

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *AUGMENTED REALITY* (AR)
DENGAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING*
(PBL) PADA MATERI IKATAN KIMIA**

Dewi Graceani Simanjuntak¹, Jamalum Purba²

Universitas Negeri Medan, Medan

email: dewigraceani@gmail.com

Abstract: *The low level of students' understanding of chemical bonding is caused by the abstract nature of the material and the lack of use of interactive learning media that support concept visualization. In addition, teachers tend to still use conventional printed modules that are considered less interesting. To overcome these problems, this study aims to develop an e-module based on Augmented Reality (AR) technology with a Problem Based Learning (PBL) learning approach on chemical bonding material, as well as to measure the level of validity and student responses to the e-module. This study uses the Research and Development (R&D) method with a 4D development model that includes the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The research subjects were 28 students of class X-2 of SMA Negeri 18 Medan in the 2024/2025 academic year. The instruments used included an interview questionnaire, a validation questionnaire from material and media experts, and a student response questionnaire. The validation results by material experts showed a validity level of 97.1%, while the validation results by media experts showed a validity level of 97.2%, both of which are in the very valid category. Meanwhile, the results of the student response questionnaire for the e-module showed an average score of 91%, which is categorized as very practical. This study demonstrates that the integration of AR technology into the e-module is effective in increasing learning engagement and student understanding of abstract concepts, as well as supporting independent and interactive problem-based learning.*

Keyword: *E-Module, Augmented Reality (AR), Problem Based Learning (PBL), Chemical Bonding, 4D Development*

Abstrak: Rendahnya pemahaman peserta didik terhadap materi ikatan kimia disebabkan oleh sifat materi yang abstrak serta kurangnya penggunaan media pembelajaran interaktif yang mendukung visualisasi konsep. Selain itu, guru cenderung masih menggunakan modul cetak konvensional yang dinilai kurang menarik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan pendekatan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada materi ikatan kimia, serta mengukur tingkat validitas dan respon peserta didik terhadap e-modul tersebut. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Subjek penelitian adalah 28 siswa kelas X-2 SMA Negeri 18 Medan tahun ajaran 2024/2025. Instrumen yang digunakan meliputi angket wawancara, angket validasi ahli materi dan media, serta angket respon peserta didik. Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan tingkat validitas sebesar 97,1%, sedangkan hasil validasi oleh ahli media menunjukkan tingkat validitas sebesar 97,2%, keduanya masuk dalam kategori sangat valid. Sementara itu, hasil angket respon siswa terhadap e-modul menunjukkan nilai rata-rata 91%, yang termasuk kategori sangat praktis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR dalam e-modul efektif dalam meningkatkan daya tarik pembelajaran dan pemahaman peserta didik terhadap konsep abstrak, serta mendukung proses pembelajaran yang mandiri dan interaktif berbasis masalah.

Kata kunci: E-Modul, *Augmented Reality* (AR), *Problem Based Learning* (PBL), Ikatan Kimia, Pengembangan 4D

PENDAHULUAN

Berdasarkan Undang-undang Nomor 20 tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional, pendidikan bertujuan untuk mencerdaskan kehidupan bangsa. Salah satu upaya pemerintah dalam meningkatkan mutu pendidikan adalah dengan diberlakukannya Kurikulum Merdeka. Dalam Kurikulum Merdeka, guru memiliki keleluasaan untuk memilih berbagai perangkat ajar sehingga pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan belajar dan minat peserta didik (Yulianti et al., 2022).

Kurikulum Merdeka dirancang untuk memberikan kebebasan kepada sekolah, guru, dan peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran. Kurikulum ini berfokus pada pengembangan potensi peserta didik secara holistik dengan memberikan kesempatan untuk belajar sesuai dengan minat, bakat, dan kebutuhan individu (Kemendikbud, 2021). Kurikulum Merdeka memberikan fleksibilitas bagi pengajar untuk memilih dan menggunakan berbagai perangkat ajar, seperti asesmen literasi, modul ajar, buku teks, serta aplikasi dan platform Merdeka Mengajar yang disediakan oleh Kemendikbud, serta memberikan ruang untuk inovasi dalam proses pembelajaran (Ripandi, 2023).

