

**PENGEMBANGAN E-MODUL MATERI LIMBAH CAIR
BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* UNTUK
MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA**

SKRIPSI

Oleh

Angelina Cristin Faomasi Waruwu

NIM: 06101282025041

Program Studi Pendidikan Kimia



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

**PENGEMBANGAN E-MODUL MATERI LIMBAH CAIR
BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* UNTUK
MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA**

SKRIPSI

oleh
Angelina Cristin Faomasi Waruwu
NIM. 06101282025041
Program Studi Pendidikan
Kimia

Mengesahkan:

Pembimbing 1



Drs. Muhammad Hadeli L, M.Si., Ph.D
NIP. 196308181990031002

Pembimbing 2



Eka Ad'hiya, S.Pd., M.Pd
NIP. 199306022019032022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA,

Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd
NIP. 197905222005011005

Koordinator Program Studi,



Dr. Diah Kartika Sari, M.Si
NIP. 198405202008012010

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angelina Cristin Faomasi Waruwu

NIM : 06101282025041

Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul Materi Limbah Cair Berbasis *Project Based Learning* untuk Mahasiswa Pendidikan Kimia” 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 dalam 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.

Indralaya, 27 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Angelina Cristin Faomasi Waruwu

NIM. 06101282025041

PRAKATA

Skripsi dengan judul "Pengembangan E-Modul Materi Limbah Cair Berbasis *Project Learning* untuk Mahasiswa Pendidikan Kimia" disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Kimia, 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 Bapak Drs. Muhammad Hadeli L, M.Si., Ph.D dan Ibu Eka Ad'hiya, S.Pd., M.Pd sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hartono, M.A., Dekan FKIP Unsri, Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd., Ketua Jurusan Pendidikan, Dr. Diah Kartika Sari, M.Si., Koordinator Program Studi Pendidikan Kimia yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ibu Dr. Diah Kartika Sari, M.Si selaku penguji yang telah memberikan sejumlah saran untuk perbaikan skripsi ini.

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

Indralaya, 27 Mei 2024

Penulis,



Angelina Cristin Faomasi Waruwu

NIM 06101282025041

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus, atas berkat dan kasih karuniaNya yang telah memberikan kemudahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Srata 1 pada Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Sriwijaya. Skripsi ini tidak terlepas atas dukungan dan doa dari berbagai pihak, maka dari itu tidak lupa penulis ucapkan terima kasih dan penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tuaku, Bapak Rohfamati Waruwu dan Ibu Sri Erni Erawati Br. Nainggolan yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada titin. Segala kebutuhan titin selama perkuliahan bapak dan mamak cukupkan sehingga akhirnya titin bisa menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih untuk selalu bangga akan pencapaian yang selama ini titin raih dan berikan kepada bapak dan mamak. Mungkin ini semua jauh dari yang kita rencanakan, tapi kita juga tahu bahwa rencana yang baik adalah rencana Tuhan. Tuhan kasih titin jalan ini bukan tanpa alasan, pasti akan ada pelangi indah yang Tuhan sediakan untuk titin, bapak, mamak dan adek. Tetaplah sehat dan doakan titin ya pak, mak agar selalu membanggakan bapak dan mamak atas pencapaian-pencapaian yang akan titin lakukan kedepannya.
2. Adikku satu-satunya, Vicky Natanael Faozaro Waruwu. Terima kasih karna tetap memberikan dukungan dan semangat dalam hal apapun. Semoga jalan hidup, harapan dan cita-cita kita selalu diberkati Tuhan. Jangan lupa untuk terus membanggakan mamak dan bapak ya dek.
3. Keluarga besar Waruwu dan Nainggolan yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan baik berupa finansial ataupun doa-doa baik buat titin selama titin kuliah.
4. Bapak Drs. Muhammad Hadeli L, M.Si., Ph.D dan Ibu Eka Ad'hiya, S.Pd., M.Pd selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak ilmu, bimbingan, nasihat serta dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi dan e-modul.

