

**PENGEMBANGAN *FLIPBOOK E-MODUL* PRAKTIKUM BIOFUEL
SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DENGAN MODEL INKUIRI
TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES
SAINS DAN BERPIKIR ANALITIS PESERTA DIDIK SMA**

TESIS

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister Pendidikan



LIDYA J SIANTURI

1312823004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

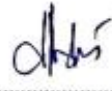
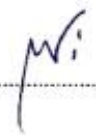
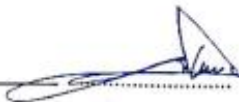
2025

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS

**PENGEMBANGAN *FLIPBOOK E-MODUL* PRAKTIKUM BIOFUEL
SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DENGAN MODEL INKUIRI
TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS
(KPS) DAN BERPIKIR ANALITIS PESERTA DIDIK SMA**

Nama : Lidya J Sianturi

No. Reg : 1312823004

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Dr. Hadi Nasbey, M.Si. NIP. 197909162005011004		13/08/2025
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: Dr. Meiliasari, S.Pd, M.Sc. NIP. 197905042009122002		13/08/2025
Ketua	: Dr. Rusdi, M.Biomed. NIP. 196509171992031001		13/08/2025
Sekretaris	: Prof. Dr. Diana Vivanti Sigit, M.Si. NIP. 196701291998032002		13/08/2025
Anggota			
Pembimbing I	: Dr. Adisyahputra, MS. NIP. 196011111987031003		13/08/2025
Pembimbing II	: Dr. Hanum Isfaeni, M.Si. NIP.197004152005011012		13/08/2025
Penguji I	: Dr. Supriyatin, M.S. NIP. 196507071997022001		13/08/2025

Dinyatakan lulus ujian Tesis pada tanggal : 30 Juli 2025

**PENGEMBANGAN FLIPBOOK E-MODUL PRAKTIKUM BIOFUEL
SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DENGAN MODEL INKUIRI
TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES
SAINS DAN BERPIKIR ANALITIS PESERTA DIDIK SMA**

LIDYA J SIANTURI

ABSTRAK

Keterbatasan cadangan bahan bakar fosil dan dampak perubahan iklim mendorong pengembangan energi terbarukan seperti biofuel, khususnya bioetanol dari biomassa lignoselulosa seperti eceng gondok dan kulit ari kedelai. Pemanfaatan limbah sisa pembakaran biofuel penting untuk mengurangi emisi CO₂ dan menyediakan alternatif energi. Pemahaman dan keterampilan praktis siswa SMA terkait inovasi teknologi biologi, khususnya biofuel, masih terbatas. Konsep materi energi terbarukan (*biofuel*) perlu ditanamkan pada peserta didik melalui praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas *flipbook e-modul* praktikum biofuel dengan model inkuiri terbimbing untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) dan berpikir analitis siswa SMA kelas X. Penelitian ini menggunakan metode *Educational Design Research* (EDR) dengan Model ADDIE. Pengembangan bahan ajar flipbook e-modul praktikum ini sesuai dengan komponen-komponen wajib yang harus ada pada sebuah panduan praktikum dengan mengintegrasikan teks, gambar, video, dan animasi, dirancang untuk mendukung pembelajaran mandiri dan interaktif serta mengoptimalkan prinsip multimedia dalam dunia pendidikan. Hasil penelitian pengembangan menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan sangat layak dengan rata-rata skor 3,6. Penerapan produk dalam pembelajaran praktikum biofuel sebagai bahan bakar alternatif dengan inkuiri terbimbing terbukti dapat meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) dan kemampuan berpikir analitis siswa. Hasil uji *MANOVA* sebesar $0,00 < \alpha$ dan menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Implementasi *flipbook e-modul* praktikum biofuel sebagai bahan ajar dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir analitis siswa pada materi inovasi teknologi biologi.

Kata kunci: Berpikir analitis, biofuel, e-modul, keterampilan proses sains

DEVELOPMENT OF FLIPBOOK E-MODULE OF BIOFUEL PRACTICE AS ALTERNATIVE FUEL WITH GUIDED INQUIRY MODEL TO IMPROVE SCIENCE PROCESS SKILLS AND ANALYTICAL THINKING OF HIGH SCHOOL STUDENTS