Kimia sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari struktur materi, sifat-sifat materi, transformasi suatu zat menjadi zat lain, serta energi yang menyertai perubahan dalam materi. Sebagai produk pengetahuan, kimia mencakup fakta, konsep, dan prinsip yang perlu diperoleh dan dikembangkan oleh ilmuwan (Ritonga et al., 2023). Berdasarkan Permendiknas No. 22 Tahun 2006, kimia termasuk dalam kelompok mata pelajaran ilmu pengetahuan dan teknologi di tingkat SMA/MA/SMALB, yang bertujuan untuk memperoleh kompetensi lanjutan dalam

ilmu pengetahuan dan teknologi serta membudayakan berpikir ilmiah yang kritis, kreatif, dan mandiri. Oleh karena itu, mata pelajaran kimia harus dikuasai oleh peserta didik untuk mendukung pengembangan kemampuan tersebut.

Menurut (Junaidi et al., 2021) pelajaran kimia sering kali dianggap oleh sebagian besar siswa SMA sebagai salah satu mata Pelajaran yang relatif sulit, bersifat abstrak dan memiliki kecenderungan tidak disukai oleh siswa. Alasan itu disebabkan karena materi kimianya sendiri dan sebagian lagi disebabkan oleh metode pembelajaran yang dilakukan oleh guru kurang bervariasi, tidak menarik dan cenderung membosankan. Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan dengan guru kimia di SMAN 18 Medan, salah satu materi dalam pelajaran kimia yang dianggap sulit dipahami oleh siswa adalah materi ikatan kimia. Pernyataan ini diperoleh dari hasil belajar ulangan harian peserta didik yang tergolong rendah. Materi ikatan kimia merupakan materi yang dapat dikatakan cukup sukar untuk dipelajari. Kesukaran utamanya adalah peserta didik hanya dapat mengulangi definisi yang ada dalam materi, namun peserta didik belum mampu untuk menerapkan konsep ikatan kimia dan cenderung masih sekedar menghafalkannya (Ramdhani et al., 2020).

Keberhasilan suatu pembelajaran ditentukan oleh dua komponen penting, yaitu model dan media yang digunakan. Kedua komponen ini saling berhubungan dan tidak dapat dipisahkan. Pemilihan dan penggunaan suatu model tertentu memiliki konsekuensi untuk turut menentukan media yang tepat. Salah satu model pembelajaran yang dianggap sebagai strategi yang tepat dalam menciptakan pembelajaran kimia yang menarik adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model

pembelajaran *Problem Based Learning* adalah suatu pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi siswa untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah. Hal ini didukung dengan adanya penelitian yang dilakukan oleh Simanjuntak (2023), model *Problem Based Learning* (PBL) yang didukung dengan media pembelajaran yang interaktif terbukti dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Simanjuntak, 2023). Penelitian lainnya dibuktikan oleh Tuty & Purba (2021) bahwa pembelajaran menggunakan bahan ajar berbasis PBL pada materi ikatan ion dan kovalen dapat meningkatkan hasil belajar siswa sebesar 63% (Tuty & Purba, 2021).

