



## Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia

Laman Jurnal: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JRPPK/index>



### Rekonstruksi *Virtual Experiment* pada Submateri Indikator Universal dari Bahan Alam

#### *Virtual Experiment Reconstruction on Universal Indicator Sub-materials from Natural Materials*

Oleh:

Rafi Hikmawan Wisandi<sup>1</sup>, Muhammad Nurul Hana<sup>1\*</sup>, Ijang Rohman<sup>1</sup>, Gun Gun Gumilar<sup>1</sup>,  
Miarti Khikmatun Nais<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

\*Correspondence email: [nurul@upi.edu](mailto:nurul@upi.edu)

#### ABSTRAK

Sudah cukup banyak media yang dikembangkan mengenai Indikator Universal dari Bahan Alam, salah satunya dari penelitian yang dilakukan oleh Ardelia (2024) mengenai pengembangan virtual experiment untuk Indikator Universal dari Bahan Alam. Akan tetapi, terdapat beberapa kekurangan dan rekomendasi yang perlu untuk diperbaiki, terutama dalam aspek konten dan aktivitas dari media tersebut. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk rekonstruksi dari media yang dikembangkan oleh Ardelia (2024) berupa aplikasi virtual experiment pada submateri indikator universal dari bahan alam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research & Development Level 3 dengan model PPE (Planning, Production, Evaluation). Hasil utama dari penelitian ini adalah produk yang dihasilkan yaitu aplikasi virtual experiment hasil rekonstruksi pada submateri indikator universal dari bahan alam memiliki kekhasan seperti adanya proses pembuatan indikator, uji trayek pH, dan uji pH sampel, serta dinyatakan layak oleh para ahli serta mendapatkan tanggapan positif dari pendidik dan peserta didik ditinjau dari aspek kebergunaan, aspek kemudahan penggunaan, aspek kemudahan mempelajari materi, dan aspek kepuasan.

#### ABSTRACT

Several media have been developed regarding Universal Indicators from Natural Materials, one of which is a study conducted by Ardelia (2024). However, there are several shortcomings and recommendations that need to be addressed, particularly in the aspects of content and activities of the media. The main objective of this study is to produce a reconstructed product of the previous media in the form of a virtual experiment application on the subtopic of universal indicators from natural materials. The method used in this study is Research & Development with the PPE model (Planning, Production, Evaluation). The main result of this research is the reconstructed virtual experiment application on the subtopic of universal indicators from natural materials, which has distinct features such as the process of creating indicators, pH range testing, and pH sample testing. The application was deemed feasible by experts and received positive feedback from educators and students in terms of usability, ease of use, ease of learning, and satisfaction.

#### Info artikel:

Diterima: 16 Januari 2025  
Direvisi: 25 Februari 2025  
Disetujui: 16 Maret 2025  
Terpublikasi online: 29 Maret 2025  
Tanggal publikasi: 1 April 2025

#### Kata Kunci:

Eksperimen virtual,  
Indikator universal,  
Bahan alam

#### Key Words:

Virtual experiment,  
Universal indicator,  
Natural material.

## 1. PENDAHULUAN

Pengembangan media pembelajaran dapat mendorong motivasi belajar peserta didik dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran. Selain itu, penggunaan media pembelajaran juga dapat mencegah kebosanan dalam pembelajaran (Dinayusadewi et al., 2020; Rahayuningsih, 2020). Sejak awal abad ke-18 hingga saat ini, pendidik dan peneliti telah mempelajari nilai kerja praktikum dan perannya yang penting dalam bidang ilmiah seperti kimia dan biologi (Shana & Abulibdeh, 2020). Berbagai studi menunjukkan bahwa kerja praktikum memberikan banyak keuntungan, termasuk mengembangkan keterampilan laboratorium dan pengetahuan ilmiah, serta pemahaman tentang konsep dan teori sains (Fadzil & Saat, 2013; Schwichow et al., 2016).

Salah satu capaian pembelajaran yang perlu dicapai oleh peserta didik pada kelas XI Kurikulum Merdeka adalah menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian. Dalam capaian tersebut, terdapat sub-bab materi Indikator Bahan Alam. Berdasarkan survey yang dilakukan oleh Ardedia (2024), dari 11 mahasiswa Pendidikan Kimia yang melakukan P3K di beberapa SMA di Kota Bandung, hanya 2 mahasiswa yang di sekolahnya melakukan praktikum penentuan Trayek pH dari indikator bahan alam. Sementara, menurut Okam dan Zakari (2017), kerja praktikum mampu mempromosikan sikap positif peserta didik dan meningkatkan motivasi untuk pembelajaran yang efektif dalam sains. Akibatnya, sikap positif terhadap pentingnya kerja praktikum secara signifikan mempengaruhi pencapaian peserta didik dalam sains (Hinneh, 2017).