LIDYA J SIANTURI

ABSTRACT

The limitations of fossil fuel reserves and the impact of climate change are driving the development of renewable energy sources such as biofuels, specifically bioethanol from lignocellulosic biomass like water hyacinth and soybean hulls. The utilization of waste from biofuel combustion is important for reducing CO₂ emissions and providing an alternative energy source. High school students' understanding and practical skills related to biological technology innovations, particularly biofuels, are still limited. The concept of renewable energy (biofuels) needs to be instilled in students through practical work. This study aims to develop and test the effectiveness of a biofuel practical e-module flipbook with a guided inquiry model to improve the Science Process Skills (SPS) and analytical thinking of 10th-grade high school students. This research uses the Educational Design Research (EDR) method with the ADDIE Model. The development of this practical e-module flipbook learning material is in accordance with the mandatory components of a practical guide, integrating text, images, videos, and animations. It is designed to support independent and interactive learning and to optimize multimedia principles in education. The results of the development research show that the developed product is highly feasible with an average score of 3.6. The implementation of the product in biofuel practical learning as an alternative fuel with guided inquiry was proven to enhance students' Science Process Skills (SPS) and analytical thinking abilities. The MANOVA test result of $0.00 < \alpha$ indicates a significant difference between the experimental and control classes. The implementation of the biofuel practical e-module flipbook as a learning material can improve students' science process skills and analytical thinking abilities on the topic of biological technology innovation.

Keywords: Analytical thinking, biofuel, e-module, science process skills

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Lidya J Sianturi

NIM : 1312823004

Program Studi : Magister Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa tesis dengan judul "Pengembangan *Flipbook E-modul* Praktikum Biofuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) dan Berpikir Analitis Peserta Didik SMA" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian.
2. Bukan merupakan duplikat tesis yang pernah dibuat oleh orang lain ataupun jiplakan karya tulis orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya ini tidak benar.

Jakarta, 30 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Lidya J Sianturi

1312823004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Lidya J Sianturi
NIM : 1312823004
Fakultas/Prodi : FMIPA/Magister Pendidikan Biologi
Alamat email : lidya.julivem11@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☐ Skripsi ☒ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul : Pengembangan *Flipbook E-modul* Praktikum Biofuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) dan Berpikir Analitis Peserta Didik SMA

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Agustus 2025

Penulis

(Lidya J Sianturi)

KATA PENGANTAR

Salam sejahtera

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus, atas anugerah dan penyertaan-Nya yang tiada henti dalam seluruh proses penyelesaian tesis ini yang berjudul “Pengembangan *Flipbook E-modul* Praktikum Biofuel Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) dan Berpikir Analitis Peserta Didik SMA”. Proses penelitian dan penulisan tesis ini telah menjadi sebuah perjalanan yang penuh pembelajaran, tantangan, sekaligus sukacita bagi penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