Modul merupakan salah satu bahan ajar yang dapat dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Modul pembelajaran merupakan sumber belajar mandiri yang disusun secara sistematis dan formal dengan mengintegrasikan berbagai sumber pembelajaran dan tolak ukur yang terpadu dalam satu kesatuan. Pembelajaran melalui modul menuntut siswa untuk aktif berperan dalam proses pembelajaran, di mana mereka diminta untuk melakukan berbagai aktivitas yang mendorong keterlibatan aktif (Sari & Montessori, 2021). Akan tetapi, pembelajaran menggunakan modul dengan pendekatan tunggal dapat menyebabkan monoton dan membosankan bagi peserta didik sehingga dibutuhkan teknologi untuk membuat pembelajaran lebih menarik. Teknologi dalam pendidikan, seperti E-modul, menjadi solusi inovatif dengan format digital yang memungkinkan pembelajaran lebih interaktif melalui animasi, audio, dan video, serta membantu siswa belajar mandiri dan memecahkan masalah secara aktif.

Modul elektronik (E-modul) adalah bahan ajar berbasis digital yang dirancang secara sistematis untuk mendukung pembelajaran mandiri dengan menyajikan

materi menggunakan bahasa yang mudah dipahami (A. Purwanto & Risdianto, 2022).

Integrasi teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) ke dalam E-modul menjadi langkah inovatif dalam memanfaatkan kemajuan teknologi untuk mendukung pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan efektif. Saat ini penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam dunia pendidikan masih banyak dikembangkan. *Augmented Reality* (AR) dapat didefinisikan sebagai sebuah teknologi yang mampu menggabungkan benda maya dalam bentuk dua dimensi (2D) atau tiga dimensi (3D) ke dalam sebuah lingkungan yang nyata serta dapat memberikan gambaran dan informasi yang lebih mudah dipahami.

Menurut Mustaqim dan Kurniawan (2017) kelebihan AR, yaitu: interaktif, efektif, dapat diimplementasikan secara luas dalam berbagai media, permodelan objek yang sederhana, hemat biaya, dan mudah untuk digunakan. Sedangkan kekurangannya, yaitu: sensitif dengan perubahan sudut pandang, perancang masih minim, dan membutuhkan memori yang cukup besar.

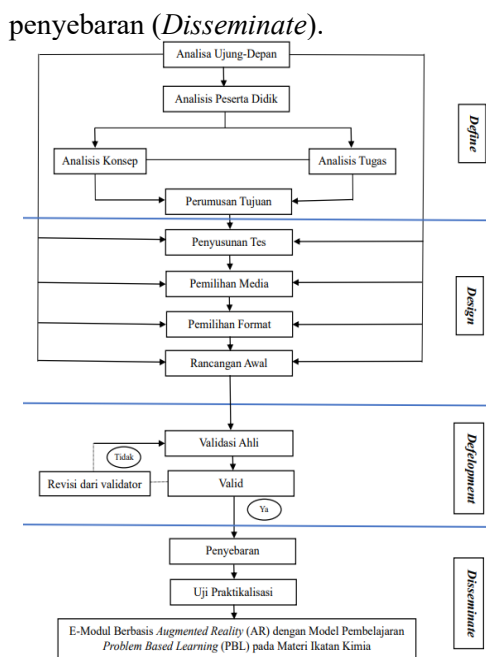
METODE

Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah berupa wawancara terhadap guru kimia, memberikan angket analisis kebutuhan peserta didik, angket validasi kelayakan oleh validator ahli, yakni guru kimia di SMA Negeri 18 Medan dan dosen kimia di Universitas Negeri Medan, serta memberikan angket respon/tanggapan terhadap peserta didik.

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, pengembangan E-modul akan dilakukan dalam 4 tahapan, yaitu pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Development*), dan



Gambar 1 Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *Define* (Pendefinisian)

Dalam tahapan ini, peneliti dapat mengumpulkan informasi tentang kejadian nyata di lapangan untuk menentukan apa yang dibutuhkan siswa sebelum dilakukan pengembangan bahan ajar e-modul.

Tahap *Design* (Perancangan)

Dalam tahap ini, rancangan e-modul disusun dengan memperhatikan standar kelayakan media yang ditetapkan oleh BSNP. Perancangan dimulai dengan penyusunan *draft* e-modul sebagai kerangka dasar, kemudian dilanjutkan dengan pemilihan media yang sesuai serta penentuan format yang akan digunakan dalam e-modul tersebut. Tahap *design* merupakan tahap penyusunan *draft* awal e-modul yang akan digunakan dalam pembelajaran ikatan kimia.