Indikator asam-basa adalah asam lemah atau basa lemah yang menunjukkan perubahan warna saat konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) atau ion hidroksida ( $OH^-$ ) berubah dalam larutan encer. Indikator asam-basa paling sering digunakan dalam titrasi untuk mengidentifikasi titik akhir dari reaksi asam-basa (Mendham et al., 2002). Beberapa indikator yang sering digunakan dalam praktikum kimia materi asam basa diantaranya adalah kertas lakmus, indikator universal, fenolftalein, metil merah, dan bromtimol biru (Indira, 2015). Kebanyakan indikator tersebut merupakan indikator sintesis. Indikator sintesis memiliki beberapa kelemahan yaitu dapat menimbulkan polusi kimia yang mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan (Rusiani & Lazulva, 2017), serta ketersediaan dan biaya produksi yang tinggi (Frantauansyah et al., 2013). Sehingga, indikator sintesis ini dapat digantikan dengan alternatif lain yang berupa indikator dari bahan alam atau ekstrak tumbuhan (Hizbul et al., 2008). Alternatif ini pun sejalan dengan prinsip kimia hijau yang saat ini banyak dikampanyekan di Kurikulum Merdeka (Muna & Mulyanti, 2021). Indikator asam-basa alami dapat dibuat dengan memanfaatkan senyawa antosianin yang terdapat pada tanaman. Antosianin adalah senyawa yang bersifat amfoter, yaitu memiliki kemampuan untuk bereaksi baik dengan asam maupun dalam basa. Antosianin adalah pigmen vakuolar yang larut dalam air yang tergantung pada pH-nya, dapat muncul dalam warna merah, ungu, biru, atau hitam (Davies et al., 2014).

Sudah cukup banyak media yang dikembangkan mengenai Indikator Universal dari Bahan Alam, seperti penelitian yang dilakukan oleh Muna (2023) berjudul Pengembangan Media Digital Praktikum Identifikasi Senyawa Asam Basa Berbasis Bahan Alam, penelitian Octaviana (2022) berjudul Pengembangan Aplikasi Penentuan Trayek pH Indikator Bahan Alam Berbasis Smartphone, dan aplikasi yang akan direkonstruksi merupakan produk dari penelitian yang dilakukan oleh Ardedia (2024) berjudul Pengembangan Virtual Experiment Penentuan Trayek pH Indikator Universal dari Bahan Alam.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ardedia (2024), pengembangan virtual experiment untuk penentuan trayek pH indikator universal dari bahan alam dapat

diimplementasikan dalam pembelajaran dan digunakan oleh pendidik sebagai media untuk membantu peserta didik memahami sub-bab indikator asam basa dari bahan alam. Akan tetapi, ada beberapa rekomendasi untuk penelitian lanjutan dari pengembangan media tersebut, yaitu menambahkan cara pembuatan sampel indikator dalam aplikasi yang dibuat, dan menambahkan pengujian terhadap sampel unknown, serta menambah indikator dari bahan alam lainnya yang berpotensi untuk menjadi indikator universal.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan rekonstruksi aplikasi untuk melengkapi beberapa kekurangan dan rekomendasi dari media yang telah dikembangkan oleh Ardalia (2024) berupa aplikasi *virtual experiment* pada submateri indikator universal dari bahan alam, yang nantinya akan diketahui karakteristik konten dan aktivitasnya, kelayakan aplikasi menurut para ahli, serta tanggapan dari pendidik dan peserta didik mengenai aplikasi yang telah dibuat dari aspek kebergunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan mempelajari materi, dan kepuasan.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research & Development Level 3* dengan model PPE, dimana peneliti melakukan penelitian untuk mengembangkan (merevisi) produk yang telah ada, membuat produk revisi dan menguji keefektifan produk tersebut. Dalam penelitian ini, hanya dilakukan penelitian hingga tahap 3, yaitu Validasi Model hingga didapatkan aplikasi prototipe (Sugiyono, 2013; Richey & Klein, 2009).