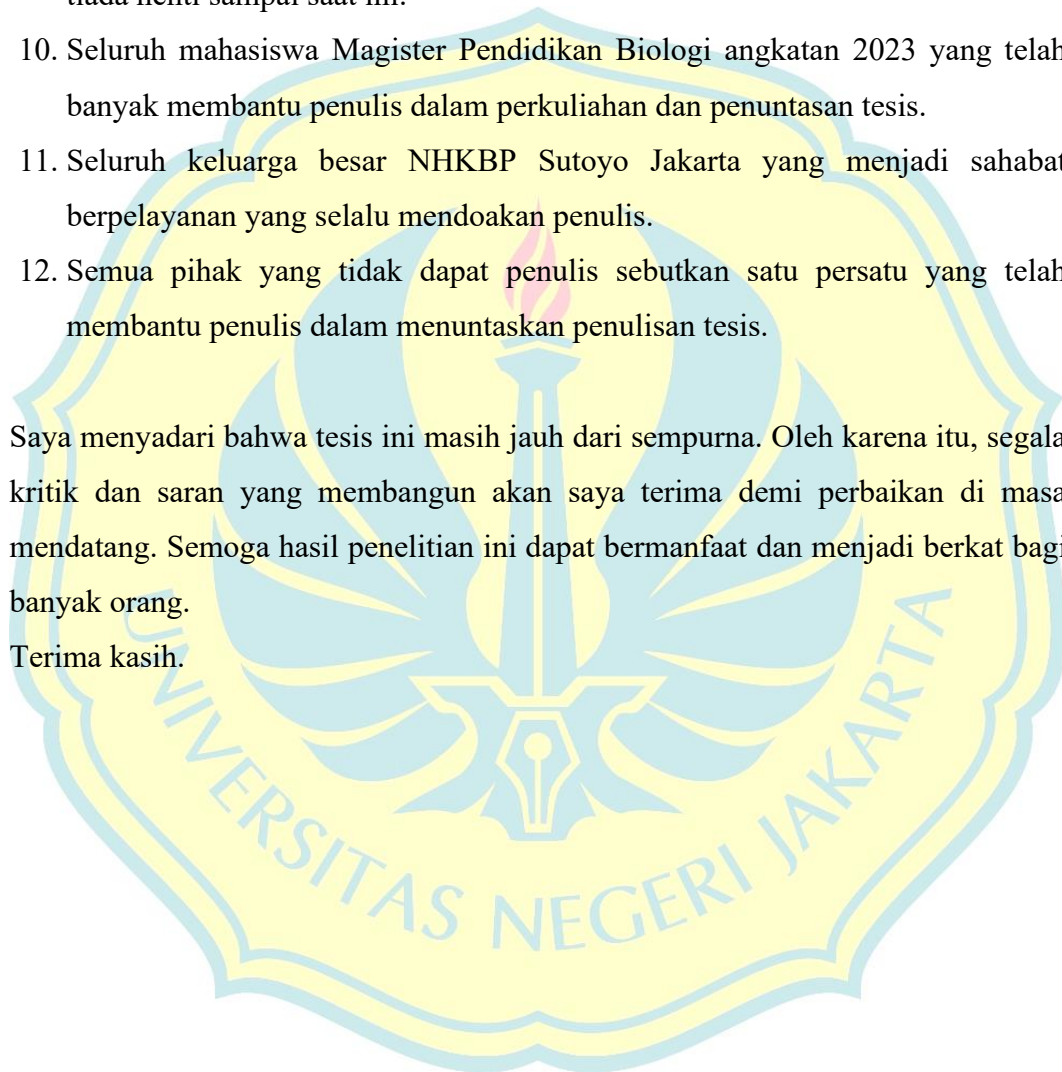
1. Dr. Adisyahputra, MS. selaku dosen pembimbing I dan Dr. Hanum Isfaeni, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan ilmu, arahan dan bimbingan dari awal hingga akhir penyelesaian tesis ini.
2. Dr. Supriyatin, M.S. selaku dosen penguji I, dan Prof. Dr. Diana Vivanti Sigit, M.Si. selaku dosen penguji II yang telah banyak memberi saran dan masukan terhadap penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.
3. Dr. Rizhal Hendi Ristanto, M.Pd., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu perhatian terhadap progres penulis dalam penyelesaian tesis.
4. Seluruh dosen rumpun Biologi FMIPA, UNJ yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berharga selama perkuliahan.
5. Dr. Fajar Adinugraha, M.Pd. dan Adisti Ratnapuri, M.Pd. selaku ahli media, materi dan bahasa yang telah bersedia menilai kelayakan produk yang penulis kembangkan.
6. Susila Hartono, M.Pd. selaku guru pamong mata pelajaran Biologi di SMA Negeri 99 Jakarta, dan Bapak Tukimin selaku laboran yang sangat banyak membantu penulis, memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian di sekolah.
7. Drs. Suyanto, M.M. selaku kepala sekolah, dan Euis selaku wakil kurikulum, yang banyak membantu dalam koordinasi kegiatan belajar mengajar, serta

seluruh peserta didik SMA Negeri 1 Jakarta dengan antusias, kerja sama, dan partisipasi yang baik telah menjadi bagian penting dari penelitian tesis ini.

8. Seluruh civitas Sekolah Kristen Ketapang 1 Jakarta yang memberikan kesempatan dan motivasi kepada penulis untuk penyelesaian tesis ini.
9. Orang tua (Ibu Sondang Sihotang dan Bapak Mian Sianturi), dan tante (Ruslani Sihotang) penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan yang tiada henti sampai saat ini.
10. Seluruh mahasiswa Magister Pendidikan Biologi angkatan 2023 yang telah banyak membantu penulis dalam perkuliahan dan penuntasan tesis.
11. Seluruh keluarga besar NHKBP Sutoyo Jakarta yang menjadi sahabat berpelayanan yang selalu mendoakan penulis.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menuntaskan penulisan tesis.

Saya menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan saya terima demi perbaikan di masa mendatang. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menjadi berkat bagi banyak orang.

Terima kasih.



DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN TESIS	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah	8
D. Perumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Manfaat Penelitian	9
BAB II KAJIAN TEORITIK	10
A. Konsep Pengembangan Produk EDR, Model ADDIE	10
B. <i>E-Modul Flipbook</i> Praktikum Berbasis Inkuiri Terbimbing	15
C. Keterampilan Proses Sains (KPS)	26
D. Kemampuan Berpikir Analitis	29
E. Biofuel sebagai Bahan Bakar Alternatif	31
F. Kerangka Berpikir	38
G. Hipotesis Penelitian	41

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
A. Tujuan Operasional Penelitian	42
B. Tempat dan Waktu Penelitian	42
C. Subjek Penelitian.....	42
D. Karakteristik Produk yang Dikembangkan.....	42
E. Metode Penelitian	43
F. Populasi dan Sampel	43
G. Desain Penelitian.....	44
H. Prosedur Penelitian.....	45
I. Teknik Pengumpulan Data	48
J. Instrumen Penelitian.....	50
K. Teknik Analisis Data	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	67
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	107
A. Kesimpulan.....	107
B. Implikasi.....	108
C. Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN.....	121