasan-alasan kulit jeruk dapat menghasilkan energi gas alternatif; rancang bangun instalasi penghasil energi gas alternatif dari kulit jeruk; takaran perbandingan campuran kulit jeruk blender dengan air}.
- Siswa mengkonfirmasi yang telah ditemukan dalam proses literasi dengan guru dan menerima alat dan bahan penelitian.
- Siswa melaksanakan proses penelitian berdasarkan panduan yang ada dalam lembar kerja siswa (setiap selesai satu langkah harus dimintakan validasi kepada guru untuk lanjut ke langkah selanjutnya).
 - 1) Merangkai pipa kapiler pada dua botol plastik air mineral bekas.
 - 2) Memblender kulit jeruk yang telah disiapkan sesuai ukuran.
 - 3) Mencampur kulit jeruk yang telah diblender dengan air sesuai takaran perbandingan.
 - 4) Memasukkan ke dalam salah satu botol plastik air mineral bekas.
 - 5) Mempersiapkan baterai sumber daya motor dc.
 - 6) Memasang pipa kapiler pada motor dc dan kompor mini.
 - 7) Menguji coba penghasil energi gas alternatif dari kulit jeruk sederhana.
- Siswa menuliskan kesimpulan penelitian yang telah dilaksanakan.
- Siswa mengembalikan alat dan bahan penelitian kepada guru.

d) Elemen-elemen *mathematics*

Elemen-elemen *mathematics* dalam penelitian ini adalah berupa pembacaan alat ukur voltase menggunakan multimeter (voltmeter dan amperemeter). Selanjutnya adalah perhitungan voltase total rangkaian listrik seri baterai buah. Perhitungan tersebut dapat dilakukan secara manual atau berbantuan aplikasi Ms. Excel seperti tampak pada Gambar 13.

Nanas pertama = 1,02 Volt
 Nanas kedua = 0,92 Volt
 Nanas ketiga = 1,01 Volt
 Seri 1-2-3 = 2,95 Volt

 1 Apel merah = 1,04 Volt
 1 Apel hijau = 1,03 Volt
 1 Jeruk nipis = 1,00 Volt
 1 Nanas = 1,03 Volt
 Paralel Apel merah + hijau = 1,05 Volt
 Am + AH + Jeruk nipis = 1,02 Volt
 Am + AH + JN + N = 1,01 Volt

 Apel pertama = 0,99 Volt
 Apel kedua = 1,02 Volt
 Apel ketiga = 1,01 Volt
 Seri 1-2-3 = 3,02 Volt

Buah	Indeks	Voltase
Nanas	A	1,02 Volt
	B	0,92 Volt
	C	1,01 Volt
	Seri (A+B+C)	2,95 Volt

Buah	Indeks	Voltase
Apel	A	0,99 Volt
	B	1,02 Volt
	C	1,01 Volt
	Seri (A+B+C)	3,02 Volt

Buah	Indeks	Voltase
Paralel A+B	A	1,00 Volt
	B	0,96 Volt
	C	1,01 Volt
	D	2,97 Volt

Gambar 13. Elemen *mathematics* manual dan berbantuan Ms. Excel.

3.1.3. Kerangka Pembelajaran RBL-STEM dalam Pemanfaatan Buah dan Kulit Jeruk untuk Pengembangan Energi Listrik dan Gas Alternatif

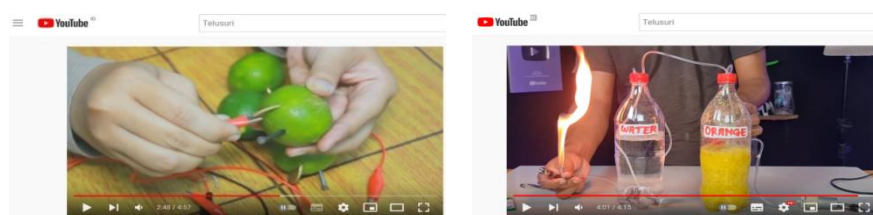
Terdapat enam tahap dalam kerangka RBL-STEM penelitian ini seperti yang dijelaskan pada Gambar 5 kerangka RBL-STEM penghasil energi listrik dan gas alternatif dari buah dan kulit jeruk. Keenam langkah model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM akan diuraikan satu persatu. Langkah-langkah tersebut menggambarkan bagaimana siswa melaksanakan proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM pada materi pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk pengembangan energi listrik dan gas alternatif dalam upaya meningkatkan metaliterasi siswa.