5. Ibu Dr. Diah Kartika Sari, M.Si selaku koorprodi Pendidikan Kimia sereta menjadi validator saya, terima kasih banyak ibu telah membantu penulis selama proses administrasi dan memberikan masukan dalam pengerjaan e-modul yang penulis kembangkan menjadi lebih baik.
6. Bapak Drs. A. Rachman Ibrahim, M.Sc.Ed sebagai validator yang telah memberikan saran dan komentar kepada penulis agar e-modul yang dikembangkan menjadi lebih baik.
7. Bapak Ibu Dosen KBK (Kelompok Bidang Kajian) atas bimbingan dan nasihat kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi
8. Bapak dan Ibu Dosen FKIP Pendidikan Kimia Unsri atas ilmu dan nasihat yang diberikan dalam perkuliahan.
9. Adisty Maulani, sahabat sekaligus saudara tak sedarah ku. Terima kasih banyak untuk semua dukungan dari kita sekolah sampai masuk ke dunia perkuliahan. Terimakasih sudah menjadi tempat keluh kesahku, selalu mengingatkanku akan hal-hal yang perlu dan tidak perlu aku lakukan. Semoga kita bisa terus bersama sampai semua cita-cita dan harapan kita terwujud dan tetap menjadi disty yang selalu *care* ke titin.
10. Athena Nova Arshinta, sahabatku yang jauh di Jogja. Terima kasih karna masih mau berkomunikasi, mendengarkan keluh kesahku dan mau menjadi sahabatku. Tetap menjaga komunikasi ya nop dan semoga kita segera kumpul lagi bertiga.
11. Izdihar Nisa, terima kasih ca sudah menjadi saksi perjalanan kehidupan perkuliahan. Banyak hal yang sudah kita lalui, ikut organisasi, *healing*, *explore* unsri, patah hati dan jatuh hati kita hadapi bersama. Terima kasih sudah mau menjadi sahabatku, mengerti dan memahami ku. Setelah masa perkuliahan ini berakhir, semoga kita tetap menjaga komunikasi dan jangan lupa kenangan kita ya ca. Aku berharap suatu saat nanti ketika kita bertemu kita sudah sukses dan menemukan jalan kita masing-masing.
12. Denisa Putri Arliani, senang bisa mengenal mu den. Terima kasih banyak untuk semua hal yang sudah kita lakukan selama masa perkuliahan. Tidur di kostmu, *sharing*, kesana kemari sama-sama. Sukses selalu dan setelah ini

pikiran buruk akan masa depan di kepala mu berkurang ya den. Ingat, tetap menjaga komunikasi ya.

13. Fitri Agustia, yang selalu mau aku repotin untuk tidur dirumahnya kalau aku main ke Palembang. Terima kasih banyak ya pit untuk semua bantuannya, untuk semua hal-hal yang sudah kita lakukan. Tetap menjadi pipit yang ceria ya dan jangan lupa sama titin yang *freak* ini.
14. Ai Listy Inayah, mba yang selalu antar aku kemanapun ketika aku minta tolong. Mba yang selalu sabar menghadapi tingkah jahil dan konyol ku. Terima kasih karna mau bersama ku, mau berbagai kisah lucu dari kehidupan kita. Sehat dan sukses selalu mba, jangan lupa semua hal yang sudah kita lalui ya mba.
15. Delta Delviana, yang selalu buat emosi tapi selalu bisa diandalkan. Terima kasih banyak ya del sudah menjadi bagian dari kehidupan perkuliahan ku, mau membantu ku dalam hal apapun itu. Aku tunggu kabar bahagia selanjutnya dari mu ya. Sukses selalu delta bucin.
16. Luhur Tawang Bima Nugraha, terima kasih untuk hal-hal *random* yang kita lakukan bersama selama masa perkuliahan. Terima kasih sudah mau berbagi kisah hidup. Sukses selalu ya bim.
17. P3MI Moria Payakabung, saudara dan keluargaku selama aku di layo. Terkhusus kepada Jhon Fisher Butar-butar, Lauren F Manalu, Febrian Lumban Raja, Jhon Martulus Manullang, Alfredo Aritonang dan parsekret lainnya, serta teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih untuk kebaikan dan cinta kasih teman-teman buat titin. Pelayanan dan persekutan bersama akan menjadi kenangan yang ku rindukan nantinya. Aku menyayangi kalian.
18. Jisung Park, anggota *boyband* NCT Dream. Yang selalu memberikan hal-hal positif dan kata-kata semangat bagi penggemarnya. 2016-sekarang masih menjadi sosok yang bisa dikagumi dengan kisah hidupnya. Teruslah berkarya dan semoga aku bisa menghadiri setiap konser yang akan digelar dimanapun.