Pada penelitian ini terdapat tiga tahap Langkah utama, yaitu: 1) Penelitian Pendahuluan, pada tahap ini, ditentukan terlebih dahulu media yang akan direkonstruksi, yaitu media versi 1 yang dibuat oleh Ardalia (2024) yang berjudul Penentuan Trayek pH Indikator Universal dari Bahan Alam, yang selanjutnya akan dilakukan analisis terhadap media tersebut baik dari kelebihan, kekurangan, rekomendasi, dan saran baik dari aspek konten maupun aspek pedagogik; 2) Pengembangan Model, pada tahap ini, dilakukan pengkajian teori-teori yang relevan untuk menghasilkan analisis wacana dan analisis media pendukung, dan dilakukan juga optimasi praktikum untuk dibuat spesifikasi media berupa storyboard dan diagram alir yang selanjutnya dikembangkan aplikasi awal dari media hasil rekonstruksi menggunakan media pendukung; 3) Validasi Model, setelah dibuat aplikasi awal, selanjutnya dilakukan validasi model dalam bentuk review secara deskriptif kualitatif berupa komentar dan saran dari para ahli untuk menghasilkan aplikasi prototipe, yang selanjutnya dilakukan uji coba untuk mengetahui tanggapan pendidik dan peserta didik.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan instrumen berupa tabel analisis media versi 1, analisis media pendukung, lembar storyboard, dan lembar karakteristik konten untuk mengetahui karakteristik konten aplikasi; tabel hasil optimasi langkah kerja, diagram alir, dan lembar karakteristik aktivitas untuk mengetahui karakteristik aktivitas aplikasi; lembar *review* kelayakan aplikasi, dan lembar kuesioner tanggapan pendidik dan peserta didik. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menuliskan *review* hasil diskusi dengan dua dosen ahli di Departemen Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia, dan diberikan kuesioner kepada 2 pendidik dan 5 peserta didik dari SMAN 8 Bandung, serta 1 pendidik dan 6 peserta didik dari SMA Labschool UPI. Teknik pengolahan data yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis deskriptif dari *review* hasil diskusi dan interpretasi skala likert dari hasil kuesioner pendidik dan peserta didik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik Konten Aplikasi Virtual Experiment Hasil Rekonstruksi pada Submateri Indikator Universal dari Bahan Alam

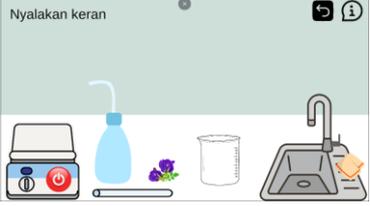
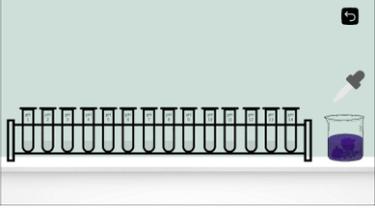
Sebelum melakukan rekonstruksi terhadap media pembelajaran sebelumnya, perlu dilakukan analisis terlebih dahulu dari segi konten dan pedagogik untuk mengetahui kekurangan dari media tersebut yang nantinya akan menjadi dasar rekonstruksi aplikasi yang akan dikembangkan.

Dari hasil analisis media sebelumnya, didapatkan bahwa media versi 1 ini memiliki kekurangan pada aspek konten, yaitu belum ada visualisasi dari bahan alam yang digunakan serta proses pembuatan dari indikator bahan alam itu sendiri sehingga dapat membatasi pemahaman konsep peserta didik. Selain itu, aplikasi ini hanya menunjukkan potensi dari bahan alam manakah yang dapat dijadikan indikator universal dan belum ada kejelasan mengenai bagaimana indikator dari bahan alam ini dapat dimanfaatkan sebagai indikator universal sehingga ketercapaian tujuannya belum tercapai secara utuh. Sehingga, belum adanya pengujian indikator bahan alam terhadap sampel dengan pH tertentu dapat membatasi pemahaman siswa tentang bagaimanakah indikator bahan alam ini apabila digunakan sebagai indikator universal untuk menguji suatu sampel dengan pH yang tidak diketahui. Kekurangan dari aplikasi ini dari aspek pedagogik adalah tidak adanya elemen evaluasi yang membantu peserta didik mengetahui apakah pengamatan mereka sesuai dengan konsep ilmiah, pengisian larutan buffer dan pengujian trayek pH yang harus dilakukan secara berurutan mengurangi kemungkinan siswa untuk dapat berpikir kreatif dalam melakukan virtual experiment, dan pada bagian data hasil eksperimen, data yang diberikan berupa data pasif, dimana peserta didik hanya mengamati hasil tanpa adanya aktivitas eksplorasi lebih lanjut (misalnya membandingkan trayek pH indikator seperti posisi trayek pH indikator universal).

Setelah dilakukan analisis terhadap media sebelumnya, selanjutnya dilakukan analisis wacana untuk mendapatkan teks asli, lalu penghalusan teks asli menjadi teks dasar, yang kemudian diturunkan menjadi struktur makro. Kemudian, dilakukan analisis media pendukung. Analisis media pendukung dilakukan untuk mengubah teks dasar menjadi bentuk elemen media yang akan divisualisasikan dalam pengembangan aplikasi guna menjelaskan materi terkait sehingga tersampaikan dengan baik, mudah dipahami, dan menarik. Elemen media yang dipilih peneliti meliputi teks, gambar, animasi, ataupun simulasi. Dari hasil analisis, didapatkan keluaran bentuk media dari teks dasar yang digunakan. Bentuk media yang digunakan merupakan karakteristik konten dari suatu media, yang dapat menyampaikan informasi yang dibutuhkan, baik tersurat maupun tersirat, dalam kondisi tertentu.