1. Tahap pertama (*pengajuan masalah STEM*) dilaksanakan dengan memberikan permasalahan mendasar berbasis STEM berupa pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk energi listrik dan gas alternatif sederhana. Kegiatan pembelajaran yang terjadi pada tahap pertama ini dijelaskan lebih rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 1.

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
Pengajuan permasalahan mendasar pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk energi listrik dan gas alternatif sederhana.	a. Guru bertanya pada siswa apakah mereka pernah melihat dalam youtube tentang menyalakan lampu led dengan buah dan juga menyalakan kompor dengan gas dari kulit jeruk.
	b. Guru memperlihatkan video youtube menyalakan lampu led dengan baterai buah dan gas dari kulit jeruk.
	c. Siswa menyatakan tanggapan atau pendapatnya mengenai video yang telah disajikan.

Tahap 1	Kegiatan Pembelajaran
	d. Siswa bersama kelompoknya mulai melakukan diskusi awal untuk persiapan penelitian.



Gambar 14. Tahap pertama pengajuan masalah STEM.

2. Tahap kedua (*science*) berupa menginventarisasi aspek-aspek pendukung proses penelitian yang akan dilakukan. aspek-aspek ini yang harus dipahami sebagai syarat untuk melaksanakan penelitian. Aspek-aspek tersebut diantaranya adalah potensial listrik dan gas pada buah dan kulit jeruk; rangkaian baterai buah (tunggal, seri, dan paralel), tegangan listrik, kuat arus listrik; hambatan dari elektroda; dan rancang bangun kulit jeruk penghasil energi gas alternatif). Urutan kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan oleh siswa dapat dijelaskan secara lebih terperinci pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 2.

Tahap 2	Kegiatan Pembelajaran
Menginventarisasi aspek-aspek pendukung proses penelitian yang akan dilakukan.	a) Guru menyampaikan aspek-aspek yang harus dipahami terlebih dahulu agar proses penelitian dapat berjalan dengan baik dan lancar. b) Siswa bersama kelompoknya menuliskan aspek-aspek yang harus dipahami terlebih dahulu sebelum melaksanakan penelitian. c) Siswa bersama kelompoknya berbagi tugas untuk menemukan dan memahami aspek-aspek yang harus dipahami terlebih dahulu sebelum melaksanakan penelitian. d) Siswa bersama kelompoknya mulai melakukan diskusi awal aspek-aspek yang telah dipahami sebelum melengkapinya dengan menggunakan sumber internet.

3. Tahap ketiga (*technology*) berupa penggunaan *internet of things* untuk melakukan pengumpulan data literasi untuk memahami lebih dalam tentang potensial listrik dan gas pada buah dan kulit jeruk; rangkaian, voltase, kuat arus listrik; rancang bangun kulit jeruk penghasil gas dari penelusuran web dan chanel youtube. Kegiatan belajar pada tahap 3 ini tersaji pada Tabel 3.



Gambar 15. Tahap kedua diskusi dan konfirmasi persiapan penelitian.

Tabel 3. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 3.

Tahap 3	Kegiatan Pembelajaran
Pengumpulan data literasi untuk memahami lebih dalam tentang potensial listrik dan gas pada buah dan kulit jeruk; rangkaian, voltase, kuat arus listrik; rancang bangun kulit jeruk penghasil gas dari penelusuran web dan chanel youtube.	a) Guru menyediakan perangkat internet sesuai jumlah kelompok. b) Guru memberikan contoh pencarian sumber-sumber literasi. c) Siswa bersama kelompoknya sesuai pembagian tugasnya melakukan pencarian sumber-sumber data literasi yang diperlukan dalam mendukung penelitian yang akan dilaksanakan. d) Guru memeriksa hasil-hasil pencarian yang telah dilakukan oleh masing-masing kelompok dan memberikan saran pencarian lain jika hasil yang ditemukan siswa masih belum tepat.



Gambar 16. Tahap ketiga metaliterasi pencarian sumber-sumber pendukung.