19. Jihan Audira, teman perskripsian ku yang beda materi. Terima kasih karna mau tukar pikiran dalam menjalani skripsi ini, mulai dari memilih judul, bimbingan, seminar proposal, seminar hasil dan sidang akhir bisa kita lakukan bersama. Sukses selalu ya ji, kita harus balik ke Jambi dengan hasil yang memuaskan.
20. Eka Setya Putri dan Amoriza Ramadhanty, teman seperjuangan dan seperbimbinganku. Terima kasih sudah untuk dukungan dan semangat yang teman-teman berikan. Sukses selalu ya ka, moy, semoga hal baik selalu datang menghampiri kita.
21. Adik-adik angkatan 2021, terima kasih banyak sudah mau membantu kakak dalam proses pengerjaan skripsi ini. Terima kasih sudah meluangkan waktunya untuk mengisi angket serta melakukan proyek yang merupakan pendukung dari skripsi kakak. Semoga adik-adik sukses selalu dan diberikan kelancaran dalam perkuliahannya.
22. Keluarga besar HMK Angkatan 2020, terima kasih untuk semua kebersamaan yang kita lakukan. Semoga sukses selalu.
23. Almamater ku tercinta.
24. Diriku sendiri, terima kasih sudah bertahan hingga sejauh ini. Mungkin banyak yang tidak sesuai harapanmu, bahkan rencanamu banyak yang gagal, tapi kamu masih mampu berdiri tegak dan mampu menyelesaikan semua dengan baik. Tetaplah hidup dan mari melanjutkan perjalanan yang mungkin akan lebih berat dari sebelumnya. Jangan lupa selalu bersyukur dan berpengharapan kepada Tuhan.

MOTTO

“Don't let your diligence be slack, let your spirit be burning and sever God”

Romans 12 : 11

“He healed the brokenhearted and bound up ther wounds”

Psalm 147 : 3

“Don't smile only when you're happy, but smile to be happy”

“If it's hard, just do what you want to do”

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bahan Ajar.....	6
2.2 E-Modul.....	6
2.3 Manfaat Penggunaan E-Modul.....	7
2.4 <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	8
2.5 Materi Limbah Cair	9
2.5.1 Pengertian Limbah Cair	9

2.5.2	Sumber Limbah Cair.....	11
2.5.3	Cara Pengolahan Limbah Cair.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		13
3.1	Jenis Penelitian	13
3.2	Objek dan Subjek Penelitian	13
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.4	Prosedur Penelitian.....	14
3.4.1	Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	14
3.4.2	Tahap Perancangan (<i>Design</i>).....	15
3.4.3	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	16
3.4.4	Tahap Penyebaran (<i>Dissemination</i>)	18
3.5	Teknik Pengumpulan Data	20
3.6	Teknik Analisis Data	21
3.6.1	Analisa Data Validasi	21
3.6.2	Analisa Kepraktisan	22
3.6.3	Analisa Data Hasil Tes.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil Penelitian.....	25
4.1.1	Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	25
4.1.2	Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	27
4.1.3	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)	29
4.1.4	Tahap Penyebaran (<i>Dissemination</i>)	34
4.2	Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1	Kesimpulan.....	37

