

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Desain KIT Biobaterai sebagai Media Pembelajaran IPA Topik Produk Teknologi Ramah Lingkungan

Dalam penelitian ini menghasilkan sebuah produk KIT (komponen instrumen terpadu) Biobaterai. Komponen instrumen terpadu merupakan kumpulan alat yang dibuat dan dikemas dalam bentuk kotak unit, yang dilengkapi dengan petunjuk penggunaan¹. KIT Biobaterai disusun dengan praktis dan berukuran kecil dan praktis agar mudah digunakan siswa dalam praktik sebuah pembelajaran topik produk teknologi ramah lingkungan untuk kelas IX SMP/MTs². Dalam pembelajaran, KIT Biobaterai diklasifikasikan sebagai media pembelajaran IPA yang mempermudah pemahaman konsep IPA kepada siswa serta dapat memunculkan keterampilan proses sains dalam memahami fenomena yang terjadi³. Pada analisis produk KIT Biobaterai akan dideskripsikan mengenai visual produk KIT, analisis bagian-bagian KIT, serta keterkaitan keterampilan proses sains. Adapun visual produk KIT Biobaterai sebagai berikut :

1. Visual Produk KIT Biobaterai

KIT Biobaterai merupakan kumpulan instrumen terpadu yang disusun sebagai media pembelajaran IPA pada topik pembelajaran produk teknologi ramah lingkungan. Dalam penyusunan KIT Biobaterai ini menyesuaikan dengan kompetensi dasar 3.10 menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan, dan 4.10 menyajikan karya tentang proses dan produk teknologi sederhana yang ramah lingkungan. Teknologi ramah lingkungan merupakan suatu teknologi yang bertujuan guna mempermudah hidup serta lingkungan manusia lebih baik⁴. KIT Biobaterai ini salah satu contoh penerapan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan pengolahan limbah/sampah sebagai teknologi ramah lingkungan/ terbaharukan. Pengembangan KIT Biobaterai bertujuan untuk mendedukasi siswa dalam

¹ Khairunnisa, Muharini, dan Melati, "Pembuatan Perangkat Kotak Instrumen Terpadu (KIT) Praktikum pada Materi Indikator Asam dan Basa," 31.

² Khairunnisa, Muharini, dan Melati, 32.

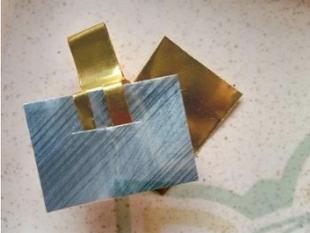
³ Lepiyanto, "Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Berbasis Praktikum," 156.

⁴ Riyana, Syahmani, dan Yulinda, "Validitas dan Kepratisan Media Articulate Storyline Materi Teknologi Ramah Lingkungan Berkonteks Lahan Basah untuk Meningkatkan Literasi Sains," 45.

mengaplikasikan pembelajaran IPA topik produk teknologi ramah lingkungan, serta menghasilkan sebuah inovasi proyek biobaterai dengan bahan dasar limbah organik yang ramah lingkungan. Adapun komponen-komponen dalam KIT Biobaterai terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Visual Produk KIT

No	Komponen KIT	Spesifikasi
1.	Box KIT 	Box KIT memiliki ukuran panjang 17 cm, lebar 12 cm dan tinggi 8 cm. Box KIT terbuat dari serat jerami gandum yang didaur ulang dengan teknologi bioplastik. Pada bagian luar terdapat stiker produk KIT Biobaterai.
2.	Multimeter 	Multimeter ini memiliki ukuran panjang 12,5 cm, lebar 7 cm, dan tinggi 2 cm. Multimeter ini digunakan untuk mengecek arus listrik yang dihasilkan dalam percobaan.
3.	Box/ tempat bersekat 	Box bersekat ini merupakan tempat limbah organik dalam penyusunan biobaterai. Box bersekat ini berukuran panjang 13 cm, lebar 6,5 cm, dan tinggi 2,2 cm. Box bersekat ini memiliki 10 sekat didalamnya yang akan digunakan dalam percobaan kedua.
4.	Cutter dan gunting 	Cutter dan gunting ini digunakan untuk memotong limbah organik menjadi ukuran yang lebih kecil.
5.	Pinset	Pinset memiliki panjang ini merupakan alat yang digunakan

		untuk memudahkan siswa dalam memasukkan limbah kedalam tabung baterai.
6.	<p>Seng (Zn) dan alumunium</p> 	Seng dan alumunium ini digunakan pada percobaan kedua. Seng ini terbuat dari lempengan seng yang dipotong menjadi ukuran berukuran 3 cm, sedangkan alumunium terbuat dari lempengan alumunium yang dipotong menjadi ukuran 3cm. Alumunium sebagai anoda (bermuatan negatif) dan seng sebagai katoda (bermuatan positif).
7.	<p>Tabung baterai bekas</p> 	Tabung baterai bekas digunakan pada percobaan pertama. Tabung baterai bekas ini terbuat dari batu baterai bekas yang pasta elektrolitnya/ serbuk karbonnya sudah dibersihkan, sehingga lebih praktis dan mudah digunakan oleh siswa.
8.	<p>Rangkaian seri LED</p> 	Rangkaian seri LED ini terbuat dari tempat baterai yang berisikan 2 buah baterai yang disambungkan dengan lampu LED kecil. Rangkaian seri LED digunakan dalam percobaan pertama sebagai pembuktian nyala tidaknya lampu LED dari batu biobaterai.
9.	<p>Kabel</p>	Kabel ini berukuran 10 cm digunakan untuk perantara penghantar untuk mengecek

		banyaknya voltase pada biobaterai.
10.	Bul 	Buku panduan ini disusun sesuai dengan rancangan desain KIT Biobaterai, yang disesain minimalis dan simple. Panduan kegiatan ini berukuran panjang 8 cm, dan tinggi 10 cm dengan kertas berwarna yang dilapisi laminating plastik.
11.	QR kode video pembelajaran  	Pada QR kode video pembelajaran ini terdapat pada buku panduan, QR kode video pembelajaran ini juga dicetak berukuran 3cm x 3cm kemudian dilaminating. Sebelum menggunakan KIT biobaterai, siswa diminta untuk menscan QR kode video pembelajaran. Video pembelajaran berdurasi sekitar 6 menit yang berisi materi tentang pengenalan teknologi ramah lingkungan dan biobaterai.

Pada Tabel 4.1 mendiskripsikan gambar dari visual produk KIT biobaterai serta karakteristik produk KIT masing-masing. Terdapat pula alasan mengenai pemilihan bahan dasar produk KIT yang terdapat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Alasan pemilihan bahan dasar KIT

No	Bagian Produk	Bahan Dasar	Alasan
1.	Box KIT	Bioplastik dari serat jerami gandum	Karena serat jerami gandum yang didaur ulang dengan teknologi bioplastik merupakan salah satu teknologi ramah lingkungan yang lebih efektif dan layak

			digunakan dalam waktu yang lama. Serta tempat box ukuran 17*12 cm termasuk kotak box yang ringan dan mudah ketika dibawa.
2.	Tempat bersekat	Plasik	Karena lebih mudah dan efisien digunakan siswa ketika melakukan percobaan.
3.	Tabung baterai	Batu baterai bekas	Karena tabung baterai terbuat dari tabung batu baterai bekas yang sudah dibersihkan pasta elektrolitnya, sehingga memudahkan siswa dalam percobaan penyusunan biobaterai.
4.	Rangkaian seri	Tempat baterai dan lampu LED	Pemilihan rangkaian seri karena dalam pembuatan biobaterai perlu adanya percobaan berhasil tidaknya menyalakan lampu LED.
6	Kartu kegiatan dan Qr kode video	Kertas hvs yang dilaminating	Pemilihan menggunakan kertas hvs yang dilaminating karena agar kualitas cetakan kartu terlihat jelas dan warna tetap bagus serta dilaminating agar tidak mudah rusak jika terkena air dan tidak mudah lembab.

Pada Tabel 4.2 merupakan penjelasan mengenai alasan dan bahan dasar pemilihan komponen KIT yang dikembangkan. Bahan dasar tersebut dipilih dari bahan yang bagus dan berkualitas baik, sehingga produk KIT yang dikembangkan bagus, menarik, dan tahan lama.

2. Analisis bagian-bagian produk KIT Biobaterai

Pada analisis desain bagian produk KIT Biobaterai ini akan dijabarkan mengenai masing-masing bagian KIT, dan disertai dengan alasan yang mendasari dalam perancangan KIT Biobaterai. Adapun analisis bagian-bagian produk KIT Biobaterai terdapat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Analisis bagian komponen KIT

No	Komponen KIT		Alasan
1.	Materi	Media pembelajaran	Media pembelajaran KIT merupakan sarana dalam pembelajaran untuk memudahkan siswa dalam memahami proses biobaterai pada topik proyek teknologi ramah lingkungan. Dalam media pembelajaran ini diharapkan siswa dapat berinovasi dan mengembangkan sampah/limbah sekitar menjadi produk teknologi ramah lingkungan.
		Topik teknologi ramah lingkungan	Pemilihan topik teknologi ramah lingkungan dikarenakan belum adanya KIT mengenai topik tersebut, dan sebagai sarana sebagai pengenalan kepada siswa tentang proses biobaterai yang bisa dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari sehingga siswa dapat berinovasi mengembangkan biobaterai sebagai produk teknologi ramah lingkungan.
		Topik Biobaterai	Pemilihan topik biobaterai dikarenakan topik ini merupakan salah satu contoh teknologi ramah lingkungan yang mudah diaplikasikan oleh siswa dalam kehidupan sehari-hari. Serta topik ini mudah dipelajari siswa dan bisa langsung digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
2.	Alat	Box KIT	Pemilihan Box KIT Berbahan serat jerami gandum yang didaur ulang dengan teknologi bioplastik dipilih

			karena bahan tersebut termasuk ramah lingkungan. Box ini juga praktis, ringan dan mudah dibawa oleh siswa.
		Rangkaian seri LED	Rangkaian seri ini terbuat dari lampu LED, yang disambungkan dengan tempat baterai. Pemilihan rangkaian ini dikarenakan rangkaian mudah dan praktis digunakan oleh siswa Rangkaian lampu ini digunakan untuk mengecek nyala lampu yang dihasilkan dalam percobaan Biobaterai dengan batu baterai bekas.
		Box/ tempat bersekat	Pemilihan box bersekat ini merupakan tempat limbah organik cair dikarenakan tempat ini praktis dan mudah digunakan oleh siswa dalam percobaan, serta hanya membutuhkan sedikit limbah yang digunakan dalam percobaan.
		QR kode video pembelajaran	Pemilihan scan kode QR ini dikarenakan untuk memudahkan siswa dalam materi pengenalan teknologi ramah lingkungan.
		Panduan kegiatan	Panduan ini disusun sesuai dengan rancangan desain KIT Biobaterai, yang disesain minimalis dan simple. Serta disertai dengan gambar yang menarik sehingga tidak membuat jenuh pada siswa.