4. Tahap keempat (*engineering*) berupa proses inti penelitian pada pembelajaran berbasis riset dan beririsan dengan unsur *engineering* dalam pendekatan

STEM. Tahap keempat ini dilaksanakan dengan merangkai rangkaian baterai buah untuk menyalakan lampu led dan mengembangkan/ melaksanakan rancang bangun kulit jeruk penghasil gas sederhana (Instalasi pipa kapiler). Dua kegiatan berbeda yang dalam pelaksanaannya dapat dilakukan dengan pembagian kelompok untuk mengerjakan atau setiap kelompok mengerjakan namun dalam waktu yang berurutan atau bahkan mungkin berbeda hari. Untuk lebih memberikan kejelasan tahap keempat ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 4.

Tahap 4	Kegiatan Pembelajaran
Merangkai rangkaian a) Guru memberikan konfirmasi cara merangkai dan baterai buah untuk mengukur tegangan baterai buah serta instalasi menyalakan lampu led rancang bangun penghasil gas alternatif kulit jeruk. dan mengembangkan b) Siswa merangkai rangkaian baterai buah tunggal rancang bangun kulit lalu mengukur dan mencatat tegangannya. jeruk penghasil gas c) Siswa merangkai 2 baterai buah secara paralel sederhana (Instalasi pipa lalu mengukur dan mencatat tegangannya. kapiler). d) Siswa merangkai 3 baterai buah secara paralel lalu mengukur dan mencatat tegangannya. e) Siswa merangkai 2 baterai buah secara seri lalu mengukur dan mencatat tegangannya. f) Siswa merangkai 3 baterai buah secara seri lalu mengukur dan mencatat tegangannya. g) Siswa menentukan rangkaian apa yang akan dipakai untuk menyalakan lampu led 2,5v. <i>hanya diberikan kesempatan 2 kali memilih.</i> h) Siswa menuliskan kesimpulan penelitian. i) Guru memberikan konfirmasi cara menginstalasi rancang bangun penghasil gas alternatif kulit jeruk. j) Siswa melaksanakan penelitian sesuai LKS.	
	- Merangkai pipa kapiler pada dua botol plastik air mineral bekas.
	- Memblender kulit jeruk sesuai ukuran.
	- Mencampur kulit jeruk yang telah diblender dengan air sesuai takaran perbandingan.
	- Memasukkan ke dalam salah satu botol plastik air mineral bekas.
	- Mempersiapkan baterai sumber daya motor dc.
	- Memasang pipa kapiler pada motor dc dan kompor mini.
	- Mengujicoba penghasil energi gas alternatif dari kulit jeruk sederhana.
	k) Siswa menuliskan kesimpulan penelitian.



Gambar 17. Tahap keempat proses inti penelitian (*engineering*).

5. Tahap kelima (*mathematics*) dilakukan saat siswa melaksanakan presentasi. Siswa mensimulasikan perhitungan dan pengukuran tegangan listrik yang dihasilkan baterai buah yang dirangkai dengan berbagai jenis rangkaian. Perhitungan yang sebelumnya dilakukan secara manual atau dengan formula *summary* pada Ms. Excel dibuktikan dalam pengukuran. Selain itu, juga menghitung biaya yang dibutuhkan untuk pembelian bahan-bahan penelitian dengan memanfaatkan teknologi internet sebagai sumber literasi.

Tabel 5. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 5.

Tahap 5	Kegiatan Pembelajaran
Mengukur dan menghitung tegangan listrik untuk menghidupkan lampu led dan menghitung biaya pembelian bahan-bahan penelitian.	a) Kelompok siswa mengawali presentasi dengan simulasi perhitungan dan pengukuran tegangan berbagai rangkaian baterai buah.
	b) Siswa menunjukkan hasil pengukuran baterai buah tunggal
	c) Siswa mensimulasikan menghitung tegangan rangkaian paralel baterai buah dan membuktikan dengan pengukuran menggunakan multimeter.
	d) Siswa mensimulasikan menghitung tegangan rangkaian seri baterai buah dan membuktikan dengan pengukuran menggunakan multimeter.

6. Tahap keenam (*RBL report*) dilakukan oleh siswa dengan melengkapi kesimpulan pada lembar kerja siswa kemudian melaksanakan presentasi. Presentasi yang disajikan memuat proses dan hasil penelitian. Kegiatan awal *focus group discussion (FGD)* intern kelompok untuk memastikan setiap anggota kelompok telah siap memaparkan sesuai bagiannya masing-masing.