Tahap *Disseminate* (Penyebaran) Analisis Respon Siswa

Setelah memperoleh hasilnya, diperoleh kriteria kemenarikan yang telah ditentukan. Berikut ini tabel hasil respon siswa sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Respon Peserta Didik

No.	Aspek Penilaian	Persentase Rata-Rata
1	Penyajian Materi	90%
2	Media atau Tampilan	91%
3	Pembelajaran dengan E-modul	91%
4	Kelayakan Manfaat	93%
Rata-Rata		91%
Kriteria Tafsiran Hasil Angket		Sangat Praktis

Tingkat Validitas E-Modul Berbasis AR dengan model pembelajaran PBL Oleh Ahli Materi dan Media Ahli Materi

Berikut ini adalah penjelasan mendalam mengenai hasil penilaian:

1. Kelayakan Isi
 Aspek kelayakan isi menunjukkan peningkatan dari persentase naik dari

86,7% menjadi 97%. Hal ini mencerminkan perbaikan signifikan dalam kelengkapan, keluasan, dan kedalaman materi yang disajikan. Keakuratan konsep, data, ilustrasi, dan istilah mengalami peningkatan setelah revisi.

2. Kelayakan Penyajian
 Pada aspek penyajian, hasil validasi menunjukkan skor tinggi baik pada tahap awal (93,5%) maupun setelah revisi (99,3%). Hampir seluruh indikator memperoleh nilai maksimal, mencerminkan bahwa materi telah disusun secara sistematis, lengkap dengan pengantar, glosarium, daftar pustaka, rangkuman, dan latihan soal beserta kunci jawabannya.
3. Kelayakan Bahasa
 Validasi aspek bahasa menunjukkan perbaikan dari 87,5% menjadi 95%. Bahasa yang digunakan dinilai baik, benar, dan sesuai dengan kaidah tata bahasa Indonesia serta ejaan (PUEBI). Kalimat disusun dengan sederhana dan mudah dipahami, serta istilah-istilah disajikan secara konsisten. Aspek yang mengalami

peningkatan signifikan adalah kemampuan memotivasi dan mendorong berpikir kritis, yang menunjukkan bahwa revisi telah berhasil membuat modul lebih interaktif dan merangsang pemikiran peserta didik. Keseluruhan aspek ini mendukung keterbacaan dan daya tarik materi pembelajaran.

Secara keseluruhan hasil penilaian validator ahli materi terhadap e-modul ikatan kimia memperoleh hasil persentase rata-rata sebesar 97,1%.

Ahli Media

1. Kelayakan Kegrafikan

Hasil validasi para ahli terhadap aspek kelayakan kegrafikan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dari persentase 84,6% menjadi 98,7%. Hal ini mencerminkan bahwa desain visual dan tata letak modul telah mengalami perbaikan yang cukup baik.

2. Penggunaan Teknologi *Augmented Reality*

Pada aspek penggunaan teknologi *augmented reality* (AR), validasi menunjukkan peningkatan dari persentase 86,1% menjadi 95,8%. Peningkatan terjadi hampir di semua indikator, seperti kejelasan deskripsi aplikasi, kemudahan instalasi, serta kualitas navigasi dan tampilan antarmuka.

Berdasarkan hasil penilaian validator ahli media terhadap produk e-modul ikatan kimia memperoleh persentase rata-rata sebesar 97,2%. Aspek kegrafikan menunjukkan peningkatan dari 84,6% menjadi 98,7%, sedangkan aspek AR meningkat dari 86,1% menjadi 95,8%. Hasil ini menunjukkan bahwa baik tampilan visual modul maupun penggunaan teknologi AR telah dirancang secara optimal, menarik, mudah digunakan, serta efektif dalam mendukung pemahaman konsep abstrak.