3. Keterkaitan KIT Biobaterai dengan keterampilan proses sains

Penggunaan media pembelajaran KIT Biobaterai melibatkan keaktifan siswa secara langsung dalam proses percobaannya, serta diharapkan dapat memunculkan keterampilan proses sains pada siswa. keterampilan proses sains merupakan keterampilan yang digunakan untuk memahami fenomena apa

saja yang terjadi⁵. Adapun keterkaitan keterampilan proses sains pada siswa terletak pada beberapa indikator ketika melakukan percobaan biobaterai menggunakan KIT Biobaterai.

Tabel 4. 4 Keterkaitan KIT Biobaterai dengan keterampilan proses sains

No	keterampilan proses sains	Aktivitas	Komponen KIT yang berkaitan
1.	Mengamati (observasi)	Siswa melakukan pengamatan pada permasalahan lingkungan seperti sampah ataupun limbah organik.	Kartu kegiatan KIT Biobaterai
2.	Menanya	Siswa dapat mengajukan pertanyaan mengenai percobaan biobaterai ataupun mulai munculnya pertanyaan pada siswa.	Kartu kegiatan KIT Biobaterai
3.	Menggunakan alat dan bahan	Siswa menggunakan alat dari KIT Biobaterai.	Alat percobaan/eksperimen yang terdapat dalam KIT
4.	Menerapkan proses	Siswa melakukan tahapan proses dalam menyusun biobaterai.	Kartu kegiatan KIT Biobaterai dan video pembelajaran
5.	Melakukan hipotesis	Siswa melakukan percobaan/eksperimen sesuai dengan kartu kegiatan.	Alat percobaan/eksperimen yang terdapat dalam KIT
7.	Mengkomunikasikan	Siswa mengkomunikasikan ataupun mempresentasikan didepan kelas tentang hasil percobaan yang dilakukan	Percobaan yang dihasilkan

⁵ Lepiyanto, "Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Berbasis Praktikum," 156.

Pada Tabel 4.4 merupakan Keterkaitan KIT Biobaterai dengan keterampilan proses sains pada siswa. Pada kegiatan mengamati siswa melakukan pengamatan secara langsung terhadap permasalahan lingkungan yang sering siswa jumpai. Proses ini berkaitan dengan kartu kegiatan yang terdapat perintah siswa menganalisis limbah disekitar. Aktivitas pengamatan dapat memberikan pembelajaran yang lebih bermakna karena siswa saling berinteraksi. Setelah melakukan pengamatan, siswa akan muncul rasa ingin tahu sehingga memunculkan indikator menanya⁶. Setelah muncul pertanyaan-pertanyaan pada siswa, siswa melakukan kegiatan percobaan sesuai dengan petunjuk panduan KIT Biobaterai. Percobaan ini menggunakan alat-alat yang disediakan didalam KIT Biobaterai. Setelah melakukan percobaan siswa melakukan Hiopotesis dari percobaan yang telah dilakukan. Proses ini berkaitan dengan alat percobaan dan kartu kegiatan dalam KIT Biobaterai. Kemudian pada kegiatan mengkomunikasikan, siswa mempresentasikan hasil percobaan yang didapatkan didepan kelas.

4. Keterkaitan KIT Biobaterai dengan topik produk Teknologi ramah lingkungan

KIT Biobaterai dirancang khusus untuk memfasilitasi siswa dalam topik pembelajaran teknologi ramah lingkungan. Sesuai dengan kompetensi dasar 3.10 menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan dan 4.10 menyajikan karya tentang proses dan produk teknologi sederhana yang ramah lingkungan. Penyusunan KIT biobaterai ini bertujuan untuk mengedukasi siswa dalam menghasilkan sebuah produk teknologi ramah lingkungan yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Keterkaitan KIT Biobaterai dengan topik produk teknologi ramah lingkungan yaitu Biobaterai merupakan salah satu produk teknologi ramah lingkungan yang memperhatikan prinsip teknologi ramah lingkungan, diantaranya;

- 1) *Refine* merupakan menggunakan bahan atau produk yang ramah lingkungan. Biobaterai menggunakan pasta elektrolit berupa limbah organik yang mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.
- 2) *Reduce* merupakan mengurangi jumlah limbah/sampah. Biobaterai dapat mengurangi jumlah limbah B3 dan pasta

⁶ Lepiyanto, 159.

elektrolitnya dapat mengurangi limbah organik yang tidak termanfaatkan.

- 3) *Reuse* merupakan memakai kembali bahan-bahan yang tidak terpakai dengan cara yang berbeda. Memakai kembali limbah baterai atau baterai bekas termasuk limbah B3 yang berbahaya jika dibuang sembarangan.
- 4) *Recycle* merupakan menggunakan kembali limbah dengan cara yang sama. Menggunakan kembali limbah baterai yang kemudian dikombinasikan dengan limbah organik untuk dijadikan biobaterai yang ramah lingkungan.
- 5) *Recovery* merupakan memanfaatkan limbah guna diproses untuk memenuhi kebutuhan manusia. Memanfaatkan limbah baterai bekas dan dijadikan biobaterai yang lebih ramah lingkungan dari baterai sekali pakai sebelumnya.
- 6) *Retrieve energy* merupakan penghematan dalam penggunaan energi. Biobaterai dapat dijadikan alternatif sebagai penghematan penggunaan baterai sekali pakai dalam kehidupan sehari-hari.

Dari prinsip teknologi ramah lingkungan tersebut, siswa dapat menganalisis permasalahan lingkungan yang masih ada di masyarakat seperti banyaknya limbah organik, anorganik, dan B3 yang terbengkalai, sehingga siswa menganalisis pemanfaatan limbah tersebut sebagai proyek teknologi terbaharukan yang lebih ramah lingkungan.

B. Optimasi desain KIT Biobaterai sebagai media pembelajaran IPA topik produk teknologi ramah lingkungan

Optimasi desain merupakan suatu proses untuk mengoptimalkan penyusunan rancangan media agar mencapai hasil produk yang sesuai dan efektif. Dalam penelitian ini menghasilkan produk berupa KIT Biobaterai untuk siswa SMP/MTs. Adapun tahapan-tahapan optimasi desain KIT Biobaterai sebagai berikut :

1. Tahap *Define* “Pendefinisian”

Pada tahap *define* peneliti melakukan kajian pustaka mengenai kebutuhan siswa yang bertujuan untuk merumuskan dan menetapkan syarat pembelajaran yang akan dikembangkan, hal ini meliputi analisis awal, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas, dan perumusan tujuan⁷. Dalam tahap *define*, desain KIT masih berupa rancangan produk awal dari kebutuhan siswa yang akan dicapai, sehingga dalam tahap ini terdapat

⁷ Nur Sa'adah, *Metode Penelitian R&D Kajian Teoretid dan Aplikatif*, 72.

langkah-langkah dalam penyusunannya. Adapun langkah-langkahnya terdapat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Langkah-langkah tahap *define*

No	Langkah	Penjelasan
1.	Analisis awal	<p>Pada tahap ini dilatar belakangi dari hasil observasi ke sekolah, yang memperlihatkan bahwa minimnya guru dalam menggunakan media pembelajaran dan KIT ketika kegiatan belajar mengajar. Banyak guru yang menggunakan metode ceramah dalam kegiatan belajar mengajar, sehingga siswa sering kali jenuh dan cenderung tidak memperhatikan pembelajaran, serta hal tersebut dapat menghambat pemahaman siswa⁸.</p> <p>Kurikulum 2013 merupakan pendekatan yang berpusat pada siswa yang bertujuan siswa mampu memiliki kapabilitas dalam berfikir (<i>thinking skill</i>), kritis, ilmiah dan analisis. Sehingga perlu adanya media pembelajaran yang tepat dan dapat memungkinkan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran secara optimal.</p>
2.	Analisis siswa	<p>Minimnya pengetahuan siswa tentang pemanfaatan limbah yang dikembangkan menjadi teknologi terbaharukan sehingga perlu adanya edukasi kepada siswa tentang pemanfaatan limbah sebagai teknologi terbaharukan yang lebih ramah lingkungan.</p>
3.	Analisis tugas	<p>Pentingnya media pembelajaran saat kegiatan belajar mengajar sangat dibutuhkan siswa agar siswa tidak cenderung bosan saat pembelajaran. Media pembelajaran yang digunakan harus sesuai dengan Kompetensi dasar yang akan dicapai. Maka dari itu, media pembelajaran KIT diperlukan sebagai sarana pembelajaran agar siswa tidak cepat</p>

⁸ Mikael Nesi dan Maik Akobiarek, "Pengaruh Minat dan Penggunaan Metode terhadap Hasil Belajar IPA Biologi Siswa Kelas VII SMP Negeri 2 Jayapura," *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains* 1, no. 1 (28 Juni 2018): 82, <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v1i1.257>.

		bosan dan dapat dengan mudah mengimplementasikan materi yang diajarkan oleh guru ⁹ .
4.	Analisis konsep	Perlunya pemahaman mengenai biobaterai yang dikolaborasikan dengan KIT dan menjadi media pembelajaran IPA untuk SMP/MTs pada topik produk teknologi ramah lingkungan.
5.	Perumusan tujuan	Mengoptimasi desain KIT Biobaterai untuk memfasilitasi gaya pembelajaran guru dalam kegiatan belajar mengajar agar lebih efektif, menarik, dan inovatif. Serta siswa akan lebih mudah memahami materi yang disampaikan oleh guru dengan media pembelajaran KIT Biobaterai pada topik produk teknologi ramah lingkungan.

