

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *AUGMENTED*
REALITY (AR) BERBASIS TPACK PADA MATERI
SISTEM EKSKRESI MANUSIA DALAM
PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

SKRIPSI

oleh

Kinanti Adara Natasha

NIM: 06091182126015

Program Studi Pendidikan Biologi



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *AUGMENTED REALITY* (AR) BERBASIS TPACK PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA

SKRIPSI

oleh

Kinanti Adara Natasha

NIM: 06091182126015

Program Studi Pendidikan Biologi

Mengesahkan:

Koordinator Program Studi,



Dr. Mgs. M. Tibrani, M.Si.
NIP 197904132003121001

Dosen Pembimbing,



Dr. Yenny Anwar, S.Pd., M.Pd.
NIP 197910142003122002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA,



Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd.

NIP 197905222005011005

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kinanti Adara Natasha

NIM : 06091182126015

Program Studi : Pendidikan Biologi

menyatakan dengan sungguh – sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented Reality (AR)* Berbasis *TPACK* pada Materi Sistem Ekskresi Manusia dalam Pembelajaran Biologi SMA” ini adalah benar – benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan di skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh – sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Palembang, 21 Maret 2025

Penulis



Kinanti Adara Natasha

NIM 06091182126015

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim...

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk orang – orang hebat yang terlibat dalam penyusunannya serta segala dukungan yang diberikan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- ❖ Papa dan Bunda tercinta, Bapak Syaiful Helmi dan Ibu Dian Anggraini yang selalu memberikan doa, usaha, semangat, dukungan, dan nasihat sehingga saya dapat menyelesaikan studi saya dengan lancar.
- ❖ Kakak – kakak saya beserta istri tercinta, M. Finsa Bagus Prastantio, S.Ab.; Reydi Dinda Nofandha, S.E.; M. Hafiz Dimas Wicaksono, S.I.Kom.; dan Alfanni Rahma Novianti, S.I.Kom., yang senantiasa memberi motivasi dan semangat kepada saya.
- ❖ Bapak Dr. Hartono, M. A. selaku Dekan FKIP Universitas Sriwijaya dan Dr. Ketang Wiyono, M.Pd. selaku ketua jurusan Pendidikan MIPA.
- ❖ Bapak Dr. Mgs. M. Tibrani, M.Si., selaku koordinator program studi yang telah memberikan arahan, saran, dan motivasi kepada saya selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sriwijaya.
- ❖ Ibu Dr. Yenny Anwar, S.Pd., M.Pd. selaku pembimbing skripsi sekaligus pembimbing akademik saya yang selalu bersedia untuk membimbing, memberi arahan, saran, dan masukan kepada saya dengan penuh kesabaran selama penyusunan skripsi ini.
- ❖ Bapak Drs. Kodri Madang, M.Si., Ph.D., selaku penguji yang telah memberikan sejumlah saran dan masukan kepada saya dalam perbaikan skripsi ini.

- ❖ Segenap dosen dan admin Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sriwijaya yang telah mendidik, membagikan ilmu, pengalaman, nasihat, dan arahan yang bermanfaat selama masa studi saya di Program Studi Pendidikan Biologi.
- ❖ Kepada laboran Pendidikan Biologi, Kak Novran Kesuma dan Kak Budi yang telah membantu dan memberikan saran serta nasihat selama perkuliahan di Program Studi Pendidikan Biologi.
- ❖ Keluarga besar SMA Negeri 6 Palembang yang telah menyediakan waktu dan tempat untuk menyukseskan penelitian skripsi saya.
- ❖ Sahabat seperjuangan, Devin Akbar Albany, S.Pd. yang selalu bersedia meluangkan waktu, menjadi tempat berkeluh kesah, bertukar pikiran, memberi motivasi dan dukungan, serta menemani saya sejak lima tahun terakhir. *Ikaw ang liwanag sa dilim, lakas sa bawat saglit.*
- ❖ Teman – teman *Jeyuk*, Nyayu Naila, Aliya Azzahra, Auliya Zahira, Aisyah Izzatinissa, Raisa Meutia, Tarisha Kahla, Alifah Puspaningrum, Tri Dinda, Rahfina Zadia, Kirana Zahira, dan Nadia Lani yang senantiasa memberi dukungan emosional selama saya menyelesaikan skripsi ini.
- ❖ Teman – teman *Simbio*, Rica Yulianti, Anggela, Dliya Syahira, Dwi Wahdini, Putri Dewi, Rezki Febriyanti, Sella Oktarianita, Nadiyah Khoiroh, May Liza, Septi Rianiza, dan Puspa Dwi yang selalu mewarnai hari – hari saya selama perkuliahan.
- ❖ Teman – teman *Bioteknologi* dan *Anak Main*, Fiona Lia Marshanda, Fadhillah, Tasya Marsa, Rahmad Akbar, Abdullah Muqom, dan M. Atilla yang senantiasa menemani dan memotivasi saya dalam berdiskusi dan mengerjakan skripsi ini.
- ❖ Safira Choliyah, yang senantiasa menjadi rumah bagi saya untuk berkeluh kesah dan selalu menghibur saya selama menjalani pendidikan.
- ❖ Teman – teman program Pertukaran Mahasiswa Merdeka Batch 4 *Kelompok Santerra* yang tidak dapat disebutkan satu – persatu.
- ❖ Teman – teman program SEA-Teacher 2024, Alkarintsi Dzulwantiana, Faiza Nabila, Salsabilah Adawiyah, Ramadan Oktar Aswandi, dan Akromu

Wajihan, yang selalu memberi motivasi dan kebersamai saya selama pengerjaan skripsi ini selama di Kota Manila.