5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Skala Guttman	21
Tabel 2 Kriteria Skor Kevalidan	22
Tabel 3 Skala Likert	22
Tabel 4 Kriteria Skor	23
Tabel 5 Kriteria Perolehan Skor Gain	24
Tabel 6 Data Hasil Analisis Peserta Didik	26
Tabel 7 Desain Awal E-Modul bersama Dosen Pembimbing	28
Tabel 8 Komentar dan Saran Validasi Ahli Desain	29
Tabel 9 Hasil Uji Validasi Ahli Desain.....	29
Tabel 10 Komentar dan Saran Validasi Ahli Materi.....	30
Tabel 11 Hasil Uji Validasi Ahli Materi	30
Tabel 12 Komentar dan Saran Validasi Ahli Pedagogik	31
Tabel 13 Hasil Uji Validasi Ahli Pedagogik.....	31
Tabel 14 Hasil Data Angket <i>Development Testing</i> 1	32
Tabel 15 Hasil Penilaian Kepraktisan <i>Development Testing</i> 1	33
Tabel 16 Hasil Data Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Limbah Cair	10
Gambar 2 Diagram Alir Prosedur Pengembangan E-Modul Berbasis <i>Project Based Learning</i>	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Validasi Ahli Desain	43
Lampiran 2 Hasil Uji Validasi Ahli Materi.....	45
Lampiran 3 Hasil Uji Validasi Ahli Pedagogik	46
Lampiran 4 Hasil Uji <i>Development Testing</i> 1.....	47
Lampiran 5 Hasil Perhitungan <i>N-Gain Pre test</i> dan <i>Post test</i>	48
Lampiran 6 Hasil Wawancara Dosen Pengampu Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Limbah.....	50
Lampiran 7 Rencana Pembelajaran Semester	52
Lampiran 8 Validasi Ahli Desain 1.....	56
Lampiran 9 Validasi Ahli Desain 2.....	59
Lampiran 10 Validasi Ahli Materi 1	62
Lampiran 11 Validasi Ahli Materi 2	65
Lampiran 12 Validasi Ahli Pedagogik 1	68
Lampiran 13 Validasi Ahli Pedagogik 2.....	71
Lampiran 14 Revisi dengan Dosen Pembimbing.....	74
Lampiran 15 Komentar dan Saran Validasi Ahli Desain.....	76
Lampiran 16 Komentar dan Saran Validasi Ahli Materi	77
Lampiran 17 Komentar dan Saran Validasi Ahli Pedagogik.....	78
Lampiran 18 Angket Pra Penelitian Peserta Didik	79
Lampiran 19 Instrumen Kepraktisan Tahap <i>Development Testing 1</i>	82
Lampiran 20 <i>Pre test</i>	85
Lampiran 21 <i>Post test</i>	89
Lampiran 22 Produk E-Modul Limbah Cair.....	93

Lampiran 23 Lembar Laporan Praktikum Mahasiswa.....	99
Lampiran 24 Link Video Proyek.....	106
Lampiran 25 Dokumentasi.....	107
Lampiran 26 Surat.....	109
Lampiran 27 Kartu Bimbingan	112
Lampiran 28 Surat Keterangan Pengecekan Similarity	114

ABSTRAK

Pengembangan E-Modul materi limbah cair telah dilakukan dan diterapkan dalam pembelajaran mata kuliah teknologi pengolahan limbah Pendidikan Kimia Universitas Sriwijaya. Pengembangan dilakukan dengan menggunakan metode 4D yaitu (*Define, Design, Development, dan Disseminate*). Data dikumpulkan melalui wawancara, angket, *walkthrough*, dan tes. Tahap evaluasi dalam penelitian terdiri dari analisis kelayakan, analisis kepraktisan peserta didik dan analisis keefektifan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-Modul berbasis *project based learning* materi limbah cair yang valid, praktis dan efektif. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Kimia Angkatan 2021 yang mengambil mata kuliah teknologi pengolahan limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kevalidan ahli desain adalah 0,95 dengan kategori sangat baik, ahli materi adalah 1 dengan kategori sangat baik, dan ahli pedagogik adalah 1 dengan kategori sangat baik. Skor kepraktisan E-Modul pada tahap *development testing 1* adalah 85% dengan kategori sangat praktis. Efektivitas yang terukur pada tahap *development testing 2* sebesar 0,76 dengan kategori tinggi. Dengan demikian, produk berupa E-Modul yang valid, praktis dan efektif dapat diterapkan dalam pembelajaran mata kuliah teknologi pengolahan limbah.