Setelah mendapatkan analisis media pendukung, kemudian selanjutnya dibuat storyboard untuk memvisualisasikan desain aplikasi yang ingin dikembangkan. Elemen yang digunakan dalam storyboard berdasarkan pada karakteristik aktivitas yang akan dibahas pada poin selanjutnya. Setelah membuat storyboard, selanjutnya adalah proses rekonstruksi aplikasi menggunakan software pendukung. Dari hasil rekonstruksi, kemudian didapatkan model prototipe yang telah direview oleh para ahli yang selanjutnya dapat diujicobakan secara terbatas.

Tabel 1. Lembar Karakteristik Konten

Media Sebelumnya (Ardelia, 2024)	Hasil Rekonstruksi
	
<p>Kekurangan: Tidak ada konten mengenai proses pembuatan indikator dari bahan alam</p>	<p>Perbaikan: Ditambahkan proses pembuatan indikator dari bahan alam</p>
	
<p>Kekurangan: Pemilihan larutan buffer kurang berarti karena dalam prosesnya larutan buffer tetap harus dilakukan secara berurutan dan tidak ada penggambaran penambahan larutan ke dalam tabung reaksi. Untuk dapat mengakses data hasil eksperimen, perlu melakukan seluruh pengujian larutan buffer dengan indikator sehingga dapat memakan waktu yang lama dan pekerjaan yang <i>repetitive</i> dapat membuat peserta didik merasa bosan.</p>	<p>Perbaikan: Tidak ada pemilihan larutan buffer. Larutan buffer sudah disediakan dari pH 1-14.</p>
	
<p>Kekurangan: Tidak adanya uji pH sampel menggunakan indikator yang telah diuji trayek pHnya.</p>	<p>Perbaikan: Ditambahkan pengujian pH sampel dengan menggunakan indikator yang telah dibuat.</p>

Dari perbandingan dengan media versi 1, ada beberapa karakteristik konten dari aplikasi hasil rekonstruksi. Yang pertama adalah adanya pembuatan indikator dari bahan alam. Disediakan alat yang sesuai dengan situasi kerja yang sebenarnya, dan gambar untuk bahan yang digunakan merupakan gambar bahan asli. Selanjutnya dalam uji trayek pH, larutan buffer yang disediakan disusun secara berurutan dari pH 1-14 yang bertujuan untuk menggambarkan trayek pH dari indikator yang diuji. Untuk dapat lanjut ke tahap selanjutnya, tidak perlu untuk melakukan seluruh pengujian larutan buffer untuk mengurangi kejenuhan siswa dalam proses pengujian trayek pH. Yang terakhir, adanya pengujian pH sampel menggunakan indikator yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga sampel yang berbeda, yaitu sampel garam, air mineral, dan cuka yang diuji menggunakan empat indikator dari bahan alam yang telah dibuat. Hasil dari uji coba tersebut akan dibuat seperti indikator universal kertas yang memiliki 4 trayek pH dengan warna yang berbeda tiap pH nya. Sehingga, dalam aplikasi hasil rekonstruksi, kata kunci indikator universal dari bahan alam dapat tercapai.

### Karakteristik Aktivitas Aplikasi Virtual Experiment Hasil Rekonstruksi pada Submateri Indikator Universal dari Bahan Alam

Tabel 2. Hasil Optimasi Langkah Kerja

Langkah Kerja Awal	Langkah Kerja Hasil Optimasi
Siapkan alat dan bahan	-
Cuci dan keringkan alat-alat yang akan digunakan.	Cuci beaker lalu keringkan.
Cuci bahan alam yang akan digunakan sebagai indikator	Cuci bahan alam yang akan digunakan sebagai indikator lalu masukkan ke dalam beaker
Masukkan masing-masing bahan alam yang telah dicuci kedalam masing-masing gelas kimia 50 mL.	Masukkan aquades ke dalam beaker.
Siapkan larutan yang akan di uji dengan menuangkannya pada masing-masing tabung reaksi.	-
Panaskan 80 mL aquades pada gelas kimia 100 mL.	Panaskan beaker berisi aquades dan bahan dengan hotplate hingga suhunya 80°C
Masukkan 10 mL aquades panas pada masing-masing gelas kimia yang berisi bahan alam.	-
Aduk masing-masing gelas kimia yang berisi bahan alam dengan batang pengaduk hingga ekstraknya keluar.	Aduk gelas kimia yang berisi bahan alam dengan batang pengaduk hingga terjadi perubahan warna.
Tambahkan 3 tetes larutan yang akan di uji pada setiap lubang plat tetes (setiap lubang diisi dengan larutan yang berbeda).	Tambahkan 7 tetes indikator yang akan di uji pada setiap tabung reaksi (setiap tabung berisi larutan buffer dengan pH yang berbeda dan tabung berisi larutan sampel yang ingin diuji pH nya).
Amati perubahan yang terjadi!	Amati perubahan yang terjadi! Untuk pengujian pH sampel, Bandingkan dengan trayek pH indikator dari bahan alam!