Pengamatan hasil metaliterasi akan tergambar pada masing-masing siswa sebelum dilakukan penilaian kemampuan metaliterasi.



Gambar 18. Tahap kelima perhitungan potensial listrik baterai buah.

Tabel 6. Kegiatan pembelajaran RBL-STEM pada tahap 6.

Tahap 6	Kegiatan Pembelajaran
Menyajikan/ mempresentasi kan hasil penelitian siswa untuk menganalisa capaian metaliterasi yang telah dilakukan.	a) Siswa menyelesaikan proses penelitian.
	b) Siswa membangun FGD intern kelompok untuk persiapan presentasi.
	c) Siswa melaksanakan presentasi dengan mensimulasikan proses penelitian sesuai bagiannya masing-masing
	d) Siswa membuka sesi tanya jawab dengan anggota kelompok lain. <i>(penggambaran metaliterasi yang telah dilalui siswa)</i>
	e) Siswa menyimpulkan penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 19. Tahap keenam laporan RBL dengan presentasi.

3.1.4. Kerangka Instrumen Penilaian Kemampuan Metaliterasi Siswa

Sebagai bentuk konfirmasi atas hasil belajar terutama untuk menggambarkan proses dan hasil metaliterasi yang telah dicapai oleh siswa maka perlu disusun instrumen penilaian. Hasil dari instrumen penilaian kemampuan metaliterasi ini akan menggambarkan tingkatan secara berurutan kemampuan metaliterasi siswa. Instrumen penilaian kemampuan metaliterasi siswa tersaji pada Tabel 7.

Langkah-Langkah Penelitian			
No	Langkah	Bahan	Hasil Pengukuran Tegangan
1	Merangkai rangkaian tunggal dan mengukur tegangannya	Buah apel merah	1.04. Volt
		Buah apel hijau	1.03. Volt
		Buah jeruk manis	1.02. Volt
2	Merangkai rangkaian paralel dan mengukur tegangannya	2 Buah apel merah & 1 jeruk	1.05. Volt
		3 Buah apel hijau & 1 jeruk	1.02. Volt
		4 Buah apel hijau & 1 jeruk	1.01. Volt
3	Merangkai rangkaian seri dan mengukur tegangannya	2 Buah apel merah & 1 jeruk	1.98. Volt
		3 Buah apel hijau & 1 jeruk	3.02. Volt
		4 Buah apel hijau & 1 jeruk	4.02. Volt

Untuk menyalakan lampu LED dibutuhkan tegangan listrik minimal 2,5 Volt. Dari penelitian tersebut di atas, **DISKUSIKAN** dengan kelompokmu, buah apa dan rangkaian apa yang akan kalian pilih untuk menyalakan lampu LED.

Kami memilih buah apel..... karena ukuran..... karena ukuran apel lebih besar

Kami memilih menggunakan rangkaian seri..... karena semakin banyak buah yang dipakai maka tegangan semakin tinggi

Silakan laksanakan

Hasilnya : Lampu LED **MENYALA/ TIDAK MENYALA ***

Jika gagal menyala, diberikan kesempatan sekali lagi untuk memilih dan melaksanakan.

Kesimpulan :
 Dengan menggunakan buah apel..... dan merangkainya secara seri..... maka kelompok kami Sukses menyalakan lampu LED dengan menggunakan baterai buah.

Jika kami menggunakan rangkaian paralel..... Maka tidak akan dapat menyalakan lampu LED karena tegangannya..... < 1 Volt

Gambar 20. Sampel hasil penyelesaian lembar kerja siswa

Tabel 7. Kerangka instrumen penilaian kemampuan metaliterasi siswa.