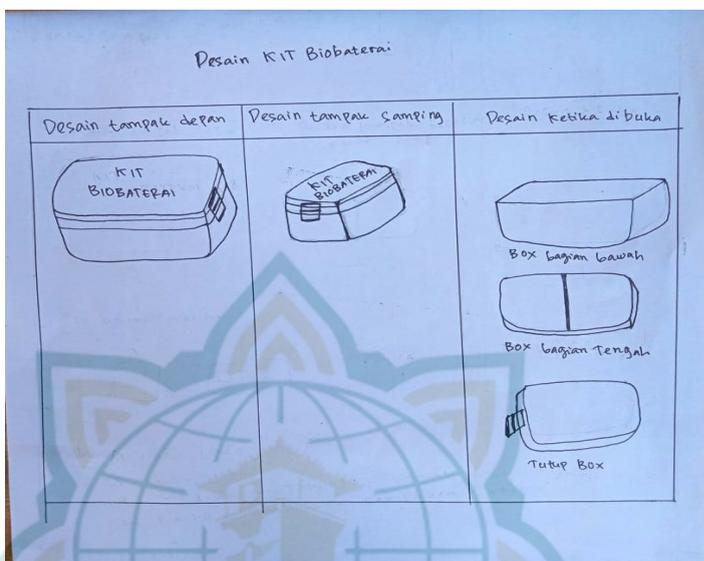
2. Tahap *Design* “Perancangan”

1) Produk Awal

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan peneliti, pada tahap *design* merupakan tahapan perancangan produk berupa desain awal penyusunan KIT Biobaterai serta parameter penelitian berupa angket validasi ahli media, materi, dan respon guru/siswa. Dalam uji validasi dilakukan guna menguji dan menilai kelayakan produk yang dikembangkan oleh peneliti. Uji validasi tersebut berisi indikator pertanyaan serta kolom tertulis untuk memperoleh respon atau pendapat dari ahli media, materi, guru dan siswa.

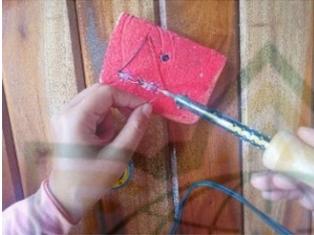
⁹ Indriani, Sahputra, dan Hadi, “Pengembangan Media Komponen Instrumen Terpadu (KIT) Ikatan Kimia,” t.t., 3.

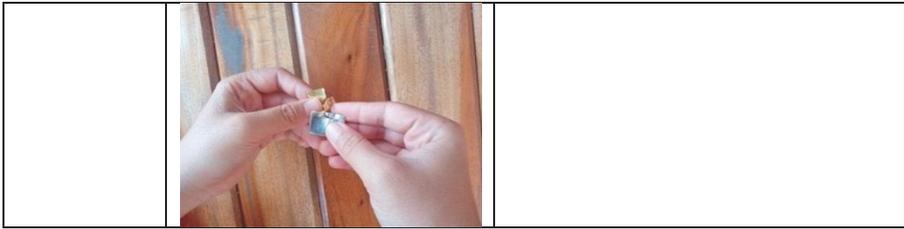
Gambar 4.1 Desain KIT Biobaterai



Pada Gambar 4.1 merupakan gambar desain awal rancangan KIT Biobaterai. Berdasarkan gambar tersebut, mendiskripsikan rancangan desain awal KIT Biobaterai yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu desain tampak depan, desain tampak samping, dan desain ketika dibuka. Pada desain tampak depan menampilkan tampilan depan KIT yakni berupa kotak box yang terdiri dari dua tingkatan dengan pengunci disamping kanan kiri. Pada desain tampak samping menggambarkan tampilan samping dengan bentuk balok. Pada desain ketika dibuka terdapat dua tingkatan pada box, yakni bok bagian bawah dan bok bagian tengah yang terdapat dua sekat. Box yang digunakan yaitu berukuran panjang 17 cm, lebar 12 cm, dan tinggi 8 cm. Setelah desain awal jadi, langkah selanjutnya yaitu merakit komponen-komponen yang digunakan dalam kegiatan percobaan. Adapun kegiatan dalam percobaan KIT Biobaterai terdapat pada Tabel 4.6

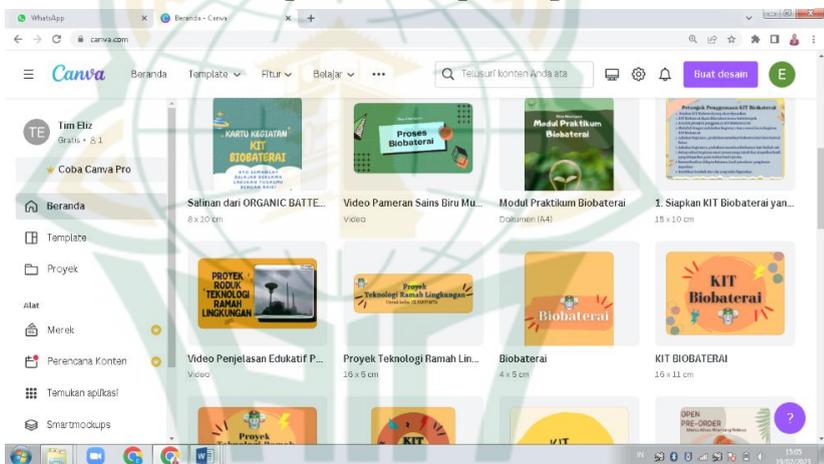
Tabel 4. 6 Langkah-langkah perakitan komponen KIT

Jenis kegiatan	Langkah perakitan	Keterangan
Percobaan 1	Membuat papan rangkaian 	Pada kegiatan percobaan 1 menggunakan rangkaian listrik secara seri untuk mengecek nyala lampu yang dihasilkan dalam biobaterai. Rangkaian seri terbuat dari tempat baterai, kabel, lampu LED warna biru, dan styrofoam sebagai papan rangkaian seri. Tempat baterai yang berisi 2 buah baterai disambungkan dengan kabel dan kemudian dihubungkan dengan lampu LED menggunakan solder.
Percobaan 2	Pemotongan lempengan seng dan aluminium 	Pada percobaan 2 menggunakan lempengan seng dan aluminium sebagai anoda dan katoda biobaterai. pemotongan lempengan seng dan aluminium dipotong menjadi ukuran kecil sesuai dengan tempat bersekat yang digunakan dalam percobaan 2. Lempengan seng dan aluminium berdiameter ketebalan 0,2 mm, kemudian dipotong menggunakan gunting menjadi ukuran 2,5 cm × 2,5 cm.
Percobaan 2	Penyambungan lempengan seng dan aluminium	Setelah aluminium dan seng dipotong menjadi ukuran yang sama kemudian lempengan tersebut disambungkan antara seng dan aluminium.



Setelah peneliti merangkai dan menyusun komponen KIT yang dibutuhkan, selanjutnya peneliti mendesain kartu kegiatan untuk percobaan dalam KIT Biobaterai dengan aplikasi canva.

Gambar 4. 2 Tampilan desain pada aplikasi canva



2) Penyusunan Instrumen validasi ahli dan respon pendidik/guru

Dalam penelitian ini menggunakan validasi instrumen skala likert. Skala likert merupakan skala yang digunakan untuk mengukur sikap ataupun persepsi orang tentang fenomena sosial¹⁰. Dalam penelitian pendidikan instrumen penelitian yang sering digunakan merupakan instrumen yang sering disusun sendiri dalam menguji validitas dan reliabilitasnya¹¹. Penyusunan instrumen menggunakan skala likert dengan kategori pilihan jawaban lima pilihan yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan tidak baik.

¹⁰ Prof. Dr. Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan RnD*, 134.

¹¹ Prof. Dr. Sugiyono, 148.

Penyusunan instrumen validasi penelitian ini meninjau dari 3 aspek dan indikator. Setiap instrumen terdiri atas 18 pertanyaan yang divalidasikan oleh dosen pembimbing guna mengetahui apakah pernyataan yang termuat dalam instrumen layak dan valid digunakan. Adapun instrumen validasi ahli media, materi, respon guru dan respon siswa terdapat pada lampiran.

