

**PENGEMBANGAN SIMULATOR PROSES KOAGULASI PADA KOLOID**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Kimia



**Oleh:**

Maulidah Hasanah

NIM 2004848

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2024**

# **PENGEMBANGAN SIMULATOR PROSES KOAGULASI PADA KOLOID**

Oleh  
Maulidah Hasanah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Maulidah Hasanah 2024  
Universitas Pendidikan Indonesia  
September 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

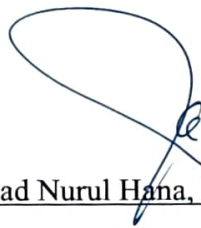
**LEMBAR PENGESAHAN**

**MAULIDAH HASANAH**

**PENGEMBANGAN SIMULATOR PROSES KOAGULASI PADA KOLOID**

Disetujui dan disahkan oleh:

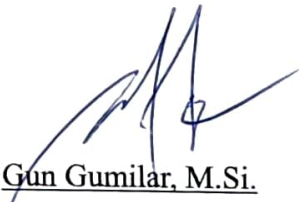
Pembimbing 1,



Muhammad Nurul Hana, M.Pd.

NIP. 197101191997021001

Pembimbing 2,



Gun Gumilar, M.Si.

NIP. 197906262001121001

Mengetahui,

Kepala Program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Wiji, M.Si.

NIP. 197204302001121001

## ABSTRAK

Pemahaman konseptual peserta didik pada materi sifat-sifat koloid seringkali sulit diperoleh, karena selain kecenderungan untuk menghafal teori tanpa melakukan praktikum, peserta didik juga kurang memahami aplikasi materi dalam kehidupan nyata, serta karena keterbatasan media pembelajaran yang tersedia. Terdapat media animasi, media pembelajaran interaktif, dan audiovisual yang sudah dikembangkan, namun media tersebut masih memiliki kekurangan dalam hal menciptakan situasi yang mendekati keadaan sebenarnya. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa aplikasi simulator proses koagulasi pada koloid untuk peserta didik SMA atau sederajat yang dibuat semirip mungkin dengan keadaan sebenarnya. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan PPE (*Planning, Production, Evaluation*) yang terdiri dari 3 tahap, yaitu *planning* (perencanaan), *production* (produksi) dan *evaluation* (evaluasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Simulator Koagulasi Pada Koloid ini memiliki beberapa karakteristik. Simulator ini menampilkan koloid susu dan koagulan ekstrak biji kelor dalam bentuk gambar, proses koagulasi dimuat dalam animasi tanpa narasi. Interaksi antara partikel koloid dengan partikel koagulan divisualisasikan dalam bentuk video animasi bernarasi yang berisi interaksi koagulan dengan koloid yang menyebabkan terjadinya proses koagulasi. Pengguna dapat berinteraksi dengan simulator secara langsung dengan menggerakkan pipet. Simulator koagulasi dinyatakan sangat layak dari segi konten dan media berdasarkan pada indikator kriteria kelayakan dan kriteria simulator berdasarkan hasil reвью ahli dan praktisi. Simulator Koagulasi ini mendapatkan tanggapan yang sangat baik dari peserta didik untuk dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa simulator koagulasi dapat menjadi salah satu alternatif media pembelajaran pada submateri koagulasi dalam materi koloid.