Karakteristik aktivitas merujuk kepada kegiatan/aktivitas yang akan disimulasikan oleh pengguna aplikasi. Aktivitas yang dimunculkan dalam aplikasi ini didapatkan dari hasil optimasi praktikum Indikator Universal dari Bahan Alam. Prosedur praktikum didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh Rifa (2024). Hasil optimasi tersebut kemudian dituangkan dalam Lembar Observasi Praktikum.

Dari langkah kerja awal, ada beberapa langkah yang perlu dihilangkan dalam aplikasi agar aktivitas praktikum dalam aplikasi dapat berjalan secara lebih efektif, seperti alat dan bahan yang sudah disiapkan dan pemanasan dilakukan setelah memasukkan bahan dan aquades ke dalam beaker, dan jumlah tetesan indikator pun bertambah dari 3 tetes menjadi 7 tetes agar perubahan warna lebih terlihat. Pemanasan yang dilakukan mencapai suhu 80°C pada hasil optimasi. Selain itu, dalam langkah kerja pun ditambahkan keterangan untuk menguji pH sampel unknown dan diminta untuk membandingkan hasilnya dengan trayek pH yang telah dibuat.

Aktivitas yang dilakukan dalam aplikasi dapat terlihat pada diagram alir. Dari diagram alir yang dibuat dari media versi 1, aktivitas inti yang dilakukan oleh pengguna dalam aplikasi hanyalah penentuan trayek pH indikator bahan alam saja setelah memilih sampel indikator dan larutan buffer yang ingin digunakan, meskipun pada kenyataannya dalam aplikasi larutan buffer harus dipilih secara berurutan. Sehingga, perlu ditambahkan aktivitas yang menjadi rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut aplikasi tersebut, yaitu aktivitas pembuatan indikator dari bahan alam dan pengujian pH sampel menggunakan indikator universal dari bahan alam.

Dari diagram alir hasil rekonstruksi, dalam aplikasi hasil rekonstruksi, ditambahkan aktivitas untuk membuat indikator dari bahan alam dan pengujian pH sampel. Dalam pembuatan indikator dari bahan alam, pengguna perlu untuk menekan tombol untuk pembuatan bunga telang terlebih dahulu, karena dalam halaman pembuatan bunga telang, diberikan tahapan pengerjaan yang perlu dilakukan oleh pengguna berupa teks yang berfungsi sebagai objective, dimana apabila pengguna tidak mengikuti tahapan yang diberikan, maka teks tahapan pengerjaan tersebut tidak akan terupdate. Hal ini dilakukan agar pengguna dapat memahami secara lebih mendetail tentang apa yang harus dilakukan dalam proses pembuatan indikator dari bahan alam. Setelah itu, untuk bahan lainnya dapat dipilih secara bebas dan tidak ada teks objective yang perlu diselesaikan oleh pengguna. Selanjutnya, aktivitas pengujian trayek pH dapat dilakukan secara acak oleh peserta didik. Mulai dari indikator yang ingin diuji, maupun pH larutan berapa yang ingin diuji. Pengujian trayek pH dilakukan dengan memipet indikator ke tabung reaksi berisi larutan buffer dengan pH sesuai dengan label yang tertera pada tabung. Selain itu, ditambahkan juga aktivitas pengujian pH sampel dimana digunakan tiga sampel yaitu garam, air mineral, dan cuka. Teknis dari aktivitas pengujian dalam aplikasi adalah pengguna perlu untuk memilih sampel yang ingin diuji. Kemudian, semua tabung reaksi dalam aplikasi perlu diisi dengan sampel yang sama. Setelah itu, pengguna memilih indikator yang ingin digunakan untuk menguji secara satu persatu. Pengguna perlu menguji sampel yang ada dalam tabung menggunakan keempat indikator yang telah dibuat. Apabila tahapan aktivitas tersebut dilakukan dengan benar, maka akan muncul hasil pengujian yang digambarkan dalam bentuk indikator universal kertas dan tersedia juga trayek pH dari keempat indikator dari bahan alam yang dibuat persis seperti trayek pH pada label indikator universal kertas pada bagian akhir pengujian.