Kelebihan dan Kekurangan E-Modul Berbasis AR dan PBL

1. Kelebihan E-Modul Berbasis AR dan PBL

Kelebihan dari e-modul berbasis AR terletak pada fleksibilitas penggunaannya. Karena berbentuk digital, e-modul ini dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui perangkat elektronik seperti *handphone*, laptop, maupun tablet selama tersedia koneksi internet. Dengan demikian, proses belajar tidak terbatas oleh ruang dan waktu, yang pada akhirnya mendukung pembelajaran mandiri dan memperluas akses terhadap sumber belajar berkualitas. Dengan integrasi teknologi AR dan model PBL, pembelajaran menjadi lebih efektif, menarik, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik di era digital.

2. Kelemahan E-Modul Berbasis AR dan PBL

Salah satu kendala utama adalah ketergantungan terhadap koneksi internet yang stabil. Karena konten AR memerlukan akses daring untuk dapat diakses dan dijalankan secara optimal, peserta didik yang berada di daerah dengan jaringan internet yang tidak stabil atau terbatas akan mengalami kesulitan dalam mengakses modul secara lancar. Kelemahan lain yang menjadi perhatian adalah keterbatasan waktu penggunaan konten AR yang disediakan oleh pihak pengembang. Beberapa aplikasi atau platform AR bersifat berbayar dengan sistem berlangganan, di mana akses ke konten hanya tersedia dalam rentang waktu tertentu. Setelah masa aktif berakhir, peserta didik tidak lagi dapat menggunakan modul kecuali melakukan perpanjangan berbayar. Kondisi ini tentu menjadi tantangan, terutama bagi institusi pendidikan atau siswa yang memiliki keterbatasan anggaran.

Keterbaharuan (*Novelty*)

Keterbaharuan dari e-modul berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan dengan pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) terletak pada integrasi inovatif antara konten visual interaktif, model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, serta format digital yang fleksibel. Salah satu pembaruan utama dari e-modul ini adalah penggunaan konten AR yang tidak hanya bersifat statis, tetapi menampilkan animasi gerak yang merepresentasikan konsep abstrak dalam kimia secara dinamis dan mudah dipahami. Sebagai contoh, dalam materi ikatan ion, peserta didik dapat menyaksikan visualisasi atom Na dan Cl yang masing-masing menunjukkan pergerakan elektron valensinya. Elektron dari atom natrium terlihat berputar, lalu berpindah menuju atom klorin, hingga akhirnya membentuk struktur senyawa ionik NaCl secara animatif. Visualisasi semacam ini memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan bermakna karena siswa dapat melihat langsung proses terbentuknya ikatan, bukan hanya membayangkannya melalui teks atau gambar dua dimensi.

Keterbaharuan lainnya terletak pada sistem evaluasi yang dirancang secara lebih efektif. Soal-soal latihan tidak hanya diberikan dalam bentuk pilihan ganda atau uraian, tetapi juga disertai dengan pembahasan yang jelas, terstruktur, dan menggunakan bahasa yang sederhana agar mudah dipahami oleh peserta didik. Hal ini membantu peserta didik untuk merefleksikan pemahaman mereka secara mandiri, sekaligus memperkuat penguasaan konsep yang telah dipelajari melalui modul. Selain itu, modul ini juga telah dikonversi ke dalam bentuk *flip* e-modul, yaitu modul digital dengan tampilan interaktif menyerupai buku cetak yang dapat dibuka dan dibalik halamannya secara virtual. Format *flip* ini memberikan