Kata kunci : E-Modul, *project based learning*, limbah cair.

ABSTRACT

The development of the E-Modul for liquid waste material has been carried out and applied in the learning of the Sriwijaya University Chemical Education waste processing technology course. Development is carried out using the 4D (Define, Design, Development and Disseminate). Data was collected through interviews, questionnaires, walkthrough and tests. The evaluation stage in the research consists of feasibility analysis, practicality analysis for students and effectiveness analysis. This research aims to develop an E-Modul based on project based learning on liquid waste material that is valid, practical and effective. The subjects in this research were Chemistry Education students Class of 2021 who took waste processing technology courses. The research results show that the validity of design experts is 0,95 in the very good category, material experts are 1 in the very good category, and pedagogical experts are 1 in the very good category. The practicality score of the E-Modul at development testing stage 1 was 85% in the very practical category. The effectiveness measured at development testing stage 2 was 0,76 in the high category. Thus, products in the form of a valid, practical and effective E-Modul can be applied in learning waste processing technology courses.

Keywords: E-Module, *project based learning*, liquid waste

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejarah peradaban anak manusia menjelaskan bahwa Pendidikan merupakan komponen yang sangat penting. Pendidikan merupakan aktivitas integral yang didalamnya melibatkan metode, sarana dan target untuk membentuk individu agar mampu bersosialisasi dengan lingkungan sehingga tercipta kemajuan yang lebih baik. Berbagai cara dilakukan pemerintah untuk menciptakan dunia Pendidikan yang maju, yaitu dengan meningkatkan kualitas kurikulum dengan melakukan inovasi dan reformasi di bidang Pendidikan (Noviana & Huda, 2018). Pembelajaran abad 21 terdapat program Pendidikan yang melibatkan kualitas Pendidikan yang membantu kemajuan suatu negara untuk bersaing secara global merupakan tujuan dari dunia Pendidikan. Pendidikan juga harus menerapkan pembelajaran yang inovatif, kreatif, berpikir kritis, memecahkan masalah dan mampu berkomunikasi dengan baik.

Untuk dapat mengembangkan keterampilan belajar merupakan tujuan utama pembelajaran abad 21 sebagai media pembelajaran yang terintegritas. Dalam menghadapi persaingan global yang semakin maju, Pendidikan abad 21 harus mengubah model pembelajaran, fasilitas serta media pembelajaran. Permasalahan yang sering terjadi dalam kegiatan pembelajaran yaitu menentukan bahan ajar yang sesuai yang dapat membantu peserta didik untuk mencapai kompetensi. Sedangkan pada kenyataannya banyak dijumpai pendidik yang masih menggunakan bahan ajar sudah jadi tanpa dilakukan upaya merencanakan, menyiapkan dan menyusun sendiri (Sihombing & Sitorus, 2022).

Inovasi yang dapat dilakukan dalam proses pembelajaran adalah dengan menerapkan model dan media pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan yaitu model *project based learning*. *Project Based Learning* (pembelajaran berbasis proyek) merupakan model pembelajaran yang mengaplikasikan proyek sebagai inti dalam proses pembelajaran (Siregar &

Harahap, 2020). Untuk menghasilkan suatu produk, peserta didik dapat mengerjakan proyek baik secara individu maupun kelompok bekerja sama dalam batas waktu tertentu. Munculnya model pembelajaran berbasis proyek ini dimulai dari pandangan konstruktivisme yang merujuk pada pembelajaran kontekstual. Model pembelajaran *Project Based Learning* dipilih untuk memperbaiki gaya belajar yang semula berfokus pada guru menjadi pembelajaran yang berfokus pada siswa dengan cara memberikan celah bagi siswa untuk mengembangkan kreativitas sehingga menghasilkan suatu produk sebagai pemecah masalah yang dihadapi (Priatna, dkk., 2017).