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
Produce (memproduksi)	1. Mengidentifikasi sifat/ karakteristik masalah	1. a. Jelaskan mengapa buah dapat dijadikan sumber energi listrik alternatif. b. Jelaskan mengapa kulit jeruk dapat dijadikan sumber energi gas alternatif
	2. a. Menyatakan ide penyelesaian masalah	2. Diskusikan bagaimana cara menghasilkan energi listrik dan

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
	b. Menentukan/ mengem- bangkan tahapan, fase, atau sintaks penyelesai an masalah	gas alternatif dari buah dan kulit jeruk
<i>Incorporate</i> (menyisipkan)	1. Mengidentifikasi berbagai sumber untuk menemukan solusi permasalahan 2. Menggunakan <i>internet of things</i> untuk mencari pendukung keberhasilan penelitian 3. Menggunakan aplikasi ms excel dalam membantu perhitungan	1. Identifikasi jenis sumber digital untuk menemukan solusi permasalahan 2. Memahami cara mengukur tegangan listrik baterai buah dari sumber internet 3. Memahami cara menghitung tegangan total dengan ms excel dari sumber internet
<i>Use</i> (menggunakan)	1. Mensimulasikan proses penelitian yang telah dilakukan 2. Menganalisa hasil penelitian 3. Menafsirkan hasil temuan penelitian dalam kesimpulan 4. Mengembangkan hasil temuan penelitian	1. Menentukan cara presentasi proses dan hasil penelitian secara lengkap dan efektif 2. Kembangkan dengan bahan-bahan lain yang berpotensi menghasilkan listrik dan gas 3. Perkirakan seberapa lama lampu dapat menyala 4. Penerapan lebih aplikatif hasil temuan
<i>Participate</i> (partisipasi)	1. Membantu penyelesaian bagian teman dengan memaksimalkan bagiannya 2. Memberikan tanggapan atas pertanyaan saat presentasi	1. Saran pada teman berdasarkan penyelesaian bagiannya 2. Bekerja sama untuk menjawab berdasarkan temuan penelitian
<i>Share</i> (membagi)	1. Melakukan refleksi dan evaluasi terhadap evaluasi dari kelompok lain untuk perbaikan 2. Menggunakan <i>internet of things</i> untuk membagikan hasil temuan (status WA dan share WAG)	1. Analisa tanggapan kelompok lain untuk memperbaiki proses dan hasil temuan penelitian 2. Membagikan proses dan hasil penelitian ke media sosial
<i>Collaborate</i> (bekerja sama)	1. Bekerja sama dengan teman kelompok 2. Memperkuat pemahaman	1. Bekerja sama meninjau kekurangan proses dan hasil 2. Menyampaikan masalah untuk

Indikator	Sub-Indikator	Materi Uji
	bagian dengan meminta teman memberikan saran	mendapatkan saran dari teman
3.	Menentukan kebermanfaatan bersama	3. Menentukan kebermanfaatan bersama dari hasil penelitian

3.1.5. *Tindak Lanjut Pengembangan Perangkat Pembelajaran*

Tindak lanjut pengembangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini menggunakan desain pengembangan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Raiser dan Mollenda (dalam Muftakim dan Hardini: 2021), desain pengembangan model ADDIE memiliki lima tahapan pengembangan. Tahapan-tahapan tersebut adalah analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi [8]. Pengembangan yang dilakukan adalah pengembangan perangkat pembelajaran integrasi RBL-STEM.

Tahapan pengembangan pertama berupa analisis dilakukan dengan menganalisis karakteristik siswa, karakteristik materi dan proses pembelajaran, serta media pembelajaran yang akan digunakan. Dalam hal ini pengembangan dilakukan dengan memperhatikan karakteristik-karakteristik jenjang sekolah dasar. Tahap perancangan sebagai tahap yang kedua dilakukan dengan merancang perangkat pembelajaran yang mengintegrasikan model RBL ke dalam pendekatan STEM. Pada tahap ini, beberapa bahan ajar yang disusun diantaranya adalah silabus, RPP, LKS, *pre-test*, *post-test*, dan instrumen penilaian lainnya.

Tahapan ketiga adalah tahap pengembangan, yaitu uji coba bahan ajar dan instrumen untuk mengecek keabsahan atau validitas bahan ajar serta kepraktisannya atau praktibilitasnya. Hasil validasi meliputi validitas isi, validitas format, validitas bahasa, dan tingkat kepraktisan. Tahap keempat berupa implementasi untuk mengetahui keefektifan bahan ajar RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk pengembangan energi listrik dan gas alternatif. Tahap terakhir adalah tahap evaluasi. Tahap ini dilakukan dalam bentuk kegiatan refleksi untuk menilai apakah penerapan materi pembelajaran model RBL dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk pengembangan

energi listrik dan gas alternatif. Pada tahap terakhir evaluasi ini, penggunaan statistik inferensial sangat dibutuhkan untuk menunjukkan adanya generalisasi pada populasi lain.