**Kata Kunci:** Aplikasi, simulator, *R&D*, koloid, koagulasi.

## ABSTRACT

*Conceptual understanding of colloidal properties is often difficult for students to achieve due to their tendency to memorize theory without engaging in practical work, their limited comprehension of real-life applications, and the lack of adequate learning media. Various types of media, such as animations, interactive learning tools, and audiovisual aids, have been developed; however, these media still fall short in creating realistic scenarios. This study aims to develop a simulation application of the coagulation process in colloids for high school students, designed to closely resemble real-life conditions. The research methodology used in this study is Research and Development (R&D) with the PPE (Planning, Production, Evaluation) development model, consisting of three stages: planning, production, and evaluation. The research results indicate that the Coagulation Simulator in Colloids has several distinctive features. The simulator displays colloidal milk and moringa seed extract coagulant in graphical form, with the coagulation process depicted in an animation without narration. The interaction between colloidal particles and coagulant particles is visualized in a narrated video animation illustrating how coagulation occurs. Users can interact directly with the simulator by moving a pipette. The coagulation simulator is deemed highly feasible in terms of content and media based on feasibility criteria and simulator criteria from expert and practitioner reviews. This Coagulation Simulator received very positive feedback from students for use in the learning process. Based on the research findings, it can be concluded that the coagulation simulator can serve as an alternative learning medium for the coagulation subtopic in colloid.*

**Keywords:** *Applications, simulator, R&D, colloids, coagulation.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Media Pembelajaran .....	6
2.1.1 Jenis-Jenis Media Pembelajaran .....	7
2.1.2 Fungsi Media Pembelajaran.....	7
2.1.3 Kriteria Kelayakan Media Pembelajaran.....	7
2.1.4 Simulasi dan Simulator .....	8
2.1.5 Pengelompokkan Simulasi dan Simulator .....	9
2.1.6 Karakteristik Simulator.....	10
2.2 Kelebihan Simulasi dalam Pembelajaran .....	10
2.3 Aplikasi <i>Construct 3</i> .....	11
2.4 Sub-materi Koloid .....	11
2.5 Koagulasi Susu Dengan Biji Kelor.....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	19
3.1 Metode Penelitian.....	19
3.1.1 Metode dan Desain Penelitian .....	19
3.2 Model Pengembangan PPE .....	19

3.2.1 <i>Planning</i> .....	20
3.2.2 <i>Production</i> .....	20
3.2.3 <i>Evaluation</i> .....	20
3.3 Objek Penelitian .....	20
3.4 Alur Penelitian .....	21
3.5 Instrumen Penelitian.....	23
3.5.1 Lembar Tanggapan Aplikasi .....	23
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.7 Teknik Pengolahan Data .....	24
3.7.1 Lembar Tanggapan Aplikasi .....	24
3.7.2 Lembar Tanggapan Aplikasi .....	25
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Karakteristik Simulator Proses Koagulasi Pada Koloid.....	26
4.1.1 Tahap Analisis .....	26
4.1.2 Tahap Desain.....	41
4.1.3 Tahap Pengembangan .....	46
4.1.4 Karakteristik Simulator Proses Koagulasi Pada Koloid .....	62
4.2 Kelayakan Simulator Proses Koagulasi Pada Koloid.....	63
4.2.1 Kelayakan Simulator Proses Koagulasi Pada Koloid dari Segi Konten	63
4.2.2 Kelayakan Simulator Proses Koagulasi Pada Koloid dari Segi Media	65
4.3 Tanggapan Peserta Didik Terhadap Simulator Proses Koagulasi Pada Koloid .....	70
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>75</b>
5.1 Simpulan.....	75
5.2 Implikasi .....	75
5.3 Rekomendasi .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>82</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
3.1 Contoh Lembar Tanggapan Pendidik.....	23
3.2 Contoh Lembar Tanggapan Peserta Didik .....	23
3.3 Kriteria Kelayakan Simulator Berdasarkan Tanggapan Pendidik.....	25
4.1 Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran .....	26
4.2 Tujuan Pembelajaran.....	27
4.3 Daftar Buku Teks yang Digunakan .....	28
4.4 Contoh Penyusunan Teks Asli.....	29
4.5 Contoh Penghalusan Teks Asli Menjadi Teks Dasar.....	32
4.6 Penurunan Proposisi Mikro-Makro Teks .....	33
4.7 Analisis Media Pendukung.....	36
4.8 Contoh <i>Storyboard</i> .....	45
4.9 Perbaikan 1.....	67
4.10 Perbaikan 2.....	68
4.11 Perbaikan 3.....	68
4.12 Perbaikan 3.....	69