pengalaman membaca yang lebih menarik dan modern, serta dapat diakses dengan mudah melalui berbagai perangkat elektronik seperti *smartphone*, tablet, atau laptop. Dengan demikian, peserta didik dapat belajar secara fleksibel kapan saja dan di mana saja, selama tersedia perangkat dan koneksi internet.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan e-modul berbasis AR dengan model pembelajaran PBL pada materi ikatan kimia dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Tingkat validitas terhadap e-modul berbasis *augmented reality* (AR) dengan model pembelajaran *problem based learning* (PBL) pada materi ikatan kimia yang telah dikembangkan berdasarkan kriteria BSNP memperoleh rata-rata persentase sebesar 85,3% pada aspek media dan 89,2% pada aspek materi yang termasuk pada kategori sangat valid, dan mengalami peningkatan setelah revisi menjadi 97,2% pada aspek media dan 97,1% pada aspek materi yang berada pada kategori sangat valid.
2. Respon siswa dalam penggunaan e-modul berbasis *augmented reality* (AR) dengan model pembelajaran *problem based learning* (PBL) pada materi ikatan kimia yang telah dikembangkan, mendapat perolehan skor sebesar 91%, perolehan ini berada dalam kategori sangat praktis yang berarti siswa senang menggunakan e-modul berbasis *augmented reality* (AR) dengan model pembelajaran *problem based learning* (PBL) pada materi ikatan kimia yang telah dikembangkan pada pembelajaran dikelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Junaidi, E., Hakim, A., Hadisaputra, S., Anwar, Y. A. S., & Sofia, B. F. D. (2021). Meningkatkan Motivasi Belajar Kimia Melalui Implementasi Konsep Kimia dalam Bentuk Permainan Sederhana di SMAN 4 Praya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*, 3(2). <https://doi.org/10.29303/jpmsi.v3i2.134>
- Purwanto, A., & Risdianto, E. (2022). Pelatihan Pembuatan Modul Elektronik Menggunakan Program 3D Flip Profesional untuk Guru Guru IPA dalam Menyongsong Era Revolusi Industri 4.0 di SMPN 11 Kota Bengkulu. *DIKDIMAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 5–10. <https://doi.org/10.58723/dikdimas.v1i1.11>
- Ramdhani, E. P., Khoirunnisa, F., & Siregar, N. A. N. (2020). Efektifitas Modul Elektronik Terintegrasi Multiple Representation Pada Materi Ikatan Kimia. *Journal of Research and Technology*, 6(1), 162–167. <https://doi.org/10.55732/jrt.v6i1.152>
- Ripandi, A. J. (2023). Hakikat Kurikulum Dalam Pendidikan. *Jurnal Al Wahyu*, 1(2), 123–133. <https://doi.org/10.62214/jayu.v1i2.129>
- Ritonga, R., Purba, J., Sutiani, A., Tua, F., Pangabean, M., & Syahputra, R. A. (2023). *Journal of Chemistry Education and Learning The Effect of Problem-Based Learning with Animation Assisted Video on Improving Students ' Learning Outcomes in Acid-Base Solution Material Chemistry is the study of the structure of matter , the properties of m.* 12(2), 209–217. <https://doi.org/10.23960/jppk.v12.i2.2023.21>
- Sari, W. P., & Montessori, M. (2021). Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Modul Pembelajaran Tematik. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5275–5279. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1527>
- Simanjuntak, A. A. N. (2023). *PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN MEDIA DAN MINAT TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI IKATAN KIMIA KELAS X SMA. April.*
- Tuty, A. I., & Purba, J. (2021). Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia Iv (Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Ikatan Ion dan Kovalen Untuk Kelas X). *Prosiding Seminar Nasional Kimia & Pendidikan Kimia#2 - 2021 Jurusan Kimia FMIPA UNIMED*, 316–322.
- Yulianti, Divana Leli Anggraini, Siti Nurfaizah, & Anjani Putri Belawati Pandiangan. (2022). Peran Guru Dalam Mengembangkan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Sosial*, 1(3), 290–298. <https://doi.org/10.58540/jipsi.v1i3.53>