4. PEMBAHASAN

Pengembangan kerangka kerja kegiatan pembelajaran RBL-STEM dalam menyelesaikan masalah pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk pengembangan energi listrik dan gas alternatif untuk meningkatkan metaliterasi siswa sangat penting dan bermanfaat untuk dilakukan. Bukan saja pada jenjang lanjutan, namun juga pada siswa jenjang sekolah dasar. Selain sebagai sarana membiasakan untuk berpikir dan bertindak secara holistik serta mengenalkan langkah-langkah ilmiah, hasil dari penelitian ini menjadi pedoman dalam melakukan penelitian lanjutan.

Setidaknya ada dua kegiatan penelitian yang dapat dilakukan lebih lanjut, yaitu: (1) mengembangkan materi pembelajaran STEM-RBL dengan model pengembangan ADDIE dan (2) menganalisis implementasi materi pembelajaran RBL-STEM dalam meningkatkan metaliterasi siswa dalam menyelesaikan masalah pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk pengembangan energi listrik dan gas alternatif. Kerangka kegiatan pembelajaran kombinasi RBL-STEM sangat efektif dalam mewujudkan metaliterasi siswa jika diterapkan dalam kelas pembelajaran, hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dipaparkan pada [6].

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini telah menggambarkan bagaimana sintaksis RBL yang terintegrasi dengan pendekatan STEM. Hasil utama penelitian berupa kerangka aktivitas pembelajaran berbasis riset dengan pendekatan STEM. Kerangka aktivitas tersebut berupa pemanfaatan buah dan kulit jeruk untuk pengembangan energi listrik dan gas alternatif sebagai upaya meningkatkan metaliterasi siswa yang terurai menjadi 6 tahapan kegiatan pembelajaran. Selain itu, hasil penelitian juga memuat pengembangan kerangka instrumen tes terkait dengan indikator-indikator metaliterasi siswa. Berdasarkan proses dan hasil-hasil penelitian ini,

maka penelitian-penelitian lanjutan terkait pengembangan perangkat dan analisis implementasi integrasi RBL-STEM akan semakin mudah untuk dilakukan.

Selanjutnya sebagai saran, pengkondisian siswa saat melaksanakan pembelajaran perlu mendapatkan perhatian lebih. Memastikan keamanan ketika proses penelitian berlangsung juga diharapkan untuk menjadi perhatian khusus. Metaliterasi yang terjadi saat proses pembelajaran sebaiknya dibimbing secara ketat oleh guru karena subyek penelitian adalah siswa pada jenjang sekolah dasar.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh hibah Riset Keilmuan, LPDP-Indonesia Tahun 2021-2022 dan kelompok riset CEREBEL serta CGANT, oleh karena itu disampaikan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwarudin, M., Dafik., Farisi, M.I. (2019). Students' combinatiroal generalization thinking skills in solving tessellation coloring pattern problems and its enchancement through problem-based learning. *Journal of Physics: Convergence Series*, 1465.
- [2] Asharo, R.K., Khaleyla, F., Rahmadi, C.T. (2022). Pengolahan Limbah Kulit Pisang menjadi BioBaterai sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Warga Sidotopo Wetan, Surabaya. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. Vol. 4 (1).
- [3] Aziza, M.O., Dafik, dan Kristiana, A.I. (2020). The analysis of the implementation of research-based learning on the students combinatorial thinking skills in solving a resolving perfect dominating set problem. *Journal of Physics: Conference Series*.
- [4] Creswell, J. W. (2016). Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran Edisi Keempat. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [5] Danial, H., Ano, I. (2020). Mengenal Listrik di Rumah. Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