- ❖ Teman – teman seperjuangan pendidikan biologi angkatan 2021 yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang telah kebersamai saya dan berbagi pengalaman selama menyelesaikan masa perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
- ❖ *Kinanti Adara Natasha, “Perawan suci berhati mulia yang kami nanti”*. Putri bungsu yang selalu berusaha menjadi tegar untuk dirinya sendiri, serta selalu mengupayakan pendidikannya saat ini hingga seterusnya. Meskipun dengan ribuan rintangan, namun Ia tetap berjalan untuk mencapai mimpi – mimpinya.

“Like a diamond that shines with unwavering brilliance wherever it rests, and a lotus that blooms with grace above murky waters, true beauty and wisdom radiate from within, untouched by circumstance and rooted in authenticity.”

- Dian Anggraini & Kinanti A. Natasha -

PRAKATA

Skripsi dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented Reality (AR)* Berbasis *TPACK* pada Materi Sistem Ekskresi Manusia dalam Pembelajaran Biologi SMA” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Yenny Anwar, S.Pd., M.Pd. sebagai dosen pembimbing, untuk semua bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Hartono, M. A., Dekan FKIP Unsri, Bapak Dr. Ketang Wiyono, M.Pd., Ketua Jurusan Pendidikan MIP, dan Bapak Dr. Mgs. M. Tibrani, M.Si., Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Bapak Drs. Kodri Madang, M.Si., Ph.D., selaku penguji yang telah memberikan sejumlah saran untuk perbaikan skripsi ini. Terima kasih kepada Bapak Dr. Mgs. M. Tibrani, M.Si. dan Ibu Elvira Destiansari, M.Pd. selaku validator dalam penelitian ini. Terima kasih kepada SMA Negeri 6 Palembang yang telah terlibat dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi Pendidikan Biologi dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Palembang, Maret 2025

Penulis

Kinanti Adara Natasha

DAFTAR ISI

<u>HALAMAN PENGESAHAN</u>	i
<u>PERNYATAAN</u>	iii
<u>PERSEMBAHAN</u>	iv
<u>PRAKATA</u>	vii
<u>DAFTAR ISI</u>	viii
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xi
<u>DAFTAR TABEL</u>	xii
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	xiii
<u>ABSTRAK</u>	xiv
<u>ABSTRACT</u>	xv
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	1
<u>1.1 Latar Belakang</u>	1
<u>1.2 Rumusan Masalah</u>	6
<u>1.3 Tujuan Penelitian</u>	6
<u>1.4 Batasan Masalah</u>	7
<u>1.5 Manfaat Penelitian</u>	7
<u>1.5.1 Bagi Pendidik</u>	7
<u>1.5.2 Bagi Peserta Didik</u>	7
<u>1.5.3. Bagi Peneliti</u>	7
<u>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</u>	7
<u>2.1 Media Pembelajaran <i>Augmented Reality</i></u>	7
<u>2.1.1 Jenis AR</u>	8
<u>2.1.2 Cara Kerja <i>Augmented Reality</i></u>	9

<u>2.1.3 Perangkat Lunak Pengembangan Media Pembelajaran <i>Augmented Reality</i> berbasis TPACK</u>	9
<u>2.2 <i>Technological, Pedagogical, and Content Knowledge</i></u>	11
<u>2.3 Sistem Ekskresi Manusia</u>	12
<u>2.3.1 Struktur dan Fungsi Organ Ekskresi</u>	13
<u>2.4 Penelitian yang Relevan</u>	18
<u>2.5 Kerangka Berpikir</u>	20
<u>BAB III METODE PENELITIAN</u>	15
<u>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</u>	15
<u>3.2 Metode Penelitian</u>	15
<u>3.3 Definisi Operasional</u>	17
<u>3.3.1 <i>Technological, Pedagogical, and Content Knowledge</i></u>	17
<u>3.3.2 Media Pembelajaran <i>Augmented Reality</i></u>	17
<u>3.3.3 Media <i>Augmented Reality</i> berbasis TPACK</u>	17
<u>3.4 Desain Penelitian</u>	17
<u>3.4.1 <i>Analyze</i> (analisis)</u>	18
<u>3.4.2 <i>Design</i> (perancangan)</u>	18
<u>3.4.3 <i>Development</i> (pengembangan)</u>	19
<u>3.4.4 Uji Coba Kelompok Kecil</u>	20
<u>3.5 Teknik Pengumpulan Data</u>	20
<u>3.5.1 Wawancara</u>	20
<u>3.5.2 Angket atau Kuesioner</u>	21
<u>3.5.3 Validasi</u>	21
<u>3.6 Instrumen Penelitian</u>	22
<u>3.6.1 Analisis Kebutuhan</u>	22