Menurut *Buck Institute for Education* (Ibnu, 2014) pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu model pembelajaran inovatif yang melibatkan peserta didik dalam proses memecahkan masalah dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bekerja secara otonom dan menghasilkan produk yang bernilai. Pembelajaran berbasis proyek merupakan suatu model pembelajaran yang melibatkan suatu proyek dalam kegiatan pembelajaran. Model pembelajaran *project based learning* dianggap sesuai untuk mahasiswa karena subjek utama dalam proses belajar yaitu mahasiswa yang membuat mereka termotivasi dan aktif untuk mengikuti kegiatan belajar. Sedangkan dosen sendiri berperan sebagai fasilitator untuk mengevaluasi hasil belajar mahasiswa atau peserta didik.

Dalam proses belajar, peserta didik atau mahasiswa yang tidak memiliki materi pembelajaran akan sulit untuk belajar secara mandiri, tanpa adanya kehadiran dosen. Penggunaan bahan ajar dapat membuat pendidik dimana yang sebelumnya menjadi pengajar berubah menjadi fasilitator, serta dapat mewujudkan pembelajaran yang efektif dan interaktif (Magdalena, dkk., 2020). Untuk itu, seorang pendidik diharapkan menentukan strategi pembelajaran dalam proses pembelajaran untuk memfasilitasi agar tercapainya kompetensi yang telah dirancang dalam kurikulum sehingga peserta didik mampu menjadi pelajar yang mandiri. E-modul (modul elektronik) merupakan upaya yang dilakukan dalam perkembangan teknologi dari bahan ajar cetak ke bahan ajar digital. Meninjau perkembangan zaman saat ini, rata-rata mahasiswa lebih sering membaca atau melakukan hal lainnya dengan menggunakan *smartphone*, maka dari itu e-modul

merupakan suatu kebutuhan untuk era digital saat ini. Mahasiswa akan memilih menggunakan e-modul daripada bahan cetak karena e-modul memiliki beberapa kelebihan, dimulai dari e-modul yang bisa diakses secara online sehingga memudahkan mahasiswa mengakses e-modul dimanapun dan kapanpun (Simamora, dkk., 2018).

Menurut Suarsana & Mahayukti (2013), e-modul memiliki sifat interaktif dimana memudahkan dan memungkinkan mahasiswa untuk menampilkan video, gambar, audio serta dilengkapi dengan tes/kuis yang bersifat formatif. Dengan adanya e-modul, mahasiswa dapat mengorientasi masalah melalui suatu kelompok dan mengembangkan atau menyajikan hasil belajar yang kemudian akan dianalisis dan dievaluasi bersama. Sebagai bahan ajar, E-Modul harus mampu menghadirkan materi-materi yang sesuai dengan kurikulum, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), serta mampu berperan sebagai alat dalam proses belajar untuk mencapai kompetensi yang telah ditetapkan. Pengembangan e-modul dalam pembelajaran telah terbukti memberikan hasil yang baik dalam meningkatkan prestasi peserta didik.

Teknologi pengolahan limbah merupakan salah satu mata kuliah di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Sriwijaya dimana mata kuliah teknologi pengolahan limbah mempelajari atau membahas tentang jenis-jenis limbah, pengolahan limbah dan juga menganalisis permasalahan limbah serta solusi atas permasalahan tersebut. Pengolahan limbah sangat penting untuk dilakukan agar limbah yang ada bisa dimanfaatkan dan didaur ulang dengan baik sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar (Dewi, dkk., 2019). Dengan menggunakan e-modul diharapkan materi yang dipelajari terutama materi limbah cair menjadi lebih praktis dan mudah untuk dipahami serta mahasiswa lebih mudah dalam mengakses materi yang akan dipelajari pada mata kuliah teknologi pengolahan limbah.