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2. 1 Fenomena efek Tyndall .....	12
2.2 Sinar matahari dihamburkan oleh partikel debu pada udara .....	12
2.3 Larutan besi (III) klorida pekat dengan air panas. ....	13
2.4 Gerak Brown .....	14
2.5 Elektroforesis .....	14
2.6 Alat Dialisis .....	15
2.7 Koagulasi susu oleh asam .....	16
2.8 Stabilisasi koloid hidrofobik .....	17
2.9 Struktur $\kappa$ -Kasein ( $\kappa$ -CN).....	18
2.10 Struktur protease sistein.....	18
2.11 Struktur sistein ( <i>cys</i> ).....	18
3.1 Langkah – langkah R&D .....	19
3.2 Alur Penelitian.....	21
4.1 Struktur Makro .....	35
4.2 Susu nyata dan visualisasinya .....	40
4.3 Ekstrak biji kelor nyata dan visualisasinya .....	40
4.4 Peta Pemrograman .....	43
4.5 <i>Flowchart</i> .....	44
4.6 Koloid Susu.....	47
4.7 Ekstrak Biji Kelor .....	48
4.8 Halaman Tampilan Awal .....	49
4.9 Halaman Menu Utama Awal .....	49
4.10 Halaman Menu Utama Setelah Panduan Dibuka.....	50
4.11 Halaman Menu Utama Ketika Menyelesaikan Semua Segmen.....	51
4.12 Panduan bagian 1 .....	51
4.13 Tujuan Pembelajaran.....	52
4.14 Panduan bagian 2 .....	52
4.15 Halaman Profil Pengembang.....	53
4.16 Halaman Simulasi 1 .....	53
4.17 Contoh hasil koagulasi .....	54
4.18 Tampilan Umpan Balik .....	55
4.19 Video animasi.....	55
4.20 Teks penjelasan .....	56
4.21 Kuis .....	56
4.22 Pemanfaatan Prinsip Koagulasi Dalam Kehidupan (1).....	57
4.23 Pemanfaatan Prinsip Koagulasi Dalam Kehidupan (2).....	57
4.24 Pertanyaan .....	58
4.25 Panduan Simulasi .....	59
4.26 Tampilan Simulasi 2.....	60
4.27 Tampilan Tugas .....	61
4.28 Halaman Referensi .....	61
4.29 Halaman Keluar .....	62
4.30 Contoh interaktivitas dalam simulator .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Penyusunan Teks Asli dari Teks Sumber .....	82
2. Penghalusan Teks Asli menjadi Teks Dasar .....	88
3. Penurunan Struktur Makro Teks .....	91
4. Struktur Makro .....	93
5. Analisis Media Pendukung .....	94
6. Sinopsis .....	98
7. Peta Program .....	100
8. <i>Flowchart</i> .....	101
9. <i>Storyboard</i> .....	102
10. Lembar Optimasi Koagulasi .....	118
11. Hasil Perbaikan Selama Tahapan Pengembangan .....	121
12. Hasil Tanggapan Pendidik .....	127
13. Hasil Tanggapan Peserta Didik .....	131
14. Surat Permohonan Izin Penelitian .....	135
15. Surat Persetujuan Tempat Penelitian .....	136
16. Surat Pernyataan Telah Melakukan Penelitian .....	137