<u>3.6.2 Validasi Materi dalam <i>Storyboard</i></u>	24
<u>3.6.3 Validasi Media Pembelajaran</u>	25
<u>3.6.4 Instrumen Angket Respon Guru dan Peserta Didik</u>	25
<u>3.7 Teknik Analisis Data</u>	26
<u>3.7.1 Data Uji Validasi Materi dalam <i>Storyboard</i> dan Uji Validasi Media</u> ...	26
<u>3.7.2 Data Analisis Kebutuhan Peserta Didik & Data Respon Guru dan Peserta Didik</u>	27
<u>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</u>	30
<u>4.1 Hasil Penelitian</u>	30
<u>4.1.1 <i>Analyze</i> (Analisis)</u>	30
<u>4.1.2 <i>Design</i> (Perancangan)</u>	39
<u>4.1.3 <i>Development</i> (Pengembangan)</u>	66
<u>4.2 Pembahasan</u>	79
<u>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</u>	103
<u>5.1 Kesimpulan</u>	103
<u>5.2 Saran</u>	103
<u>DAFTAR PUSTAKA</u>	105
<u>LAMPIRAN</u>	112

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 1 TPACK <i>framework</i></u>	12
<u>Gambar 2 Ginjal sebagai Organ Ekskresi Utama</u>	13
<u>Gambar 3 Tahap Utama dalam Fungsi Sistem Ekskresi</u>	14
<u>Gambar 4 Struktur Kulit Manusia</u>	15
<u>Gambar 5 Struktur Hati Manusia</u>	16
<u>Gambar 6 Struktur Paru - Paru Manusia</u>	17
<u>Gambar 7 Kerangka berpikir</u>	20
<u>Gambar 8 Skema penelitian</u>	16
<u>Gambar 9 <i>Flowchart</i> Media Pembelajaran</u>	40

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 1 Jenis - Jenis <i>Augmented Reality</i></u>	8
<u>Tabel 2 Model pengembangan ADDIE</u>	19
<u>Tabel 3 Teknik pengumpulan data</u>	21
<u>Tabel 4 Instrumen CoRe and TPaP-eRs</u>	22
<u>Tabel 5 Kisi – kisi wawancara</u>	23
<u>Tabel 6 Kisi - kisi angket analisis kebutuhan peserta didik</u>	23
<u>Tabel 7 Kisi - kisi Instrumen validasi materi dalam storyboard</u>	24
<u>Tabel 8 Kisi - kisi instrumen validasi media pembelajaran</u>	25
<u>Tabel 9 Kisi - kisi instrumen angket respon guru</u>	25
<u>Tabel 10 Kisi - kisi instrumen angket respon peserta didik</u>	26
<u>Tabel 11 Penskoran skala <i>Likert</i>.....</u>	27
<u>Tabel 12 Kriteria validasi</u>	27
<u>Tabel 13 Penskoran skala <i>Guttman</i></u>	27
<u>Tabel 14 Kriteria kepraktisan</u>	28
<u>Tabel 15 Instrumen CoRe and TPaP-eRs.....</u>	32
<u>Tabel 16 Hasil angket analisis kebutuhan peserta didik.....</u>	34
<u>Tabel 17 Tujuan instruksional</u>	36
<u>Tabel 18 Hasil analisis karakteristik peserta didik.....</u>	37
<u>Tabel 19 Analisis capaian pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran.....</u>	38
<u>Tabel 20 Penyusunan <i>storyboard</i></u>	41
<u>Tabel 21 Hasil validasi <i>storyboard</i> dan materi dalam <i>storyboard</i></u>	54
<u>Tabel 22 Hasil revisi <i>storyboard</i></u>	55
<u>Tabel 23 Hasil validasi media</u>	67
<u>Tabel 24 Hasil revisi media pembelajaran</u>	69
<u>Tabel 25 Perolehan skor evaluasi peserta didik</u>	76
<u>Tabel 26 Hasil angket respon guru.....</u>	76
<u>Tabel 27 Hasil angket respon peserta didik.....</u>	77

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian</u>	112
<u>Lampiran 2 Instrumen Wawancara Guru</u>	116
<u>Lampiran 3 Angket Kebutuhan Peserta Didik</u>	119
<u>Lampiran 4 Instrumen Angket Ahli Materi</u>	121
<u>Lampiran 5 Instrumen Angket Ahli Media</u>	126
<u>Lampiran 6 Angket Respon Guru</u>	131
<u>Lampiran 7 Angket Respon Peserta Didik</u>	134
<u>Lampiran 8 Tampilan Media Pembelajaran</u>	136
<u>Lampiran 9 Modul Ajar</u>	145
<u>Lampiran 10 Surat Usulan Judul Skripsi</u>	157
<u>Lampiran 11 Surat Keputusan Pembimbing</u>	158
<u>Lampiran 12 Surat Tugas Validator</u>	160
<u>Lampiran 13 Surat Persetujuan Seminar Proposal</u>	161
<u>Lampiran 14 Surat Persetujuan Seminar Hasil</u>	162
<u>Lampiran 15 Surat Persetujuan Ujian Akhir Program</u>	163
<u>Lampiran 16 Surat Persetujuan Izin Penelitian</u>	164
<u>Lampiran 17 Surat Keterangan Bebas Laboratorium</u>	166
<u>Lampiran 18 Surat Keterangan Bebas Pustaka Ruang Baca FKIP Unsri</u>	167
<u>Lampiran 19 Bukti Perbaikan Skripsi</u>	168
<u>Lampiran 20 Hasil Pemeriksaan Plagiarisme</u>	169