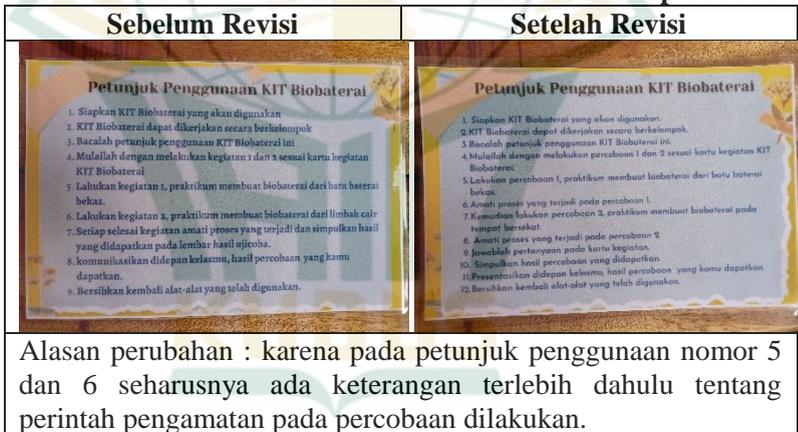
3. Tahap *Develop* “Pengembangan”

Optimasi pada tahap *develop* ini merupakan tahap desain akhir hasil revisi. Semua penilaian, jenis kesalahan dan saran perbaikan sudah dilaksanakan peneliti. Berdasarkan hasil validasi yang diberikan ahli materi ataupun ahli media yang berupa saran atau masukan digunakan untuk perbaikan KIT Biobaterai. Kemudian setelah produk awal jadi, terdapat revisi pada KIT Biobaterai.

a. Hasil revisi produk

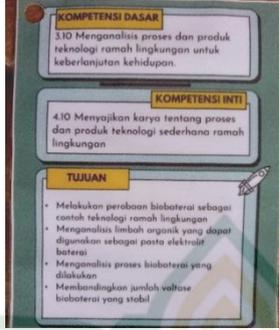
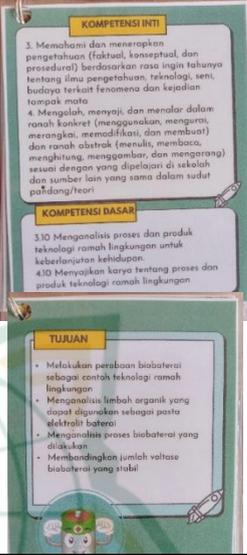
- 1) kartu petunjuk penggunaan diruntutkan kembali. Hasil revisi kartu petunjuk terdapat pada Gambar 4.3

Gambar 4. 3 Sebelum dan sesudah revisi kartu panduan



- 2) Kartu kegiatan pada KI dan KD belum sesuai. Hasil revisi kartu kegiatan terdapat pada Gambar 4.4

Gambar 4. 4 Sebelum dan sesudah revisi KI dan KD

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
	
<p>Alasan perubahan : perubahan pada bagian KI& KD karena pada bagian tersebut terbalik, sehingga perlu adanya revisi agar tidak terjadi kekeliruan.</p>	

- 3) Penambahan kalimat perintah pada tampilan sebelum scan video. Hasil revisi kartu petunjuk terdapat pada Gambar 4.5

Gambar 4. 5 Sebelum dan sesudah revisi scan video

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
	
<p>Alasan perubahan: karena sebelum revisi tidak ada keterangan tentang barcode scan yang tertera, kemudian perlu adanya penambahan tentang keterangan scan video yang tertera.</p>	

- 4) Materi pengantar tentang proses Biobaterai. Hasil revisi kartu petunjuk terdapat pada Gambar 4.6

Gambar 4. 6 Revisi Penambahan materi pengantar



- 5) Penambahan informasi tentang limbah organik dan voltase yang dihasilkan. Hasil revisi kartu petunjuk terdapat pada Gambar 4.7

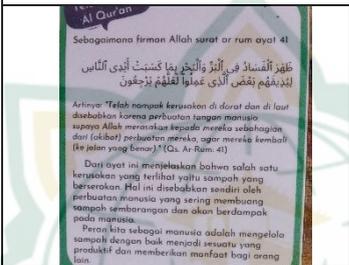
Gambar 4. 7 Revisi Penambahan informasi limbah organik



adanya penambahan informasi berdasarkan survai limbah organik yang dilakukan peneliti agar siswa mendapatkan informasi tentang jumlah voltase yang didapatkan.

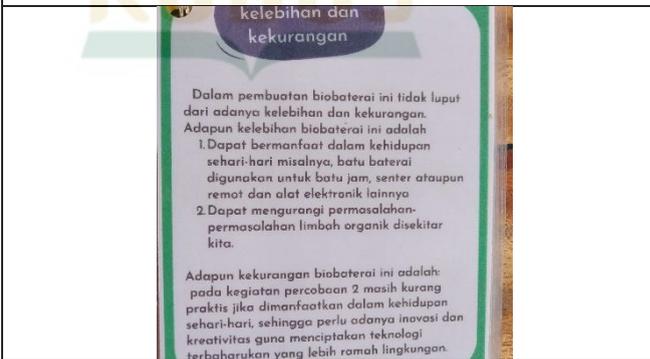
- 6) Penyesuaian ayat al qur'an yang tepat. Hasil revisi kartu petunjuk terdapat pada Gambar 4.8

Gambar 4. 8 Revisi ayat Al-Qur'an yang tepat

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
 <p>Sebagaimana firman Allah surat ar rum ayat 41</p> <p>ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذَاقُوا عَذَابَ لَعْنِهِمْ بِمَا كَانُوا يَكْفُرُونَ</p> <p>Artinya "Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia supaya Allah menentuskan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)." (QS. Ar-Rum. 41)</p> <p>Dari ayat ini menjelaskan bahwa salah satu kerusakan yang terlihat yaitu sampah yang berterakan. Hal ini disebabkan sendiri oleh perbuatan manusia yang sering membuang sampah sembarangan dan akan berdampak pada manusia.</p> <p>Peran kita sebagai manusia adalah mengelola sampah dengan baik menjadi sesuatu yang produktif dan memberikan manfaat bagi orang lain.</p>	 <p>Telaah ayat Al-Qur'an</p> <p>Sebagaimana firman Allah surat Ali Imran ayat 190-191:</p> <p>إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالْخَلْقِ الَّذِي بَيْنَهُمَا وَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُوبًا وَعَلَىٰ خُكُومِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا تُشَاهِدُنَا فَعِنَّا عَذَابُ النَّارِ</p> <p>Artinya: "Sungguhnyanya dalam penciptaan langit dan bumi dan segala yang di dalamnya dan segala yang terdapat di antara keduanya terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (apakah benar-benar) "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia. Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka." (QS. Ali</p>
<p>Alasan perubahan : karena ayat Al-Qur'an surat Ar-Rum ayat 41 kurang tepat. Sehingga perlu adanya revisi dengan ayat Al- Qur'an yang tepat yaitu terdapat pada surat Ali Imran ayat 190-191 tentang segala sesuatu yang ada di bumi tidak diciptakan dengan sia-sia, seperti halnya limbah yang dapat dimanfaatkan untuk teknologi terbaharukan yang lebih ramah lingkungan.</p>	

- 7) Penambahan kelebihan dan kekurangan biobaterai. Hasil revisi kartu petunjuk terdapat pada Gambar 4.9

Gambar 4. 9 Revisi Penambahan materi pengantar

Setelah revisi
 <p>kelebihan dan kekurangan</p> <p>Dalam pembuatan biobaterai ini tidak luput dari adanya kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan biobaterai ini adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari misalnya, batu baterai digunakan untuk batu jam, senter ataupun remot dan alat elektronik lainnya 2. Dapat mengurangi permasalahan-permasalahan limbah organik disekitar kita. <p>Adapun kekurangan biobaterai ini adalah pada kegiatan percobaan 2 masih kurang praktis jika dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga perlu adanya inovasi dan kreativitas guna menciptakan teknologi terbaharukan yang lebih ramah lingkungan.</p>
<p>Alasan penambahan : karena belum adanya kelebihan dan kekurangan mengenai biobaterai yang dibuat.</p>

Sehingga perlu adanya keterangan kelebihan dan kekurangan guna mengetahui bahwa biobaterai dapat dijadikan sebagai teknologi terbaharukan yang lebih ramah lingkungan namun masih kurang praktisnya pada percobaan 2 jika digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

- 8) Penambahan papan tangkai. Hasil revisi terdapat pada Gambar 4.10

Gambar 4. 10 setelah dan sebelum revisi papan rangkaian

Sebelum revisi	Setelah revisi
	
<p>Alasan penambahan : karena tampilan papan rangkaian sebelumnya tidak terlihat kabelnya, sehingga lebih baik papan rangkaian yang menyerupai rangkaian seri listrik.</p>	

b. Uji Coba KIT Biobaterai Sebagai Media Pembelajaran IPA Topik Produk Teknologi Ramah Lingkungan

Dalam uji coba KIT Biobaterai memiliki beberapa tahapan dan variabel yang dilakukan peneliti. Pengambilan data ini dilaksanakan dengan melakukan penelitian menggunakan 2 desain kegiatan perobaan dan 4 jenis substrat yang berbeda. Setiap substrat diuji coba selama 10 menit dan setiap 2 menit diamati jumlah perubahan *voltase* dan kuat arusnya. Pengambilan data memerlukan pengamatan dan analisis dalam pemilihan jenis substrat limbah organik yang sesuai, diantaranya memilih limbah yang sering dijumpai di lingkungan sekitar dan mempunyai sifat asam yang tinggi. Sayuran ataupun buah mengandung asam mineral berupa asam klorida dan asam sitrat yang merupakan elektrolit kuat yang terurai sempurna menjadi ion yang larut dalam air. Sehingga apabila terdapat dua logam yang dicelupkan dengan

asam mineral tersebut maka akan timbul beda potensial elektrode yang dapat menghasilkan arus listrik. Setelah melakukan pemilahan limbah sebagai substrat yang akan digunakan, selanjutnya peneliti melakukan tahapan dalam uji coba biobaterai.