Praktikum optimasi dilaksanakan secara duplo. Pada percobaan praktikum pertama, hasil uji trayek pH difoto secara bersamaan. Akan tetapi, perlu dilakukan percobaan praktikum

kedua untuk mendapatkan foto tiap perubahan warna yang lebih jelas pada setiap tabung sebagai dasar untuk memilih warna yang akan ditunjukkan dalam aplikasi. Sehingga, pada percobaan kedua, tabung hasil uji trayek pH difoto satu per satu. Selain itu, pada percobaan kedua juga dilakukan uji pH terhadap sampel garam, air mineral, dan cuka. Hasil optimasi praktikum kemudian digunakan sebagai dasar representasi untuk aktivitas dalam aplikasi.

### Kelayakan Aplikasi Virtual Experiment Submateri Indikator Universal dari Bahan Alam menurut ahli

Tahap selanjutnya adalah melakukan review kelayakan aplikasi Virtual Experiment oleh ahli, baik dari segi konten/materi yang terdapat dalam aplikasi maupun dari segi media. Dalam proses pengembangan tersebut, peneliti meminta review kepada dosen pembimbing selaku ahli. Hasil review berupa komentar dan saran dari para ahli akan digunakan sebagai bahan untuk memperbaiki aplikasi yang dikembangkan.

Tabel 3. Lembar Review oleh Para Ahli

Halaman utama	
Sebelum	Sesudah
	
<p>Komentar dan Saran:            Lebih baik dibuat satu persatu agar alat dan bahan tidak terlalu kecil            Menyesuaikan ukuran alat sesuai dengan perspektif            Memberikan langkah kerja secara spesifik untuk pembuatan salah satu bahan sebagai bentuk latihan dan membuat bahan yang lain tidak bisa diakses sebelum menyelesaikan latihan.</p>	<p>Perbaikan:            Pembuatan indikator dari bahan alam dibuat satu persatu            Ukuran alat dan bahan diperbesar agar dapat terlihat jelas dan disesuaikan dengan perspektif (keran)            Pada bagian pembuatan indikator dari bunga telang, diberikan langkah kerja spesifik yang harus diikuti oleh peserta didik. Tombol yang lain tidak bisa diklik sebelum menyelesaikan pembuatan indikator dari bunga telang</p>

Pada halaman diatas, perbaikan dari aspek konten adalah ukuran dari alat dan bahan yang diperbesar agar peserta didik dapat mengamati alat dan bahan pada aplikasi dengan lebih jelas. Sedangkan dari aspek aktivitas, saran yang diberikan adalah supaya membuat proses pembuatan indikator dari bahan alam dibuat satu persatu agar peserta didik lebih fokus untuk memahami langkah-langkah pembuatan indikator dari bahan alam. Selain itu, diberikan bentuk latihan dalam pembuatan indikator dari bahan alam ini yaitu pada bagian pembuatan indikator dari bunga telang. Pelatihan diberikan dalam bentuk langkah kerja yang perlu dilakukan secara runut oleh siswa agar langkah kerja yang diberikan dapat *terupdate*. Tombol untuk membuat bahan lain hanya bisa diakses setelah peserta didik menyelesaikan pembuatan indikator dari bunga telang. Pembuatan indikator dari bahan alam yang lain dapat menjadi tahap ujian bagi peserta didik mengenai langkah kerja yang runut setelah melakukan latihan.

### Tanggapan Pendidik terhadap Aplikasi Virtual Experiment Submateri Indikator Universal dari Bahan Alam

Uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui tanggapan 3 pendidik mengenai aplikasi yang telah dikembangkan dari 4 aspek tertentu. Dari tanggapan untuk aspek kebergunaan, didapatkan skor rata-ratanya adalah 4.87 yang menunjukkan bahwa pendidik memiliki respon positif terhadap aspek kebergunaan dari aplikasi ini. Salah satu pendidik pun memberi komentar bahwa aplikasi ini sangat membantu sekali dalam KBM. Hal ini pun menandakan bahwa aplikasi yang dikembangkan berguna bagi pendidik untuk mencapai Tujuan Pembelajaran yang tercantum pada Analisis Kurikulum pada Lampiran 2, yaitu Memahami proses pembuatan indikator universal dari bahan alam, menentukan trayek pH indikator universal dari bahan alam, dan menentukan pH suatu sampel menggunakan indikator universal dari bahan alam.