ABSTRAK

Era digital menghadapkan dunia pendidikan pada tantangan sekaligus peluang, terutama dalam menciptakan media pembelajaran yang kreatif dan interaktif. Teknologi *Augmented Reality* (AR) berbasis kerangka TPACK menjadi alternatif potensial untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui integrasi teknologi, pedagogi, dan konten secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran AR berbasis TPACK yang valid dan praktis untuk mendukung pengajaran sistem ekskresi manusia secara interaktif, menarik, dan efektif. Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan metode *Research and Development* (R&D) dan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu wawancara, angket atau kuesioner, dan validasi. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan hasil validasi dan angket respon guru dan peserta didik, penelitian ini menghasilkan sebuah media pembelajaran AR berbasis TPACK yang valid (92,5%) dan praktis (100% dari guru dan 95,2% dari peserta didik).

Kata kunci: Media pembelajaran, *Augmented Reality*, TPACK, Sistem Ekskresi Manusia

ABSTRACT

The digital era presents education with both challenges and opportunities for education, particularly in developing creative and interactive learning media. Augmented Reality (AR) technology based on the TPACK framework serves as a potential alternative to enhance the quality of learning through the integrated combination of technology, pedagogy, and content. This study aims to develop a TPACK-based AR learning media that is valid and practical to support the teaching of the human excretory system in an interactive, engaging, and effective way. This research employs a development research approach using the Research and Development (R&D) method and adopts the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Data collection techniques include interviews, questionnaires, and validation processes. Data analysis employs both qualitative and quantitative approaches. Based on the results of validation and responses from teachers and students, this study successfully produces a TPACK-based AR learning media that is both valid (92,5%) and practical (100% from teachers and 95,2% from students).

Keywords: *Learning media, Augmented Reality, TPACK, Human Excretory System*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, termasuk dalam pengembangan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif. Di era Revolusi *Industry 4.0* dan menuju *Society 5.0*, guru dituntut untuk tidak hanya menguasai materi pelajaran, tetapi juga mampu mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran. Kerangka kerja pendidikan abad ke-21 menekankan pada kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (4C) yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk menghadapi tantangan global. Oleh karena itu, peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran sangat penting, termasuk dalam memilih dan mengembangkan media yang sesuai untuk membantu peserta didik memahami konsep secara lebih mendalam dan interaktif. Salah satu upaya guru untuk mencapai kebutuhan pembelajaran abad ke-21 adalah dengan pengintegrasian teknologi ke dalam media pembelajaran, yang disesuaikan dengan kondisi dan tahap perkembangan peserta didik (Dewi, 2019; Heryani et al., 2022; Koehler & Mishra, 2009; Partnership for 21st Century Skills, 2015).

Salah satu tantangan dalam Pembelajaran Biologi adalah bagaimana menyajikan materi yang kompleks dan abstrak agar lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Sistem ekskresi manusia merupakan salah satu materi yang sulit divisualisasikan hanya melalui buku teks atau gambar dua dimensi. Proses ekskresi yang melibatkan organ seperti ginjal, paru-paru, hati, dan kulit memiliki mekanisme kerja yang tidak dapat diamati secara langsung oleh peserta didik, sehingga sering kali menimbulkan kesulitan dalam memahami konsepnya. Berdasarkan penelitian Rizalia et al. (2024), 58,93% peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep ekskresi, terutama dalam memahami mekanisme sintesis urin. Selain itu, hasil wawancara dengan guru Biologi di SMA Negeri 6 Palembang menunjukkan bahwa selama ini media pembelajaran yang digunakan masih terbatas pada

proyeksi gambar dan presentasi konvensional, yang kurang menarik minat peserta didik dan tidak sepenuhnya efektif dalam membantu pemahaman mereka (Rizalia et al., 2024).

Berangkat dari permasalahan tersebut, peneliti melihat potensi *Augmented Reality* (AR) sebagai solusi inovatif dalam pembelajaran Biologi. AR memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi dengan objek visual tiga dimensi yang menyerupai organ tubuh manusia secara nyata, sehingga dapat membantu mereka memahami struktur dan fungsi sistem ekskresi dengan lebih jelas. Penelitian Yapici & Karakoyun (2021) menyatakan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik dan mengurangi miskonsepsi karena menyajikan konsep secara lebih konkret melalui elemen multimedia interaktif. Studi lain oleh Nengsih et al. (2023) menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis AR mampu meningkatkan pemahaman peserta didik, menarik minat belajar, dan mudah dioperasikan, menjadikannya sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran modern. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran berbasis AR pada materi sistem ekskresi manusia menjadi langkah penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di Indonesia (Mealy, 2018; Nengsih et al., 2023; Yapici & Karakoyun, 2021).