## DAFTAR PUSTAKA

- Alessi dan Trollip. (2001). *Multimedia for learning: Methods and Development*. Massachusetts: *A Pearson Education*.
- Alti, R. M., Anasi, P. T., Silalahi, D. E., Fitriyah, L. A., Hasanah, H., Akbar, M. R., Arifianto, T., Kamaruddin, I., Herman., Malahayati. E. N., Hapsari. S., Jubaidah. W., Yanuarto. W. N., Agustianti. R., & Kurniawan, A. (2022). *Media Pembelajaran*. Get Press.
- Andrew, F. W. (2020). Benefits of Simulations as Remote Exercises during The Covid-19 Pandemic: an Enzyme Kinetics Case Study. *Journal of Chemical Education*. 0: 1 – 2.
- Arikunto S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arnelli., Astuti, Y. (2019). *Kimia Koloid dan Permukaan*. Sleman: Deepublish Publisher.
- Berry, D. C, & Broadbent, D. E. (1987). Explanation and verbalization in a computerassisted search task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 585- 609.
- Brady, J. E., et al. (2012). *Chemistry: The Molecular Nature Of Mater 6th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Bratby, J. (2016). *Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment 3rd Edition*. UK: IWA Publishing.
- Buckle, K.A, R.A Edwards, G.H. Fleet, and M. Wootton. 2007. *Ilmu Pangan (Food Science)*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Chang, R. (2010). *Chemistry, 10th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Damayanti, A. E., Syafei, I., Komikesari, H., & Rahayu, R. (2018). Kelayakan Media Pembelajaran Fisika Berupa Buku Saku Berbasis Android Pada Materi Fluida Statis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 63-70.
- Eli, R. N., & Sari, S. (2018). Pembelajaran Sistem Koloid Melalui Media Animasi untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Peserta didik. *Jurnal Tadris Kimiya*, 3(2), 135-144.

- Erhel, S., & Jamet, E. (2006). Using pop-up windows to improve multimedia learning. *J. Comput. Assist. Learn.*, 22, 137-147. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00165.x>.
- Gagne, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). *Principles of Instructional Design*. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan.
- Gredler, M. E. (2004). *Games and Simulations and Their Relationship to Learning*. In *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Hera, R., Khairil, K., & Hasanuddin, H. (2014). Pengembangan Handout Pembelajaran Embriologi Berbasis Kontekstual Pada Perkuliahan Perkembangan Hewan Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa Di Universitas Muhammadiyah Banda Aceh. *Jurnal EduBio Tropika*, 2(2).
- Hiemenz, P.C., Rajagopalan, R. (1997). *Principles of Colloid and Surface Chemistry 3rd Edition*. New York: Marcel Dekker.
- Hilyatin, N., Purwoko, A. E., & Savalas, L. R. T. (2022). Modul Berbasis Pembelajaran Aktif, Inovatif, Kreatif, Efektif dan Menyenangkan pada Materi Sistem Koloid: Kelayakan dan Kepraktisan. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 7(2), 224-233.
- Jalinus, N., & Ambiyar, A. (2016). *Media dan Sumber Pembelajaran*. Jakarta: Katalog Dalam Penerbit (KDT).
- Juan, AA, Loch, B., Daradoumis, T., & Ventura, S. (2017). Permainan dan simulasi di perguruan tinggi. *Int J Mendidi Teknologi Tinggi Pendidik.*, 14, 37.
- Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran.
- Komaruddin. (2016). *Kamus Istilah Karya Tulis Ilmiah*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Lestari, P. N., & Linggawati, A. (2019). Pengaruh Waktu Pengadukan Cepat pada Koagulasi Menggunakan Metode Pengaduk Magnetik. *Jurusan Kimia*