Tabel 4. 7 Tahap Uji Coba KIT Biobaterai

No	Kegiatan	Gambar	Penjelasan
1.	Menyiapkan KIT Biobaterai		<p>Siapkan KIT biobaterai kemudian kelompokkan komponen perkegiatan percobaan, seperti kegiatan 1 menggunakan alat tabung baterai bekas, batang karbon, gunting/cutter, rangkaian seri LED dan multimeter.</p>
2.	Memilah limbah organik		<p>Gambar disamping merupakan proses memilah limbah yang akan digunakan dalam penelitian. Limbah yang dipilih berdasarkan analisis limbah yang mengandung sifat asam.</p>

<p>3.</p>	<p>Menghaluskan limbah (memotong atau menggunting)</p>		<p>Setelah pemilahan limbah organik, kemudian menghaluskan limbah dengan cara memotong atau menggunting limbah jika ukuran limbah lebih besar dari tempat bersekat dan tabung baterai.</p>
<p>4.</p>	<p>Membagi limbah menjadi konsentrasi 100% dan 50%</p>		<p>Membagi limbah menjadi konsentrasi 100% dan 50% dengan cara menimbang limbah terlebih dahulu. Untuk konsentrasi limbah 50%, limbah ditambah air sebanyak jumlah limbah yang akan dimasukkan.</p>

<p>5.</p>	<p>Memasukkan limbah ke tabung baterai</p>		<p>Setelah membagi limbah menjadi konsentrasi 100% dan 50%, limbah dimasukkan kedalam tabung baterai. Tabung baterai sebagai katoda dengan muatan negatif.</p>
<p>6.</p>	<p>Memasukkan batang karbon dan menutup tabung baterai</p>		<p>Kemudian memasukkan batang karbon dan menutupnya dengan penutup baterai. Batang karbon digunakan sebagai anoda dengan kutub positif.</p>
<p>7.</p>	<p>Memasukkan limbah ke tempat bersekat</p>		<p>Memasukkan limbah ke tempat bersekat. Pada tempat bersekat ini, peneliti menggunakan limbah dengan konsentrasi 100% dan</p>

<p>8.</p>	<p>Memasang seng dan aluminium pada tempat bersekat</p>		<p>50%. Kemudian semasang seng dan aluminium pada setiap sekat secara berseling antara seng dan aluminium. Seng dan aluminium ini digunakan sebagai anoda dan katoda yang akan bereaksi dengan limbah.</p>
<p>9.</p>	<p>Mengamati tegangan volt dan ampere</p>		<p>Mengamati tegangan listrik (V) dan kuat arus (mA) setiap 2 menit sekali selama 10 menit.</p>

c. Hasil uji coba KIT Biobaterai

Dalam uji coba KIT Biobaterai dilakukan pengambilan data dengan uji coba 4 substrat serta menggunakan 2 tempat yang berbeda, yaitu tabung baterai bekas dan tempat bersekat dengan 10 sekat. Uji coba KIT Biobaterai dilakukan selama 10 menit pada masing-masing substrat yang berbeda, dan setiap 2 menit dicatat perkembangan tegangannya (*voltase*). Berikut merupakan gambar proses uji coba KIT Biobaterai yang telah dilakukan peneliti.

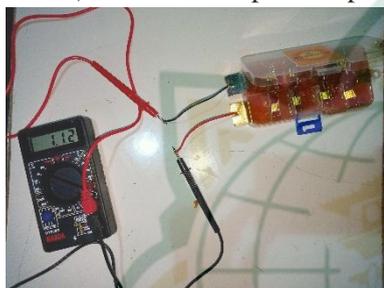
Gambar 4. 11 Proses Uji Coba KIT Biobaterai



a) Substrat ampas kelapa



b) Substrat kulit pepaya



c) Substrat tomat basi



d) Substrat kulit pisang



e) Nyala lampu substrat kulit pisang

a) Tabung baterai bekas

Data pengukuran KIT Biobaterai dengan tabung baterai bekas dapat dilihat pada grafik dibawah ini. Grafik tersebut memuat nilai tegangan (*voltase*) dan kuat arus (mA) yang diamati dari setiap substrat yang diuji coba peneliti selama 10 menit. Kemudian dianalisis dengan meninjau

hubungan antara beda potensial dan arus listrik menggunakan rumus :

$$P = V \times I^{12}$$

Dengan, P = Daya (Watt)

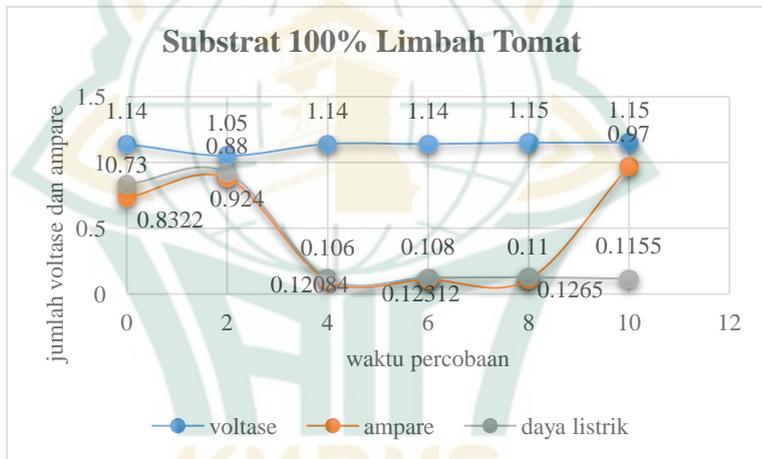
V = Beda Potensial (V)

I = Kuat Arus (A)

1) Penggunaan substrat 100% limbah tomat basi

Substrat tomat dipilih sebagai bahan uji coba karena tomat memiliki sifat asam buah yaitu asam sitrat yang bersifat elektrolit dan dapat menghasilkan listrik. Asam sitrat yang terkandung pada tomat ketika reaksi

Gambar 4. 12 Grafik Hasil Pengukuran Voltase, Ampere Dan Daya Listrik Biobaterai Substrat 100% Limbah Tomat



kimia dengan lempengan anoda dan katoda berlangsung, maka akan menghasilkan elektron yang dapat menghasilkan listrik¹³. Dalam percobaan, lempengan seng sebagai anoda yang bermuatan negatif dan lempengan aluminium sebagai katoda yang bermuatan positif. Berikut merupakan grafik tegangan (V)

¹² Muhamad Abidin dkk., "Pembuatan Biobaterai Berbasis Ampas Kelapa dan Tomat Busuk," *al-Kimiya* 7, no. 1 (12 September 2020): 32, <https://doi.org/10.15575/ak.v7i1.6511>.

¹³ Universitas Tidar dkk., "Kandungan Muatan Listrik pada Buah dan Sayur," *Jurnal Riset Fisika Edukasi dan Sains* 7, no. 2 (27 Desember 2020): 145, <https://doi.org/10.22202/jrfes.2020.v7i2.4594>.

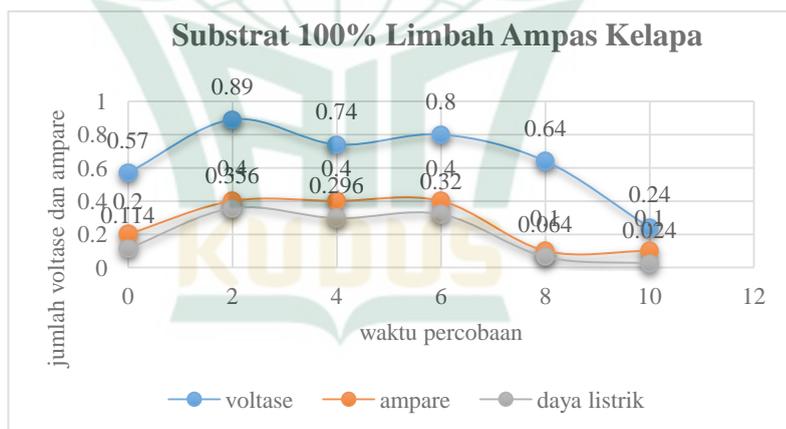
dan kuat arus (A) hasil uji coba tabung baterai dengan substrat 100% limbah tomat.

Pada Gambar 4.12 merupakan grafik hasil uji coba KIT Biobaterai variabel tabung baterai dengan substrat 100% tomat. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan *ampere*. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% tomat yang paling optimum pada waktu 8 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,1265 mW. Hal ini terjadi karena semakin besar tegangannya, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkannya.

2) Penggunaan substrat 100% ampas kelapa

Ampas kelapa yang digunakan merupakan limbah dari produk santan. Ampas kelapa sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari namun belum termanfaatkan secara optimal. Ampas kelapa merupakan limbah yang mudah membusuk dikarenakan adanya mikroba patogen yang berkembang¹⁴.

Gambar 4. 13 Grafik Hasil Pengukuran Voltase, Ampere Dan Daya Listrik Biobaterai Substrat 100% Limbah Ampas Kelapa



Pada Gambar 4.13 merupakan grafik hasil uji coba variabel tabung baterai dengan substrat 100% limbah ampas

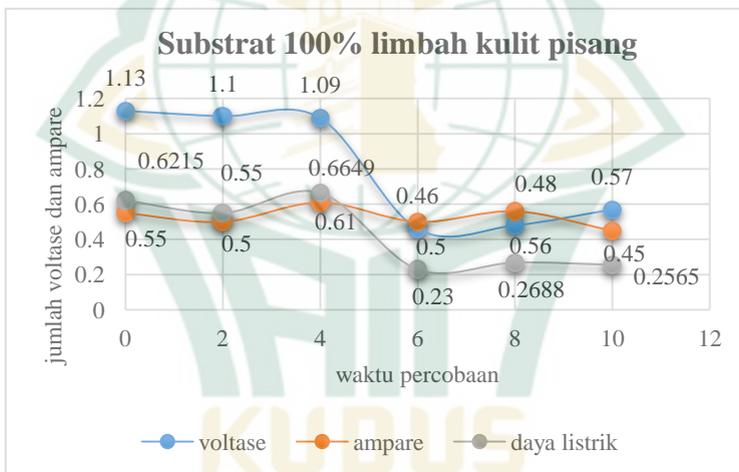
¹⁴ A. E. Karina, R. I. Pujaningsih, dan T. Yudiarti, "Total Bakteri dan Fungi serta Kandungan Nutrisi dari Ampas Kelapa yang Diberi Ekstrak Daun Kersen dengan Lama Penyimpanan Berbeda," *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* 14, no. 4 (31 Desember 2019): 360, <https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.4.359-367>.

kelapa. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan *ampere*. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% limbah ampas kelapa yang paling optimum pada waktu 2 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,348 mW.

3) Penggunaan substrat 100% kulit pisang

Kulit pisang termasuk limbah sering di jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Kulit pisang merupakan limbah yang mengandung zat elektrolit kalium dan akan bereaksi dengan logam membentuk garam kalium klorida yang dapat menghantarkan arus listrik¹⁵. Hal ini lah yang mendasari kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti pasta elektrolit biobaterai.