Dalam perkembangan teknologi abad ke-21, *Augmented Reality* (AR) telah menjadi salah satu inovasi yang berkembang pesat dan banyak diterapkan di berbagai bidang, termasuk pendidikan. AR memungkinkan penggabungan dunia nyata dengan elemen digital secara interaktif, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif dan menarik. Teknologi ini semakin populer seiring dengan meningkatnya penggunaan perangkat digital, seperti smartphone, tablet, dan komputer, yang mendukung integrasi AR dalam berbagai aspek kehidupan. Dalam dunia pendidikan, AR memiliki potensi besar untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran serta membantu mereka memahami konsep abstrak dengan lebih mudah melalui visualisasi tiga dimensi (Nengsih et al., 2023). Oleh karena itu, pemanfaatan AR dalam pembelajaran tidak hanya menjadi tren teknologi, tetapi juga menjadi solusi inovatif dalam menjawab tantangan

pendidikan modern, terutama dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang kompleks, seperti sistem ekskresi manusia. Hal ini didukung dengan penelitian Oktavianda et al. (2024), dilakukan uji perbandingan antara kelompok peserta didik yang mempelajari materi sistem ekskresi dengan media pembelajaran AR dan kelompok kontrol. Hasilnya menunjukkan bahwa adanya peningkatan skor post-test yang lebih tinggi pada kelompok peserta didik yang menggunakan media pembelajaran AR, maka bahwa implementasi media pembelajaran AR berhasil memaksimalkan hasil belajar peserta didik secara efektif. (Mealy, 2018; Nengsih et al., 2023; Oktavianda et al., 2024; Yapici & Karakoyun, 2021).

Dalam penelitian ini, pengembangan media pembelajaran AR dilakukan menggunakan platform *Assemblr Studio*, yang memungkinkan pengguna untuk membuat konten AR secara mudah dan interaktif tanpa memerlukan kemampuan coding yang kompleks. *Assemblr Studio* merupakan platform berbasis web yang memungkinkan pengguna merancang konten *Augmented Reality* (AR) secara interaktif tanpa memerlukan keterampilan pemrograman. Kelebihan platform ini terletak pada antarmuka yang ramah pengguna, fleksibilitas akses, serta kemampuannya dalam menyajikan materi pembelajaran secara visual dan interaktif (Assemblr, 2025).

Untuk memudahkan akses terhadap media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang telah dikembangkan, peserta didik hanya perlu memasukkan alamat URL yang disediakan pada modul ajar sebagai produk pendamping dari media AR ini. URL tersebut mengarahkan peserta didik langsung ke konten AR yang telah dipublikasikan melalui platform *Assemblr Studio*, yang dapat diakses melalui aplikasi *Assemblr* di perangkat Android maupun iOS. Dengan cara ini, peserta didik tidak perlu mengunduh file tambahan atau menggunakan perangkat khusus, cukup menggunakan smartphone atau tablet yang mendukung teknologi AR. Integrasi URL dalam modul ajar ini mendukung penerapan pembelajaran berbasis teknologi secara praktis dan efisien, baik dalam pembelajaran daring maupun luring. Selain itu, penyisipan URL juga mendorong

keterlibatan aktif peserta didik karena memungkinkan mereka mengeksplorasi materi AR secara mandiri, fleksibel, dan sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa akses media AR melalui tautan digital atau QR code dalam modul ajar meningkatkan minat belajar, pemahaman konsep, dan retensi informasi pada peserta didik karena kemudahan dan interaktivitasnya (Assemblr, 2025; Yusa et al., 2023).

Desain tata letak yang menarik dan fungsional merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan media pembelajaran untuk memastikan materi tersampaikan secara efektif dan menarik perhatian peserta didik. Dalam penelitian ini, peneliti memanfaatkan platform Canva sebagai alat untuk merancang tata letak setiap halaman pada media pembelajaran yang dikembangkan. Melanie Perkins, seorang entrepreneur Australia menciptakan sebuah alat desain grafis, yaitu Canva. Canva merupakan platform desain yang mudah digunakan baik oleh profesional maupun pemula. Karena berbasis daring, platform ini memungkinkan pengguna mengakses pekerjaan mereka dari berbagai perangkat (Gehred, 2020).

Namun, penggunaan teknologi dalam pendidikan tidak hanya sekadar menghadirkan inovasi visual semata. Supaya media pembelajaran dapat digunakan secara efektif, diperlukan kerangka pedagogi yang kuat yang memastikan bahwa teknologi yang digunakan selaras dengan metode pengajaran dan tujuan pembelajaran. Dalam hal ini, kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) menjadi landasan utama dalam pengembangan media pembelajaran AR. TPACK memastikan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak hanya sekadar menarik, tetapi juga relevan dengan kebutuhan peserta didik dan mendukung strategi pengajaran yang sesuai dengan karakteristik materi. Penelitian Bungai et al. (2024) menunjukkan bahwa setelah guru mendapatkan pelatihan TPACK, mereka lebih mampu mengembangkan dan menerapkan media pembelajaran inovatif yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Selain itu, penelitian Nabilah & Anwar (2023) mengungkapkan bahwa kemampuan TPACK guru IPA di Indonesia masih belum merata, sehingga diperlukan penguatan dalam integrasi teknologi ke dalam pembelajaran agar lebih

efektif. Dengan menerapkan pendekatan TPACK, guru dapat mengoptimalkan penggunaan teknologi secara lebih terarah, sehingga tidak hanya sekadar menggunakan media berbasis teknologi, tetapi juga mampu menggunakannya untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran (Bungai et al., 2024; Koehler & Mishra, 2009; Nabilah & Anwar, 2023).