Dari tanggapan untuk aspek kemudahan pengguna, didapatkan skor rata-ratanya adalah 4.84 yang menunjukkan bahwa pendidik memiliki respon positif terhadap aspek kemudahan pengguna dari aplikasi ini. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi ini mudah untuk dioperasikan, bahkan bagi awam sekalipun atau pendidik yang hanya memahami dasar penggunaan gadget. *Icon* seperti bahan alam yang diberikan dalam aplikasi cukup jelas dan merupakan foto dari bahan alam yang sebenarnya, dan *user interface* seperti tombol, alat, dan bahan dapat diinteraksikan dengan mudah, seperti untuk *dragging* dan *clicking* pada proses pencucian beaker.

Dari tanggapan untuk aspek kemudahan mempelajari materi, didapatkan skor rata-ratanya adalah 4.92 yang menunjukkan bahwa pendidik memiliki respon positif terhadap aspek kemudahan mempelajari materi dari aplikasi ini. Hal ini pun menunjukkan bahwa pendidik dapat mempelajari cara penggunaan dan konten dari aplikasi ini secara mudah. Alur dari aplikasi ini pun sudah berdasarkan hasil optimasi sehingga prosedur yang disediakan lebih simpel. Seperti alur pembuatan indikator dari bahan alam yang disusun secara sistematis, mulai dari proses pencucian, penambahan aquades, serta proses pemanasan dan pengadukan yang harus dilakukan secara runut.

Dari tanggapan untuk aspek kepuasan, didapatkan skor rata-ratanya adalah 5 yang menunjukkan bahwa pendidik memiliki respon positif terhadap kepuasan dalam menggunakan aplikasi ini. Hal ini menunjukkan bahwa pendidik merasa puas setelah menggunakan aplikasi yang dikembangkan karena penggunaannya yang mudah dan pengemasan aplikasi yang dibuat agar menyenangkan dan menarik untuk digunakan.

Dari keempat aspek tersebut, dapat diketahui tanggapan pendidik secara keseluruhan mengenai aplikasi yang dikembangkan, dimana didapatkan skor rata-rata adalah 4,91 yang menandakan bahwa secara keseluruhan, pendidik memiliki respon positif terhadap aplikasi ini. Aplikasi ini memiliki kebergunaan yang baik dalam pembelajaran, mudah untuk digunakan dan dipelajari oleh pendidik, serta pendidik merasa puas setelah menggunakan aplikasi ini.

### Tanggapan Peserta Didik terhadap Aplikasi Virtual Experiment Submateri Indikator Universal dari Bahan Alam

Uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui tanggapan 11 peserta didik mengenai aplikasi yang telah dikembangkan dari 3 aspek tertentu. Dari tanggapan untuk aspek kemudahan pengguna, didapatkan skor rata-ratanya adalah 4.89 yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki respon positif terhadap aspek kemudahan pengguna dari aplikasi ini. Hal ini pun diperkuat dengan beberapa peserta didik yang memberikan komentar positif

untuk beberapa pernyataan pada aspek ini, seperti puas, simple, dan lainnya, meskipun ada pula komentar berupa saran yang diberikan oleh peserta didik sebagai pengguna aplikasi. Dari tanggapan ini pun menandakan bahwa peserta didik dapat menggunakan aplikasi ini dengan mudah tanpa perlu memiliki kemampuan khusus. Dalam penggunaan aplikasi, peserta didik tidak banyak bertanya kepada peneliti tentang bagaimana cara menggunakan aplikasi ini.

Dari tanggapan untuk aspek kemudahan mempelajari materi, didapatkan skor rata-ratanya adalah 5 yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki respon positif terhadap aspek kemudahan mempelajari materi dari aplikasi ini. Beberapa komentar yang diberikan pun bernada positif seperti sekali pakai langsung dapat dipahami dan bahasa yang digunakan jelas. Hal ini menandakan bahwa aplikasi ini mampu dipelajari dengan mudah oleh peserta didik dalam penggunaannya ataupun isi konten pembelajaran dalam aplikasi ini. Selain itu, dalam proses penelitian, peserta didik menunjukkan bahwa mereka dapat menggunakan aplikasi mampu untuk menyusun langkah kerja yang harus dilakukan secara mandiri berdasarkan informasi yang diberikan dalam aplikasi.

Dari tanggapan untuk aspek ini, didapatkan skor rata-ratanya adalah 4,97 yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki sikap positif dan merasa puas dengan aplikasi ini. Aplikasi ini memiliki konten dan aktivitas yang dibuat dengan semenarik mungkin sehingga peserta didik dapat menggunakan aplikasi ini dengan mudah dan menyenangkan sehingga merasa puas setelah menggunakan aplikasi ini. Peserta didik menunjukkan ekspresi yang cukup puas setelah menggunakan dan memahami isi dari aplikasi ini.