Gambar 4. 14 Grafik Hasil Pengukuran Voltase, Ampere Dan Daya Listrik Biobaterai Substrat 100% Limbah Kulit Pisang



Pada Gambar 4.14 merupakan grafik hasil uji coba variabel tabung baterai dengan substrat 100% kulit pisang. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan *ampere*. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% kulit pisang yang paling optimum pada waktu 4 menit dengan daya listrik yang

¹⁵ Rafil Arizona, Shandy Kurniadi, dan Yoga Fernando, "Direction Flow (DC) Electric Energy Production Through Utilization Of Banana Leather And Papaya Leather Waste To Be An Environmentally Friendly Biobattery" 04 (t.t.): 44.

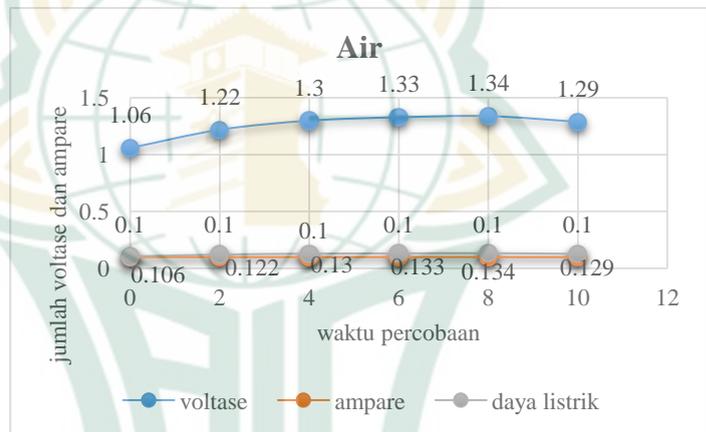
dihasilkan 0,6649 mW. Semakin besar tegangan dan kuat arusnya maka semakin besar daya listrik yang dihasilkan substrat kulit pisang. Pada percobaan limbah kulit pisang ini telah berhasil menyalakan lampu LED pada rangkaian seri.

b) Tempat bersekat 10 sekat

1) Substrat 100% Air

Dalam percobaan ini menggunakan air PAM yang diambil dari rumah peneliti. Pada substrat ini tempat bersekat 10 berisi 100% air, kemudian hasil uji coba voltase dan ampere pada gambar 4.4

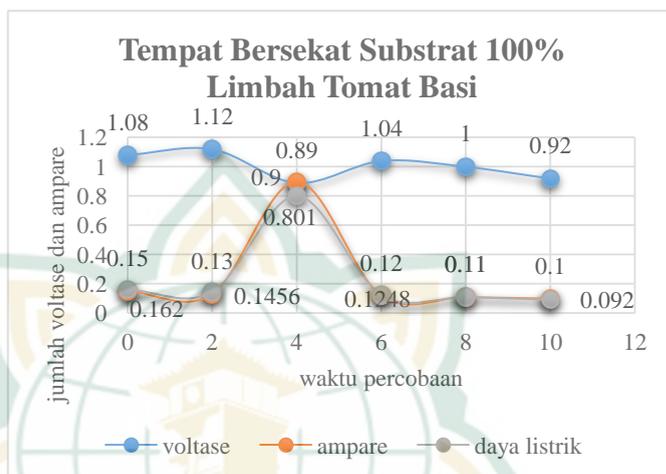
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Uji Coba Air



Pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa air memiliki jumlah voltase yang stabil, namun pada kuat arusnya air memiliki kuat arus yang sangat kecil. Sehingga air memiliki daya listrik yang kecil dan tidak mampu untuk menyalakan lampu LED.

2) Substrat 100% tomat basi

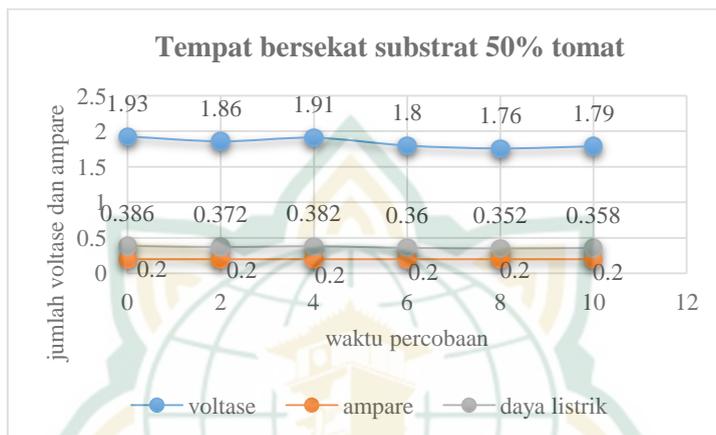
Gambar 4. 16 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempat Bersekat Substrat 100% Limbah Tomat



Pada gambar grafik 4.16 merupakan hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekat substrat 100% tomat. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% tomat yang paling optimum pada waktu 4 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,801 mW. Semakin besar kuat arusnya, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkannya. Dalam grafik terlihat bahwa uji coba substrat 100% limbah tomat memiliki daya listrik yang tidak stabil, kemungkinan tidak nyalanya lampu pada percobaan ini dikarenakan tidak stabilnya daya yang dihasilkan.

3) Substrat 50% tomat

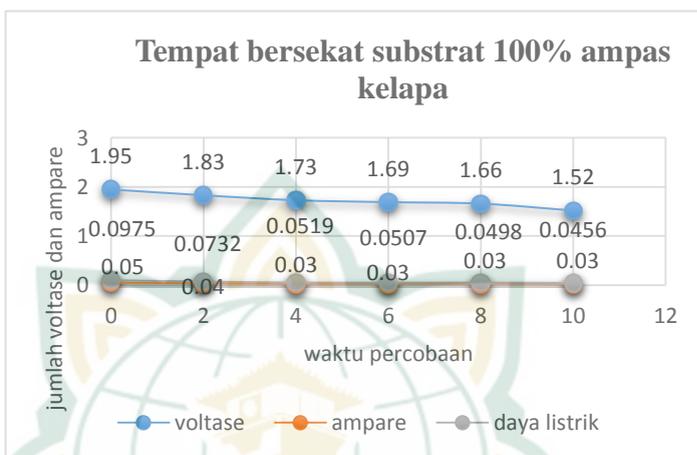
Gambar 4. 17 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempat Bersekat Substrat 50% tomat



Pada Gambar 4.17 merupakan grafik hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekat substrat 50% tomat. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 50% tomat yang paling optimum pada waktu 0 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,386 mW. Semakin besar kuat arusnya, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkannya. Dalam grafik terlihat bahwa uji coba substrat 50% limbah tomat memiliki daya listrik yang rendah, kemungkinan hal ini dipengaruhi karena konsentrasi limbah yang dicampur dengan air, sehingga mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan.

4) Substrat 100% ampas kelapa

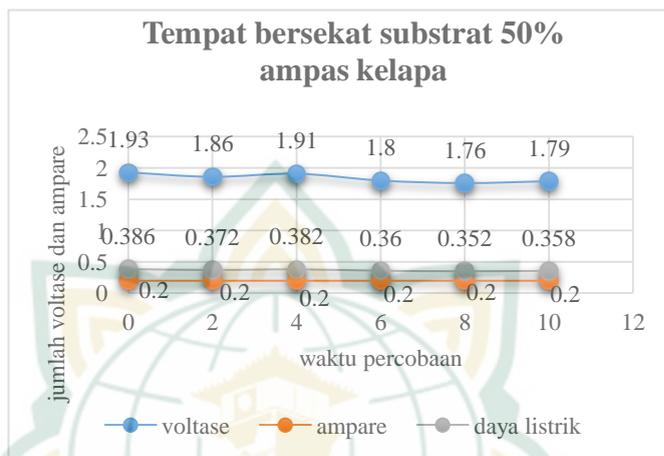
Gambar 4. 18 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempatkan Bersekat Substrat 100% Limbah Ampas Kelapa



Pada Gambar 4.18 merupakan grafik hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekat substrat 100% limbah ampas kelapa. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% ampas kelapa yang paling optimum pada waktu 0 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,0975 mW. Dalam grafik terlihat bahwa uji coba substrat 100% limbah ampas kelapa memiliki daya listrik yang rendah, kemungkinan hal ini dipengaruhi karena kandungan ampas yang dipengaruhi oleh bakteri patogen sehingga mempengaruhi daya listrik pada limbah.

5) Substrat 50% ampas kelapa

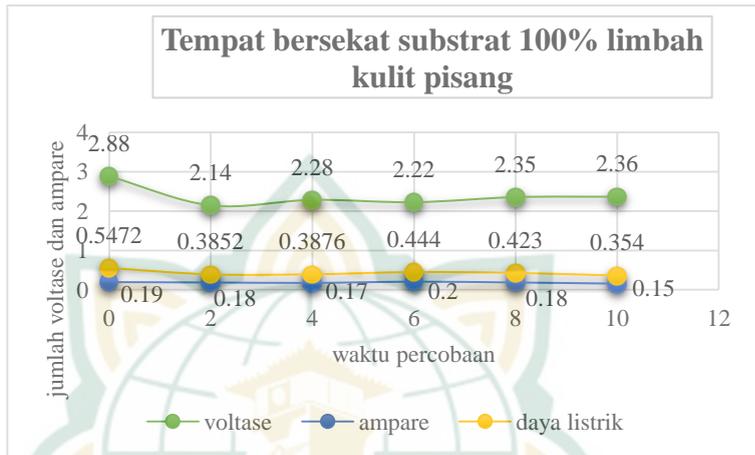
Gambar 4. 19 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempat Bersekat Substrat 50% Limbah Ampas Kelapa



Pada Gambar 4.19 merupakan hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekat substrat 50% limbah ampas kelapa. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 50% ampas kelapa yang paling optimum pada waktu 0 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,386 mW. Dalam grafik terlihat bahwa uji coba substrat 50% limbah ampas kelapa memiliki daya listrik yang rendah, kemungkinan hal ini dipengaruhi karena konsentrasi limbah yang dicampur dengan air, sehingga mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan.