Berdasarkan penelitian Pratiwi et al. (2017), mayoritas guru Biologi SMA di Kecamatan Babat Toman masih berada pada tahap perkembangan dalam penguasaan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), dengan 75% guru tergolong dalam kategori *growing* PCK dan 25% lainnya berada pada kategori Pra PCK. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman guru terhadap strategi pedagogi dan konten pembelajaran masih perlu ditingkatkan. Selain itu, penelitian Anwar et al. (2014) mengungkapkan adanya perbedaan dalam penyusunan instrumen *Content Representation* (CoRe) dan *Pedagogical and Experience Repertoire* (PaP-eRs) antara guru senior dan guru junior. Guru senior cenderung lebih fleksibel dalam memilih metode pembelajaran yang sesuai dengan konsep sulit, sementara guru junior lebih berfokus pada kedalaman materi dan model pembelajaran yang digunakan. Perbedaan ini disebabkan oleh latar belakang serta pengalaman mengajar yang berbeda di antara kedua kelompok guru tersebut (Anwar et al., 2014; Pratiwi et al., 2017).

Kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran juga masih menjadi tantangan. Penelitian Nahampun (2023) menunjukkan bahwa meskipun 16,38% calon guru Biologi memiliki tingkat kemampuan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dalam kategori sangat tinggi dan 56,90% dalam kategori tinggi, penerapan aspek teknologi dalam pembelajaran masih belum merata. Selain itu, penelitian Nabilah & Anwar (2023) mengungkapkan bahwa kemampuan TPACK guru IPA di Indonesia masih memerlukan perhatian lebih lanjut agar dapat mendukung efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini harus berbasis TPACK agar tidak hanya mengintegrasikan teknologi sebagai alat bantu visual, tetapi juga memastikan bahwa penggunaan teknologi tersebut sejalan

dengan strategi pedagogi dan tujuan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Dengan meningkatkan keterampilan guru dalam menerapkan TPACK, diharapkan kualitas pengajaran dapat lebih optimal dan pemahaman peserta didik terhadap materi yang kompleks, seperti sistem ekskresi manusia, dapat meningkat secara signifikan (Nabilah & Anwar, 2023; Nahampun, 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis TPACK pada materi sistem ekskresi manusia. Media ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep sistem ekskresi, membantu guru dalam menyajikan materi secara lebih menarik dan interaktif, serta menjadi inspirasi bagi pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses mengembangkan media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis TPACK pada materi sistem ekskresi manusia yang valid dan praktis?
2. Bagaimana hasil produk media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis TPACK pada materi sistem ekskresi manusia?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui proses pengembangan media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis TPACK pada materi sistem ekskresi manusia yang valid dan praktis.
2. Untuk menghasilkan produk media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis TPACK pada materi sistem ekskresi manusia.

1.4 Batasan Masalah

1. Pengembangan media pembelajaran *Augmented Reality* menggunakan platform *Assemblr Studio* dan *Canva*.
2. Media pembelajaran yang dikembangkan berbasis TPACK dengan penggunaan Instrumen *CoRe and TPaP-eRs* pada tahap analisis kebutuhan
3. Metode penelitian menggunakan Model ADDIE, hasil penelitian ini dilaporkan sampai dengan tahap uji coba kelompok kecil dan akan dilanjutkan oleh peneliti lain
4. Media pembelajaran yang dikembangkan memuat materi sistem ekskresi manusia

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Bagi Pendidik

Media pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan untuk membantu pendidik dalam kegiatan pembelajaran di kelas sehingga lebih mudah dalam menjelaskan materi dengan bantuan gambar dan model tiga dimensi, serta menambah wawasan pendidik tentang inovasi penggunaan media pembelajaran.

1.5.2 Bagi Peserta Didik

Menumbuhkan motivasi dan membantu peserta didik dalam memahami materi Sistem Ekskresi Manusia, serta sebagai sumber belajar tambahan yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun.