Dari ketiga aspek tersebut, dapat diketahui bahwa sikap/tanggapan peserta didik secara keseluruhan mengenai aplikasi yang dikembangkan adalah positif, dengan skor rata-rata 4,95. Selain dari skor rata-rata, banyak komentar yang diberikan berupa tanggapan positif, dengan beberapa komentar berupa saran untuk perbaikan dan pengembangan aplikasi ini kedepannya. Aplikasi ini mudah untuk digunakan dan dipelajari oleh peserta didik, serta peserta didik merasa puas setelah menggunakan aplikasi ini.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa Virtual Experiment Penentuan Trayek pH Indikator Universal dari Bahan Alam mampu merepresentasikan seolah-olah melakukan eksperimen yang sebenarnya. Penelitian ini menghasilkan aplikasi virtual experiment untuk submateri indikator universal dari bahan alam. Virtual experiment yang dikembangkan dapat diimplementasikan dalam pembelajaran dan digunakan oleh pendidik sebagai media untuk membantu peserta didik memahami submateri indikator universal dari bahan alam.

#### 5. REFERENSI

- Ardelia, D. D. (2024). *Pengembangan Virtual Experiment Penentuan Trayek pH Indikator Universal dari Bahan Alam*. Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
- Davies, K., Zhang, H., Jordheim, M., Lewis, D., Arathoon, S., & Andersen, Ø. (2014). *Anthocyanins and their differential accumulation in the floral and vegetative tissues of a shrub species (Rhabdotheramnus solandri A. Cunn)*. Scientia Horticulturae.
- Dinayusadewi, N. P., Ngurah, G., & Agustika, S. (2020). *Development of Augmented Reality Application as A Mathematics Learning Media in Elementary School Geometry Materials*. Journal of Education Technology, 4(2), 204-210.

- Fadzil, & Saat (2013). *Less Inclination amongst Teachers to Devote Precious Time and Effort*. C.K.T., University of Science and Technology.
- Frantauansyah, F., Nuryati, S., & Hamzah, B. (2013). *Ekstrak Bunga Waru (Hibiscus Tiliaceus) Sebagai Indikator Asam-basa*. Jurnal Akademika Kimia, Vol. 2.
- Hinne, J.T. (2017). *Attitude towards Practical Work and Students' Achievement in Biology: A Case of a Private Senior Secondary School in Gaborone, Botswana*. IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM), 13(4), 06-11.
- Hizbul, M. E., Yuliyanto, & Retnoyuanni, M. (2008). *Pemanfaatan Bunga Tapak Dara sebagai Alternatif Pembuatan Indikator pH Asam-Basa*. Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY, (1), 1-11.
- Indira, C. (2015). *Pembuatan Indikator Asam Basa Karamunting*. Kaunia: Integration and Interconnection Islam and Science Journal, 11(1), 1-10.
- Mendham, J., Denney, R.C., Barnes, J. D., & Thomas, M. (2002) *Vogel's Text book of Quantitative Chemical Analysis 6<sup>th</sup> Edition*. Pearson Education.
- Muna, M., & Mulyanti, S. (2021). *Indikator Asam-Basa Dari Alam: Review. Literatur Berdasarkan Teori dan Praktek*. Prosiding SN-KPK 2021 UIN. Walisongo, 62-71.
- Muna, M. N. (2023). *Pengembangan media digital praktikum identifikasi senyawa asam basa berbasis bahan alam*. Undergraduate (S1) thesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Octaviana, V. (2022). *Pengembangan Aplikasi Penentuan Trayek pH Indikator Bahan Alam Berbasis Smartphone*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Okam, C.C., & Zakari, I.I. (2017) *Impact of Laboratory-Based Teaching Strategy on Students' Attitudes and Mastery of Chemistry in Katsina Metropolis, Katsina State, Nigeria*. International Journal of Innovative Research and Development, 6(1), 112.
- Rahayuningsih, S. (2020). *Animation Media of Animal Husbandry Thematic Science Learning to Stimulate Scientific Attitude in Early Childhood*. International Journal of Scientific and Technology Research.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2009). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. New York: Routledge.
- Rifa, H. A. (2024). *Pengembangan Instrumen Asesmen Kinerja Praktikum Indikator Asam Basa untuk Menilai Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik*. Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.
- Rusiani, A. F., & Lazulva. (2017) *Pengembangan Penuntun Praktikum Titrasi Asam-Basa Menggunakan Indikator Alami Berbasis Pendekatan Sainifik*. Jurnal Tadris Kimia.
- Shana, Z. & Abulibdeh, E.S. (2020). *Science Practical Work and Its Impact on Students'science Achievement*. Journal of Technology and Science Education. 10(2): 199-215.
- Schwichow, M., Zimmerman, C., Croker, S., & Härtig, H. (2016). *What students learn from hands-on activities*. Journal of Research in Science Teaching, 53(7), 980-1002.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.