6) Substrat 100% pisang

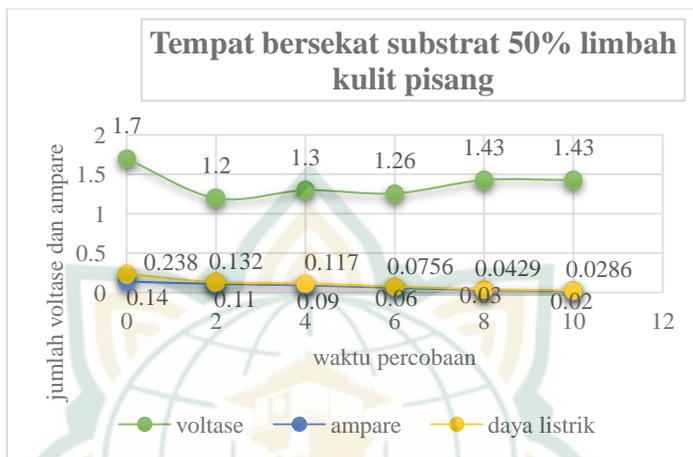
Gambar 4. 20 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempat Bersekat Substrat 100% Limbah Kulit Pisang



Pada Gambar 4.20 merupakan hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekat substrat 100% kulit pisang. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% ampas kelapa yang paling optimum pada waktu 0 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,5472 mW. Hal ini terjadi karena semakin besar tegangan dan kuat arusnya, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkannya. Hasil uji coba nyala lampu pada substrat 100% kulit pisang, lampu LED menyala dengan terang. Hal ini dikarenakan besarnya daya listrik yang dihasilkan sehingga lampu LED dapat menyala dengan terang.

7) Substrat 50% pisang

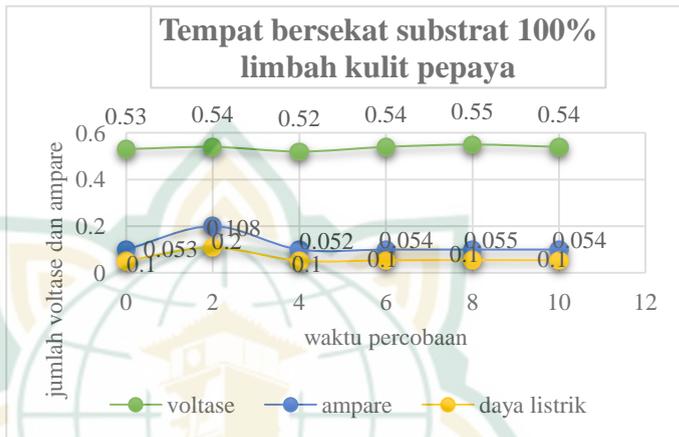
Gambar 4. 21 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempat Bersekat Substrat 50% Limbah Kulit Pisang



Pada Gambar 4.21 tersebut merupakan grafik hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekat substrat 50% kulit pisang. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 50% kulit pisang yang paling optimum pada waktu 0 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,238 mW. Hal ini terjadi karena semakin besar tegangan dan kuat arusnya, maka semakin besar daya listrik yang dihasilkannya. Hasil uji coba nyala lampu pada substrat 50% kulit pisang, lampu LED tidak menyala. Hal ini dikarenakan kecilnya daya listrik yang dihasilkan sehingga lampu LED tidak dapat menyala.

8) Substrat 100% kulit pepaya

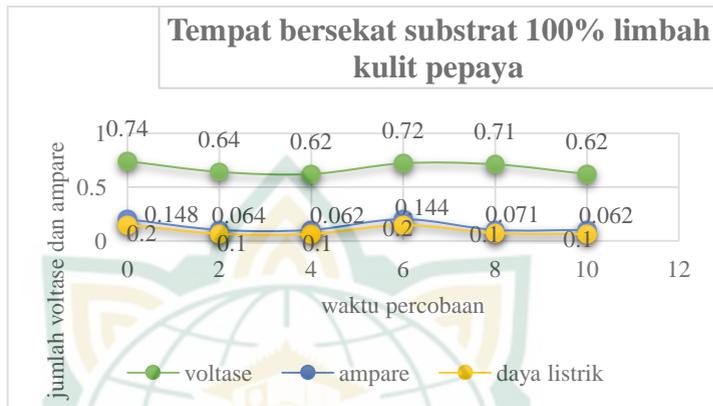
Gambar 4. 22 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempat Bersekak Substrat 100% Limbah Kulit Pepaya



Pada Gambar 4.22 tersebut merupakan grafik hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekak substrat 100% kulit pepaya. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% kulit pepaya yang paling optimum pada waktu 2 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,108 mW.

9) Substrat 50% kulit pepaya

Gambar 4. 23 Grafik Hasil Uji Coba Biobaterai Tempat Bersekat Substrat 50% Limbah Kulit Pepaya



Pada Gambar 4.23 merupakan grafik hasil uji coba Biobaterai dengan variabel tempat bersekat substrat 100% kulit pepaya. Setiap 2 menit terjadi perubahan dalam jumlah *voltase* dan ampere. Hal ini jika dianalisis menggunakan rumus daya listrik, maka kondisi substrat 100% kulit pepaya yang paling optimum pada waktu 0 menit dengan daya listrik yang dihasilkan 0,148 mW.

Berdasarkan hasil uji coba beberapa substrat limbah organik, limbah kulit pisang merupakan limbah yang efektif digunakan dalam uji coba. Arus listrik yang dihasilkan kulit pisang diakibatkan karena perbedaan muatan dalam reaksi reduksi oksidasinsehingga ion positif dan ion negatif dapat bergerak secara bebas dan aktif. Pergerakan ion positif pada katoda dan negatif pada anoda yang saling berreaksi sehingga menghasilkan arus listrik.

d. Validasi Ahli

1) Validasi Ahli Media

Pada validasi ahli media yaitu dilaksanakan dengan mengisi kuesioner penilaian yang terdiri dari 3 aspek dengan 18 indikator pertanyaan. Ahli media merupakan 3 dosen jurusan Tadris Biologi dan Tadris IPA Fakultas Tarbiyah IAIN Kudus. Berdasarkan penelitian sebelumnya validasi ahli media sangat diperlukan guna mendapatkan kelayakan media

yang sesuai¹⁶. Dalam tahapan validasi ahli media memberikan penilaian dan saran terkait pengembangan media pembelajaran KIT Biobaterai yang dikembangkan peneliti. Data yang telah divalidasikan oleh 3 ahli media terdapat pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Hasil validasi ahli media

Aspek Penilaian	Responden Ahli Media			Jumlah Skor	Persentase	Kriteria
	1	2	3			
Desain fisik media	29	28	26	83	92%	Sangat baik
Penyajian komponen	27	29	25	81	90%	Sangat baik
Kelayakan media	29	28	27	84	93%	Sangat baik
Rata-rata					92%	Sangat baik

Berdasarkan data Tabel 4.8 diperoleh hasil validasi ketiga ahli media KIT Biobaterai. Dalam validasi ahli media ini peneliti menggunakan tiga aspek diantaranya aspek desain fisik media, penyajian komponen, dan kelayakan media. Dari penilaian aspek desain fisik media, diperoleh skor yang paling tinggi yaitu 29 dan skor yang paling rendah 26. Pada skor yang paling rendah terdapat pada ahli materi ketiga, hal ini dikarenakan pada ahli media ketiga memberikan saran masukan berupa penambahan papan rangkaian secara seri. Pada aspek penyajian komponen, diperoleh skor yang paling tinggi 29 dan skor paling rendah 25. Pada skor yang paling rendah terdapat pada ahli media ketiga, dan skor yang paling tertinggi terdapat pada ahli media kedua. Berdasarkan Tabel 4.9 ahli media kedua memberikan saran dan perbaikan berupa *pacaging* kartu panduan yang dibuat lebih praktis ataupun menarik yaitu dengan mencetak kartu kegiatan dengan bentuk buku spiral. Pada aspek kelayakan media, diperoleh skor yang paling tinggi yaitu 29 dan skor yang paling rendah yaitu 27. Pada skor yang paling rendah terdapat pada ahli media

¹⁶ Indah Veronica, Ratna Whyu Pusari, dan M.Yusuf Setiawardana, "Pengembangan Media Scrapbook Pada Pembelajaran IPA," *Jurnal Imiah Pendidikan dan Pembelajaran* 2, no. 3 (10 Desember 2018): 261, <https://doi.org/10.23887/jipp.v2i3.16222>.

ketiga, dan skor yang paling tertinggi terdapat pada ahli media pertama. Berdasarkan Tabel 4.9 ahli media pertama memberikan saran dan perbaikan pada bagian kata “*scan me*” ditambah keterangan atau kalimat perintah agar siswa mengetahui tentang barcode scan yang tertera pada kartu panduan serta penyesuaian KI dan KD yang terbalik.

Pada hasil validasi ahli media aspek desain fisik media mendapatkan jumlah skor 83 dan didapatkan presentase 92% dengan kriteria “sangat baik”. Kemudian pada aspek penyajian komponen jumlah skor yang didapatkan yaitu 81 dan didapatkan presentase 90% dengan kriteria “sangat baik”. Pada aspek kelayakan media mendapatkan skor 84 dan didapatkan presentase 93% dengan kriteria “sangat baik”. Dari ketiga aspek tersebut mendapatkan rata-rata skor 82,7 dan presentase 92% dengan kriteria “sangat baik”. Adapun saran dan perbaikan dari validator ahli media terdapat pada Tabel 4.9

Tabel 4. 9 Saran dari ahli media

Validator	Saran perbaikan
Ahli media 1	<i>Scan me</i> ditambah keterangan KI & KD disesuaikan
Ahli media 2	<i>Pacaging</i> bukunya dipertimbangkan kembali
Ahli media 3	Diberi papan rangkaian

Pada Tabel 4.9 hasil dari validasi oleh ketiga ahli media dosen jurusan tadaris biologi dan tadaris IPA IAIN Kudus, Fakultas Tarbiyah IAIN Kudus terdapat beberapa saran perbaikan. Pada ahli media 1 memberikan saran perbaikan untuk menambah keterangan pada bagian “*scan me*” serta menyesuaikan KI & KD yang terbalik pada kartu kegiatan. Pada ahli media 2 memberikan saran perbaikan untuk mempertimbangkan *pacaging* bukunya dicetak dengan cetakan bentuk buku spiral. Pada ahli media 3 memberikan saran perbaikan untuk menambah papan rangkaian secara seri, sehingga papan rangkaian ini digunakan siswa dalam percobaan pertama.