Hasil wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah teknologi pengolahan limbah di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Sriwijaya pada materi limbah cair bahwa bahan ajar yang digunakan hanya buku dari internet serta belum memiliki bahan ajar lain seperti bahan ajar cetak dan bahan ajar digital sehingga mahasiswa juga masih mencari bahan ajar untuk mendukung proses belajar mereka.

Berdasarkan angket pra-penelitian yang telah dibagikan kepada mahasiswa Angkatan 2021 Pendidikan Kimia yang sedang mengambil mata kuliah teknologi pengolahan limbah, diketahui bahwa sebanyak 95,2% mahasiswa menjawab membutuhkan bahan ajar lain selain bahan ajar yang diberikan oleh dosen.

Berdasarkan penelitian terdahulu (Winaya, dkk., 2016) pengembangan e-modul yang dilakukan telah dimanfaatkan untuk membantu pendidik dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Melalui uraian diatas peneliti akan melakukan penelitian dengan judul **”Pengembangan E-Modul Materi Limbah Cair Berbasis *Project Based Learning* untuk Mahasiswa Pendidikan Kimia”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang telah ditetapkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana mengembangkan e-modul materi limbah cair berbasis *project based learning* yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif?”

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk “Menghasilkan e-modul modul materi limbah cair berbasis *project based learning* yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif”.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Dosen

Dapat dijadikan sebagai bahan ajar pendamping buku teks mata kuliah teknologi pengolahan limbah pada materi limbah cair.

2. Bagi Mahasiswa

Dapat dijadikan sebagai bahan ajar untuk menciptakan pembelajaran yang menuntun mahasiswa memiliki kreativitas.

3. Bagi Program Studi

Dapat menambah bahan ajar berupa e-modul berbasis proyek di lingkungan Program Studi.

4. Bagi Peneliti Lain

Dapat dijadikan literatur penelitian yang relevan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, F. (2021). Pengembangan Bahan Ajar untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa melalui Model Pembelajaran *Prepospec* berbantuan TIK pada Materi Sistem Persamaan Linear Tiga Variabel. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*. 4: 208-216.
- Atdhini, A. R., Putri, R. F., & Yulinda, R. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Microsoft Sway untuk Melatih Literasi Sains Siswa. *Journal On Teacher Education (JOTE)*. 5(1): 136-145.
- Erdi, P. N., & Padwa, T. R. (2021). Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning. *Jurnal Vokasi Informatika*. 1(1): 23-27.
- Dewi, C. A., Kurniasih, Y., & Khery, Y. (2019). *Teknologi Pengolahan Limbah*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Hake, R. R. (1998). Interactive Engagement v.s. Traditional Methods: Six Thousand Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66.
- Harjanto, A., Rustandi, A., & Caroline J. A. (2022). Implementasi Model Pengembangan 4D Dalam Mengembangkan Media Pembelajaran Berbasis *Online* Pada Mata Pelajaran Pemrograman Web di SMK Negeri 7 Samarinda. *Jurnal Sistem Informasi dan Manajemen Basis Data (SIMADA)*. 5(2): 1-12.
- Hasanah, F. N., Untari, R. S., Aulina, C. N., & Ramadhan, S. (2022). Pengembangan Modul Pemrograman Visual Berbasis Project Based Learning. *Edu Komputika Journal*. 9(1) : 37-43.
- Hidayat, N. (2016). *Bioproses Limbah Cair*. Jakarta: CV ANDI OFFSET.
- Imansari, N., & Sunaryantiningsih, I. (2017). Pengaruh Penggunaan E-Modul Interaktif terhadap Hasil Belajar Mahasiswa pada Materi Kesehatan dan Keselamatan Kerja. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*. 2(1): 11-16.
- Ismanto, E., Vitriani., & Anshari, K. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul untuk Pembelajaran Berbasis Project Based Learning (PjBL). *Jurnal Pengabdian Untuk Mu NegeRI*. 6(2): 17-24.
- Kristanti, Y. D., Subiki., & Handayani, R. D. (2016). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning Model) Pada Pembelajaran Fisika Di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 5(2): 122-128.