1.5.3. Bagi Peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman dan pengetahuan bagi peneliti dalam mengembangkan media pembelajaran yang menarik sebagai bekal peneliti untuk mengajar di kelas ketika nanti sudah menjadi guru, serta menambah wawasan peneliti tentang model pengembangan ADDIE.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Y. (2014). *Perkembangan Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Peserta Pendekatan Konsektif Dan Pada Peserta Pendekatan Konkuren Universitas Pendidikan Indonesia* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <https://repository.upi.edu/12502/>
- Anwar, Y., Rustaman, N. Y., Widodo, A., & Redjeki, S. (2014). Kemampuan Pedagogical Content Knowledge Guru Biologi Yang Berpengalaman Dan Yang Belum Berpengalaman. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(1), 69. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v19i1.426>
- Ardiman, K., Tukan, M. B., & Baunsele, A. B. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Praktikum Dalam Pembelajaran Daring Materi Titrasi Asam Basa Kelas XI SMAN 5 Pocoranaka. *Jurnal Beta Kimia*, 1(1), 22–28.
- Assemblr. (2023). *Introduction to Assemblr Studio: What Is It, Features, and Use Cases*. <https://www.assemblrworld.com/blog/what-is-assemblr-studio>
- Assemblr. (2025). *Assemblr Studio Visualize Your Ideas into Reality*. <https://www.assemblrworld.com/studio>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Berezki, E. O., & Kárpáti, A. (2021). Technology-enhanced creativity: A multiple case study of digital technology-integration expert teachers' beliefs and practices. *Thinking Skills and Creativity*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100791>
- Bertram, A. (2014). CoRes and PaP-eRs as a strategy for helping beginning primary teachers develop their pedagogical content knowledge. *Educación Química*, 25(3), 292–303. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70545-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70545-2)
- Branch, R. M. (2010). Instructional design: The ADDIE approach. In *Instructional Design: The ADDIE Approach*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>

- Bungai, J., Perdana, I., & Kriswantara, G. (2024). Pelatihan Technological Pedagogic Content Knowledge (Tpack) Pada Komunitas Belajar Guru di Kota Palangka Raya. *Jurnal Pengabdian Kampus*, 11(2), 163–169.
- Cahyana, U., Luhukay, J. R., Lestari, I., Irwanto, I., & Suroso, J. S. (2023). Improving Students’ Literacy and Numeracy Using Mobile Game-Based Learning with Augmented Reality in Chemistry and Biology. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(16), 4–15. <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i16.42377>
- Cahyani, N. M. W. S., Suwastini, N. K. A., Dantes, G. R., Jayantini, I. G. A. S. R., & Susanthi, I. G. A. A. D. (2021). Blended Online Learning: Combining the Strengths of Synchronous and Asynchronous Online Learning in Efl Context. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 18(2), 174. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v18i2.34659>
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2021). *Biology: A Global Approach* (Global Edi). Pearson. https://psv4.userapi.com/s/v1/d/qKrgCIvV6zBTYsISOivfaD9H3tZUq47Am-nVMduDaVZO6gdMY01S2F6e6MugzVSVbpAnQJ51vZWn02OWXxQIV3XjBF1Em6QlzHjFKoUyiOU/Biology_A_Global_Approach_Global_Edition_Neil_A_Campbell_Lisa_A_Urry_Michael_L_Cain_etc.pdf
- Charissudin, A., Farida, F., & Putra, R. W. Y. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika dengan Animasi Menggunakan Aplikasi Swishmax. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 3(1), 10–19. <https://doi.org/10.21580/square.2021.3.1.7522>
- Dewi, D. (2019). Pengembangan Kurikulum Di Indonesia Dalam Menghadapi Tuntutan Abad Ke-21. *As-Salam: Jurnal Studi Hukum Islam & Pendidikan*, 8(1), 1–22. <https://doi.org/10.51226/assalam.v8i1.123>
- Dilmen, I., & Atalay, N. (2021). The Effect of the Augmented Reality Applications in Science Class on Students’ 21st Century Skills and Basic Skills. *Journal of Science Learning*, 4(4), 337–346. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i4.32900>

- Dwiputri, R. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Aplikasi Android untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Transformasi Geometri Kelas IX. *JUMLAHKU: Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan*, 7(2), 79–89. <https://doi.org/10.33222/jumlahku.v7i2.1431>
- Edwards-Stewart, A., Hoyt, T., & Reger, G. M. (2016). Classifying Different Types of Augmented Reality Technology. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 199–202.
- Furht, B. (2011). Handbook of Augmented Reality. In *Handbook of Augmented Reality*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6>
- Gehred, A. P. (2020). Canva. *Journal of the Medical Library Association*, 108(2), 338–340. <https://doi.org/10.5195/jmla.2020.923>
- Heryani, A., Pebriyanti, N., Rustini, T., & Wahyuningsih, Y. (2022). Peran Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Dalam Meningkatkan Literasi Digital Pada Pembelajaran Ips Di Sd Kelas Tinggi. *Jurnal Pendidikan*, 31(1), 17. <https://doi.org/10.32585/jp.v31i1.1977>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Kurniawan, F. Y., Siahaan, S. M., & Hartono, H. (2020). Pengembangan multimedia interaktif berbasis adventure game pada materi prinsip animasi. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 6(2), 183–195. <https://doi.org/10.21831/jitp.v6i2.28488>
- Kusuma, N. R. (2020). Modul Pembelajaran SMA Biologi Kelas XI. In *Kemertrian Pendidikan dan Kebudayaan*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature

- Review of Research, Applications, and Empirical Studies. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/app12136809>
- Mealy, P. (2018). Virtual & Augmented Reality For Dummies. In *Virtual & Augmented Reality For Dummies*.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), 1–15. http://vered.rose.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html
- Nabilah, T. M., & Anwar, Y. (2023). Kemampuan Technological Pedagogical And Content Knowledge Guru IPA SMP: Studi Literature Review. *Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 118–125. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v12i2.73712>
- Nahampun, J. H. (2023). Analisis Kemampuan TPACK Calon Guru Biologi SMA di Era 5.0 Society pada Materi Sel dan Peredaran Darah [Universitas Negeri Medan]. <https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/56463>
- Nengsih, Setiadi, A. E., & Sunandar, A. (2023). Development of augmented Reality learning media based on assemblr studio web in ecosystem material. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(2), 277–291. <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i2.25251>
- Nuruzzakiah, Hasanuddin, Artika, W., Supriatno, S., & Rahmatan, H. (2022). Competency Analysis of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Biology Teachers. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 325–335. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1166>
- Oktavianda, N., Rahmatan, H., Huda, I., Pada, A. U. T., Safrida, & Deviani, R. (2024). Implementation of Augmented Reality (AR) Animation Media to Enhance Learning Outcomes and Interest in the Excretory System Topic. *Jurnal Penelitian Pembelajaran IPA*, 10(11), 8359–8365. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.8816>
- Omurtak, E., & Zeybek, G. (2022). The Effect of Augmented Reality Applications

- in Biology Lesson on Academic Achievement and Motivation. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 8(1).
<https://doi.org/10.21891/jeseh.1059283>
- Pagarra, H., Syawaluddin, A., Krismanto, W., & Sayidiman. (2022). *MEDIA PEMBELAJARAN*.
- Partnership for 21st Century Skills. (2015). *Partnership for 21St Century Skills-Core Content Integration*. Ohio Department of Education. www.P21.org.
- Pittara. (2022a). *Batu Ginjal*. Alodokter. <https://www.alodokter.com/batu-ginjal>
- Pittara. (2022b). *Pneumonia*. Alodokter. <https://www.alodokter.com/pneumonia>
- Pittara. (2024a). *Hepatitis*. Alodokter. <https://www.alodokter.com/hepatitis>
- Pittara. (2024b). *Jerawat*. Alodokter. <https://www.alodokter.com/jerawat>
- Pratiwi, C. H., Anwar, Y., & Slamet, A. (2017). Analisis Kemampuan Pck (Pedagogical Content Knowledge) Guru Mata Pelajaran Biologi SMA di Kecamatan Babat Toman. *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 5(2).
- Putra, G., & Agustiana, I. (2021). ELKPD Materi Pecahan dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 9(2), 220.
<https://doi.org/10.23887/jjpsd.v9i2.35813>
- Rahman, M., Ardiansyah, A., Dewi, M., & Nikmatullah, F. (2022). *556619- Analisis-Respon-Siswa-Dan-Guru-Terhadap-3E8697Df*. 8, 17–31.
- Rizalia, S., Nopriansyah, S., Saefi, M., Adi, W. C., Damayanti, E., & Sukmawati, S. (2024). Students ' Learning Difficulties Based on Cognitive Level of Excretory System Material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(2), 521–530.
- Simorangkir, A., Napitupulu, M. A., & Sinaga, T. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 8(1), 001–011. <https://doi.org/10.24114/jpp.v8i1.11247>

- Solihat, R., Rustandi, E., Herpiandi, W., & Nursani, Z. (2022). *Buku Teks Biologi SMA/MA Kelas XI*.
<https://static.buku.kemdikbud.go.id/content/pdf/bukuteks/kurikulum21/Biologi-BS-KLS-XI.pdf>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*. Penerbit Alfabeta Bandung.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. CV. Alfabeta.
- Syefrinando, B., Suraida, S., & Parman, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika berbasis Adobe Flash Professional CS6 Untuk Mata Kuliah Fisika Dasar I. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 39–44.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1522>
- Turk, V. (2024). *Canva Revolutionized Graphic Design . Will It Survive the Age of AI ?* <https://www.wired.com/story/canva-ceo-melanie-perkins-interview/>
- Urry, L., Cain, M. L., Wasserman, S., Minorsky, P. V, Orr, R. B., & Campbell, N. (2021). *Campbell Biology*. In *Pearson* (Twelfth). Pearson.
- Utami, S. N. (2024). *Apakah Hati Manusia Bisa Tumbuh Lagi ?* Kompas.Com.
<https://www.kompas.com/skola/read/2024/02/29/200000269/apakah-hati-manusia-bisa-tumbuh-lagi->
- Wirantini, N., Astawan, I., & Margunayasa, I. (2022). Media Pembelajaran berbasis Multimedia Interaktif pada Topik Siklus Air. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1), 42–51. <https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.46558>
- Yapici, İ., & Karakoyun, F. (2021). Using Augmented Reality in Biology Teaching. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 40–51.
<https://doi.org/10.52380/mojet.2021.9.3.286>
- Yundayani, A. (2019). Technological pedagogical and content knowledge : konsep analisis kebutuhan dalam pengembangan pembelajaran. *Prosiding Seminar*

Nasional Pendidikan STKIP Kusuma Negara.

Yusa, I. W., Wulandari, A. Y. R., Tamam, B., Rosidi, I., Yasir, M., & Setiawan, A. Y. B. (2023). Development of Augmented *Reality* (AR) Learning Media to Increase Student Motivation and Learning Outcomes in Science. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 127–145.
<https://doi.org/10.21831/jipi.v9i2.52208>