2) Validasi Ahli Materi

Pada validasi ahli materi yaitu dilaksanakan dengan mengisi kuesioner penilaian yang terdiri dari 3 aspek dengan 18 indikator pertanyaan. Ahli materi merupakan 3 dosen jurusan Tadris IPA fakultas tarbiyah IAIN Kudus. Dalam tahapan validasi ahli materi memberikan penilaian dan saran

terkait KIT Biobaterai yang dikembangkan peneliti. Data yang telah divalidasikan oleh 3 ahli materi terdapat pada Tabel 4.10

Tabel 4. 10 Hasil validasi ahli materi

Aspek Penilaian	Responden Ahli Media			Jumlah Skor	Persentase	Kriteria
	1	2	3			
Kelayakan materi	27	29	26	82	91%	Sangat baik
Penyajian materi	28	29	30	87	97%	Sangat baik
Penyajian <i>handout activity</i>	27	27	25	79	88%	Sangat baik
Rata-rata					92%	Sangat baik

Berdasarkan data Tabel 4.10 diperoleh hasil validasi ketiga ahli materi KIT Biobaterai. Dalam validasi ahli materi ini peneliti menggunakan tiga aspek diantaranya aspek kelayakan materi, penyajian materi, dan Penyajian *handout activity*. Dari penilaian aspek kelayakan materi, diperoleh skor yang paling tinggi yaitu 29 dan skor yang paling rendah 26. Pada skor yang paling rendah terdapat pada ahli materi ketiga, hal ini dikarenakan pada ahli materi ketiga memberikan saran masukan berupa penyesuaian ayat Al-Qur'an yang tepat, ketepatan ayat Al-Qur'an dijadikan rujukan tentang segala sesuatu yang telah diciptakan oleh Allah tidak akan sia-sia, termasuk limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai teknologi yang ramah lingkungan. Pada aspek penyajian materi, diperoleh skor yang paling tinggi 30 dan skor paling rendah 28. Pada skor yang paling rendah terdapat pada ahli media pertama, dan skor yang paling tertinggi terdapat pada ahli media ketiga. Berdasarkan Tabel 4.11 ahli media ketiga memberikan saran dan perbaikan berupa penambahan materi tentang proses biobaterai serta materi tersebut dibuat dalam bentuk barcode maupun video pembelajaran yang singkat. Pada aspek Penyajian *handout activity*, diperoleh skor yang paling tinggi yaitu 27 dan skor yang paling rendah yaitu 25. Pada skor yang paling rendah terdapat pada ahli media ketiga, dan skor yang paling tertinggi terdapat pada ahli media pertama dan kedua. Berdasarkan Tabel 4.11 ahli media pertama

memberikan saran dan perbaikan untuk melakukan survai tentang limbah rumah tangga yang kemudian hasil survai limbah rumah tangga, diuji cobakan dan dimasukkan ke dalam materi pada kartu kegiatan sebagai informasi tambahan kepada siswa.

Pada hasil validasi ahli materi aspek kelayakan materi mendapatkan jumlah skor 82 dan didapatkan presentase 91% dengan kriteria “sangat baik”. Kemudian pada aspek penyajian materi jumlah skor yang didapatkan yaitu 87 dan didapatkan presentase 97% dengan kriteria “sangat baik”. Pada aspek Penyajian *handout activity* mendapatkan skor 79 dan didapatkan presentase 88% dengan kriteria “sangat baik”. Dari ketiga aspek tersebut mendapatkan rata-rata skor 82,7 dan presentase 92% dengan kriteria “sangat baik”. Adapun saran perbaikan dari validator ahli materi terdapat pada tabel 4.11

Tabel 4. 11 Saran dari ahli materi

Validator	Saran perbaikan
Ahli materi 1	Survai tentang limbah rumah tangga dan hasilnya dimasukkan materi.
Ahli materi 2	Halaman depan dan akhir kartu kegiatan dikasih pembeda Materinya ditambahi tentang proses biobaterai Materinya ditambah kelebihan dan kekurangan biobaterai
Ahli materi 3	Ayat al quran diganti yang tepat

Pada tabel 4.11 hasil validasi oleh ketiga ahli materi dosen jurusan Tadris IPA, Fakultas Tarbiyah IAIN Kudus terdapat beberapa saran dan perbaikan. Pada ahli materi 1 memberikan saran perbaikan untuk melakukan survai kembali tentang limbah rumah tangga yang tidak termanfaatkan, kemudian dari hasil survai, dilakukan uji coba menggunakan KIT Biobaterai dan hasilnya dimasukkan ke dalam informasi tambahan pada kartu kegiatan KIT Biobaterai. Pada ahli media 2 memberikan saran perbaikan untuk membedakan halaman pertama (sampul) dengan halaman akhir kartu kegiatan, serta memberikan materi tambahan tentang proses biobaterai yang dikemas lebih menarik siswa, dan perlunya penambahan kelebihan dan kekurangan proses biobaterai agar siswa mengetahui dan mengembangkan kembali percobaan yang telah dilakukan

menggunakan limbah organik yang berbeda. Pada ahli media 3 memberikan saran perbaikan untuk menyesuaikan ayat Al-Qur'an yang tepat yaitu terdapat pada Q.S Al-Imran ayat 190-191, tentang segala sesuatu yang telah diciptakan oleh Allah tidak akan sia-sia, termasuk limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai teknologi yang ramah lingkungan.

3) Respon pendidik/Guru

Produk KIT Biobaterai yang sudah divalidasi, selanjutnya akan dinilai dan dievaluasi oleh pendidik/guru guna mengetahui optimasi produk yang dikembangkan peneliti. Respon pendidik/guru dilakukan dengan mengisi kuisioner penilaian yang terdiri dari 3 aspek dengan 6 indikator dan 18 butir pertanyaan. Responden pendidik dalam penelitian ini adalah guru MTS NU Ibtidaul Falah Samirejo Dawe Kudus, data penilaian terdapat pada tabel 4.12

Gambar 4. 24 Proses validasi responden Pendidik



Tabel 4. 12 Hasil respon pendidik/guru

Aspek penilaian	Jumlah skor	Persentase	Kriteria
Desain fisik media	27	90%	Sangat baik
Kelayakan isi materi	23	77%	Sangat baik
Kelayakan media	23	77%	Sangat baik
Rata-rata	26	81%	Sangat baik

Pada Tabel 4.12 merupakan hasil respon pendidik/guru. Pada aspek desain fisik media mendapatkan

skor 27 dan didapatkan persentase 90% dengan kriteria “sangat baik”. Pada aspek kelayakan isi materi mendapatkan skor 23 dan didapatkan persentase 77% dengan kriteria “sangat baik”. Pada aspek kelayakan media mendapatkan skor 23 dan didapatkan persentase 77% dengan kriteria “sangat baik”. Dari ketiga aspek tersebut mendapat rata-rata persentase 81% dengan kriteria “sangat baik”.

Dari hasil validasi respon guru, membuktikan bahwa KIT Biobaterai sudah layak dan sesuai sebagai media pembelajaran IPA topik produk teknologi ramah lingkungan. KIT Biobaterai dan diharapkan dapat membantu proses pembelajaran IPA dan siswa dapat melatih keterampilan praktikum serta penggunaan media pembelajaran KIT IPA.

4) Respon Siswa

Produk KIT Biobaterai setelah divalidasi oleh beberapa ahli, kemudian diuji coba skala terbatas kepada siswa kelas 9 MTS NU Ibtidaul Falah. Uji coba produk dilaksanakan pada hari senin, 27 Februari 2023 yang bertempat di ruang kelas 9F MTS NU Ibtidaul Falah.

Gambar 4. 25 Uji coba Siswa kelas IX MTS



Adapun penilaian dari respon siswa setelah melakukan uji coba skala terbatas dilakukan dengan mengisi kuisioner penilaian yang terdiri dari 4 aspek dan 18 butir indikator pertanyaan. Hasil penilaian respon siswa terdapat pada Tabel 4.13

Tabel 4. 13 Hasil respon siswa

Aspek penilaian	Siswa					jumlah	Persentase	kriteria
	1	2	3	4	5			
Desain fisik media	34	35	36	36	37	178	89%	Sangat baik
Penyajian komponen	19	16	18	18	16	87	87%	Sangat baik
Penyajian materi	10	8	9	10	8	45	90%	Sangat baik
Penyajian <i>handout activity</i>	19	17	19	19	18	92	92%	Sangat baik
Rata-rata							89,5%	Sangat baik

Pada Tabel 4.13 merupakan tabel hasil respon 5 siswa setelah melakukan uji coba menggunakan KIT Biobaterai skala terbatas. Pada aspek desain fisik media mendapatkan jumlah skor 178 dan didapatkan persentase 89% dengan kriteria “sangat baik”. Pada aspek penyajian komponen mendapatkan skor 87 dan didapatkan persentase 87% dengan kriteria “sangat baik”. Pada aspek penyajian materi mendapatkan skor 45 dan didapatkan persentase 90% dengan kriteria “sangat baik”. Pada aspek Penyajian *handout activity* mendapatkan skor 92 dan didapatkan persentase 92% dengan kriteria “sangat baik”. Dari hasil angket respon siswa dengan aspek desain fisik media, penyajian komponen, penyajian materi, dan penyajian *handout activity* diperoleh rata-rata sebesar 89,5% dengan kriteria “sangat baik”. Hal ini membuktikan bahwa KIT Biobaterai layak digunakan siswa kelas 9 MTs/SMP.