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Riau: Universitas Riau.*

- Li, Q., and Z. Zhao. 2019. Acid and Rennet-Induced Coagulation Behavior of Casein Micelles with Modified Structure. *Food Chem.* 291:231–238.
- Manab, A., Sawitri, M. E., Al Awaly, K. U., Andriani, R. D., & Putri, G. M. (2022). Protease Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Susu dalam Pembuatan Keju. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (STAP)* (Vol. 9, pp. 555-561).
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- McMahon, D. J., and B. S. Oommen. 2008. Supramolecular Structure of the Casein Micelle. *J. Dairy Sci.* 91:1709–1721.
- Mose, Y. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Predict-Observe-Explain (POE) pada Materi Koloid Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Doctoral Dissertation*, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Netriwati & Lena, M. S., 2017. *Media Pembelajaran Matematika*. Lampung: Permata Net.
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic Books.
- Padmanaba, I. K. G., Kirna, I. M., & Sudria, I. N. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Kimia Koloid Berbantuan Komputer untuk Peserta Didik SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 2(1), 15-24.
- Permatasari, S., Asikin, M., & Dewi, N. R. (2022). MaTriG: Game Edukasi Matematika dengan Construct 3. *Indonesian Journal of Computer Science*, 11(1).
- Pradilasari, L., Gani, A., & Khaldun, I. (2019). Pengembangan media pembelajaran berbasis audio visual pada materi koloid untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 7(1), 9-15.
- Pratiwi, T., Kurniasih, D., & Kurniawan, R. A. (2018). Pengembangan Penuntun Praktikum Koloid Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Peserta didik di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Sungai Raya. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 6(1).

- Rachmawati, S. W., & Iswanto, B. (2009). Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 5(2), 40-45.
- Rahman, A., S. Fardiadz, W. P., Suliantri dan C. C. Nurwitri. (1992) Teknologi Fermentasi Susu. *Pusat Antar Universitas*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Riadi, Muchlisin. (2021). *Model Pembelajaran Simulasi*. Diakses pada 18/11/2023, dari <https://www.kajianpustaka.com/2021/05/model-pembelajaran-simulasi.html>.
- Richey and Klein. (2009). *Design and Development Research*. New York : Routledge
- Sani, Ridwan Abdullah. (2019). Strategi Belajar Mengajar. Depok: PT. Raja Grafindo Persada.
- Sapriyah, S. (2019, May). Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar. *In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* (Vol. 2, No. 1, pp. 470-477).
- Sari, S. A., Arisa, S. N., & Khaldun, I. (2016). Pengembangan Media Ular Tangga Pada Materi Koloid Untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas. Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2010). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson.
- Sinaga, E. H. (2018). Pengembangan Penuntun Praktikum Kimia Kelas XI SMA/MA yang Dilengkapi Kit Pada Materi Sistem Koloid. *Doctoral dissertation*. UNIMED.
- Smaldino, Sharon E., Lowther, Deborah L., dan Russell, James D. (2008). *Instructional Technology and Media for Learning*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson.
- Sufidin, U. (2017). Pengembangan Media Animasi Berbasis Representasi Kimia Pada Materi Sifat-Sifat Koloid. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 6, 400–413.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: ALFABETA, cv.

- Sumiharsono, R. & Hasanah, H., 2017. *Media Pembelajaran: Buku Bacaan Wajib Dosen, Guru dan Calon Pendidik*. Jawa Tengah: Pustaka Abadi.
- Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press.
- Wang, X., Q. Zhao, L. He, Y. Shi, J. Fan, Y. Chen, and A. Huang. 2022. Milk-clotting properties on bovine caseins of a novel cysteine peptidase from germinated *Moringa oleifera* seeds. *J. Dairy Sci.* 105:3770–3781.
- Whitten, K.W., dkk. (2010). *Chemistry, 10th Edition*. USA: Mary Pinch.
- Whitten, K.W., et al. (2013). *Chemistry 10th Edition*. United States of America: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Wulandari, D. A., & Dwiningsih, K. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Blended Learning pada Materi Koloid. *Unesa Journal of Chemical Education*, 6(3), 446-451.
- Yamin, Martinis. (2006). *Strategi Pembelajaran Berbasis Kompetensi*. Jakarta:Gaung Persada Press.
- Yaumi, M. (2017). *Media Pembelajaran. Pemanfaatan Media Bagi Anak Milenial Kerjasama*. Universitas Muhammadiyah.
- Yaumi, M., Damopolii, M., & S.Sirate, S. F. (2016). *Modul Teknologi Pendidikan: Integrasi Pembelajaran Blended dalam Mata Kuliah Umum dan Matematika*. Makassar: LP2M UIN Alauddin.