- [6] 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).
- [7] Khairani, K., Mukhni, M., dan Aini, F.Q. (2018). Pembelajaran Berbasis Stem Dalam Perkuliahan Kalkulus Di Perguruan Tinggi. *UJMES (Uninus Journal of Mathematics Education and Science)*, 3(2), 104-111.
- [8] Muftakim, H. dan Hardini, A.T.A. (2021). Pengembangan Instrumen Penilaian Sikap Sosial Aspek Kerja Sama Pembelajaran Tematik Kelas IV SD. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. Vol. 7 (1).
- [9] Nasution, M. (2019). Kajian tentang Hubungan Deret Volta dan Korosi serta Penggunaannya dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Semantek UISU 2019*. (251-254).
- [10] Rukmini, P. (2016). Produksi Biogas dari Sampah Buah dan Sayur: Pengaruh Volatile Solid dan Limonen. *Jurnal Konversi*. Vol. 5 (2).
- [11] Sanders, M. E. 2009. Integrative STEM: Primer [in some places titled STEM, STEM Education, STEMmania]. *The Technology Teacher*, 68 (4), 20-26).
- [12] Sari, V.A., Arista, D. (2017). Peranan Mikroorganisme pada Pretreatment Kulit Kopi sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas. *Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [13] Sintiya, D., Nurmasyitah. (2019). Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Jeruk dan Tomat Sebagai Solusi Energi Alternatif. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*. Vol. 2 (1).
- [14] Sugiyono (2016). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: Alfabeta.
- [15] Wardani, P.L., Dafik, and Tirta, I.M. (2019). The analysis of pembelajaran berbasis riset implementation in improving students conjecturing skills in solving local antimagic vertex dynamic coloring. *Journal of Physics: Convergence Series*, 1211.
- [16] Widayati, T.D., Pari, G., Yoshida, M. (2010). *Pedoman Umum Pembelajaran berbasis riset (PUPBR)*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

TENTANG PENULIS



Penulis utama (Muhammad Anwarudin, S.Pd.,M.Pd.) lahir di Banyuwangi, 04 Mei 1985. Tahun 1997 lulus dari MI Miftahul Ulum Buluagung Siliragung Banyuwangi. Jenjang SMP dijalani di SLTPN 1 Siliragung dan lulus tahun 2000. Tahun 2003 lulus dari SMKN 1 Glagah Banyuwangi jurusan Elektronika Industri. D2 PGSD/MI diselesaikan di STAI Ibrahimy Genteng. Lulus jenjang S1 PGSD tahun 2012 dari Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Magister Pendidikan Dasar lulus tahun 2019 dari Universitas Terbuka Jember. Tugas utama saat ini adalah Guru Kelas di SD Negeri 1 Kalianget Banyuglugur Situbondo dan tugas tambahan sebagai Tutor di UPBJJ UT Jember.

Email: muhammadanwarudin45@guru.sd.belajar.id



Penulis kedua adalah Priyanto M.Pd. Lahir di Pacitan, 01 Agustus 1977. Jabatan saat ini adalah Kepala Sekolah SDN 1 Kalianget Banyuglugur Situbondo. Pendidikan terakhir Strata 2 Pendidikan Sastra Indonesia, Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Email priyanto181@admin.sd.belajar.id



Penulis ketiga bernama Zainur Rasyid Ridlo dan dilahirkan di Situbondo pada tanggal 23 Mei 1988. Pada tahun 2006-2012 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember. Lalu pada tahun 2014-2016 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 di Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Jember. Setelah itu mulai tahun 2019 Beliau menjadi PNS di Universitas Jember, sebagai dosen di Jurusan MIPA hingga sekarang. E-mail: zainur.fkip@unej.ac.id.



Penulis keempat bernama Rosanita Nisviasari dan dilahirkan di Jember pada tanggal 17 Januari 1995. Pada tahun 2013-2017 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Jurusan Matematika, Universitas Jember. Lalu pada tahun 2017-2020 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 di jurusan dan kampus yang sama. Kemudian pada Tahun 2018 Beliau mulai menjadi pembantu peneliti di *CGANT Research Group* hingga sekarang. E-mail: nisviasari@gmail.com.



Penulis kelima bernama Ika Hesti Agustin dan dilahirkan di Jember pada tanggal 1 Agustus 1984. Pada tahun 2002-2006 Beliau menempuh pendidikan tingkat S1 di Jurusan Matematika, Universitas Jember. Lalu pada tahun 2011-2013 Beliau menempuh pendidikan tingkat S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Kemudian pada Tahun 2019-2022 Beliau menempuh pendidikan tingkat S3 di Universitas Airlangga. Beliau menjadi dosen di Jurusan Matematika, Universitas Jember mulai tahun 2008 hingga sekarang.

E-mail: ikahesti.fmipa@unej.ac.id.