- Kurniawan, D., & Dewi, S. V. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dengan Media *Screencast-O-Matic* Mata Kuliah Kalkulus 2 Menggunakan Model 4D Thiagarajan. *Jurnal Siliwangi*. 3(1): 214-219.
- Laili, I., Ganefri., & Usmeldi. (2019). Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*. 3(3): 306-315.
- Liany, A. N., Lidyaningrum, G. A., Amilya, W. I., Ramadhan, S. I. M., & Rohmah, J. (2023). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Industri Tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(2): 132-143.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah., & Amalia, D. A. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*. 2(2): 311-326.
- Mahendra, I. W. E. (2016). Project Based Learning Bermuatan Etnomatematika Dalam Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 6(1): 106-114.
- Manasikana, A., & Listiadi, A. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berbasis Android Pada Materi Jurnal Penyesuaian dan Jurnal Koreksi Untuk Kelas XII Akuntansi Di SMKN 1 Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: FE Universitas Negeri Surabaya.
- Mardiana, R., & Harti. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Flipbook untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa SMK pada Materi Hubungan dengan Pelanggan. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. 4(4): 5062-5072.
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Distilasi*. 5(2): 26-33.
- Murti, Bhisma. (2011). Validitas dan Reliabilitas Pengukuran. Matrikulasi Program Studi Doktorat, Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Surakarta Sebelas Maret.
- Noviana, E., & Huda, M. N. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Stad Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pkn Siswa Kelas Iv Sd Negeri 79 Pekanbaru. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau*. 7(2): 204–210.
- Priatna, I. K., Putrama, I. M., & Divayana, D. G. H. (2017). Pengembangan E-Modul Berbasis Model Pembelajaran Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Videografi untuk Siswa Kelas X Desain Komunikasi Visual di SMK Negeri 1 Sukasada. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*. 6(1): 70–78.
- Salsabella, S., Iriani, T., & Rosmawita, S. (2023). Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Mata Kuliah Konsep Arsitektur Menggunakan Model 4D. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*. 6(2): 541-550.

- Sihombing, I. S., & Sitorus, M. (2022). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Proyek pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*. 1(4): 307–315.
- Simamora, A. H., Sudarma, I. K., & Prabawa, D. G. A. P. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek Untuk Mata Kuliah Fotografi Di Jurusan Teknologi Pendidikan Fakultas Ilmu Pendidikan Undiksha. In *Journal of Education Technology*. 2(1): 51-60.
- Siregar, A. D., & Harahap, L. K. (2020). Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Terintegrasi Media Komputasi Hyperchem Pada Materi Bentuk Molekul. In *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*. 10(1): 1925-1931.
- Sugiarto, M. D. (2019). Pengembangan Modul Interaktif Menggunakan Learning Content Development System (LCDS) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik di Kelas X SMA dengan Model 4D. *Skripsi*. Jember: FKIP Unej.
- Sugihartini, N., & Jayanta, N. L. (2017). Pengembangan E-Modul Mata Kuliah Strategi. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 14(2): 221-230.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistiyanti, D., Antoniker., & Nasrokhah. (2018). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Pengolahan Limbah Laboratorium. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*. 3(2): 147-156.
- Tania, L., & Susilowibowo, J. (2013). Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Sebagai Pendukung Pembelajaran Kurikulum 2013 Pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa Siswa Kelas X Akuntansi SMK Negeri 1 Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: FE Universitas Negeri Surabaya.
- Widiyadari, R., Astriyanti, A., & Irawan, K. V. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika dengan Bantuan Media Evaluasi *Thatquiz*. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*. 6(2): 141-154.
- Wijayanti, N. P. A., Damayanthi, L. P. E., Sunarya, I. M. G., & Putrama, I. M. (2016). Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Simulasi Digital Untuk Siswa Kelas X Studi Kasus Di SMK Negeri 2 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 13(2): 184-197.
- Winaya, I. K. A., Darmawiguna, I. G. M., & Shindu, I. G. P. (2016). Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Pemrograman Web Kelas X Di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 13(2): 198-211.