

**PENGEMBANGAN ARDUINO KIT DAN PENGGUNAANNYA
DALAM PEMBELAJARAN TERMOKIMIA
(Pengaruhnya Terhadap Mindset Kimia Siswa)**

TESIS

**Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister Pendidikan**



NORBERTUS KRISNU PRABOWO

1311821001

**PROGRAM MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PENGEMBANGAN ARDUINO KIT DAN PENGGUNAANNYA DALAM
PEMBELAJARAN TERMOKIMIA (Pengaruhnya Terhadap Mindset Kimia Siswa)

Nama : Norbertus Krisnu Prabowo

No. Reg : 1311821001

Nama

Tanda Tangan Tanggal

Penanggung Jawab

Dekan

: Prof. Dr. Muktiningsih N. M.Si.
NIP. 19640511 198903 2 001



Wakil Penanggung Jawab

Wakil Dekan I

: Dr. Esmar Budi, MT
NIP. 19720728 199903 1 002

Ketua

: Dr. Afrizal, M.Si.
NIP. 19730416 199903 1 002

Sekretaris

: Dr. Setia Budi, M.Sc.
NIP. 19790621 200501 1 001

Anggota

Pembimbing I

: Dr. Maria Paristiowati, M.Si.
NIP. 19671020 199203 2 001

Pembimbing II

: Dr. Irwanto, M.Pd.
NIP. 19920128 202012 1 012

Penguji I

: Dr. Achmad Ridwan, M.Si.
NIP. 19630807 198803 1 003

16/8-2023

IRWANTOME

Dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal : 7 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Dengan ini, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Norbertus Krisnu Prabowo

NIM : 1311821001

Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta / 11 Juli 1985

Program : Magister

Program Studi : Pendidikan Kimia

Dengan ini menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan Arduino Kit dan Penggunaannya Dalam Pembelajaran Termokimia (Pengaruhnya Terhadap Mindset Kimia Siswa)” merupakan karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiat dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa ada unsur paksaan dari siapapun. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 19-08-2023,

menyatakan



Norbertus Krisnu Prabowo

NIM.1311821001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

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 : Norbertus Krisnu Prabowo
NIM : 1311821001
Fakultas/Prodi : FMIPA / MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA
Alamat email : norbertuskrisnu@gmail.com

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

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

yang berjudul :

PENGEMBANGAN ARDUINO KIT DAN PENGGUNAANNYA DALAM

PEMBELAJARAN TERMOKIMIA (Pengaruhnya Terhadap Mindset Kimia Siswa)

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan 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, 31 Agustus 2023

Penulis

METERAI TEMPEL
BBFAKX600091097
(Norbertus Krisnu Prabowo)
nama dan tanda tangan

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa dan atas doa dari banyak orang, akhirnya tesis ini dapat dirampungkan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati saya ucapkan rasa syukur dan terimakasih saya kepada:

1. Istri tercinta, Sara Ayu Sekarini, yang telah mendampingi selama proses penelitian dan telah berkorban untuk biaya publikasi artikel di jurnal bereputasi. Anak kami tercinta, Krisa yang telah dipanggil pulang ke Rumah Bapa di Surga. Orang tua kami, Bapak J. Caroles Norman & Almarhumah Ibu Sri Mulyati, dan mertua kami, Ibu Lani Wati & mendiang Bapak Edi Herwanto, serta seluruh keluarga besar.
2. Dosen pembimbing I dan II, Dr. Maria Paristiowati, M.Si. & Dr. Irwanto, M.Pd. atas kesabaran dan didikan selama bimbingan. Dosen Penguji I dan II, Dr. Achmad Ridwan, M.Si. & Dr. Setia Budi, M.Sc. atas masukan dan saran selama revisi.
3. Lima Profesor yang berpengaruh dalam penelitian ini. Prof. Dr. Erdawati. M.Sc., Prof. Dr. Agung Purwanto, M.Si., Prof. Dr. Ucu Cahyana, M.Si., Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si., dan Prof. Yuli Rahmawati, M.Sc., Ph.D.
3. Dosen dan guru sebagai validator CVI, yaitu Dr. Afrizal, M.Si., Dr. Yusmaniar, M.Si., Prof. Dr. Erdawati. M.Sc., Anthea Calista, Antonius Juniadhi Soekendar, Fielly Budiman, Rudhoph Heinz, Roselyne, Lie Miah, Rommel, Laura Fransisca, & Dwi Endah Prasetya Rini.
4. Teman-teman Pascasarjana Pendidikan Kimia angkatan 2021 yang memberikan dukungan doa dan *support*, terutama Bapak Rifqi Ghufrooni & Ibu Risna Arifiani yang telah memberikan *template*, sehingga memungkinkan tesis ini rampung.

HALAMAN MOTTO

“Jika Anda berkomitmen untuk menjadi 1 persen lebih baik dengan menjalankan kebiasaan kecil secara rutin dan konsisten setiap harinya selama satu tahun, Anda akan menjadi tiga puluh tujuh kali lebih baik saat Anda berada di tahun berikutnya.” (Atomic Habits by James Clear)

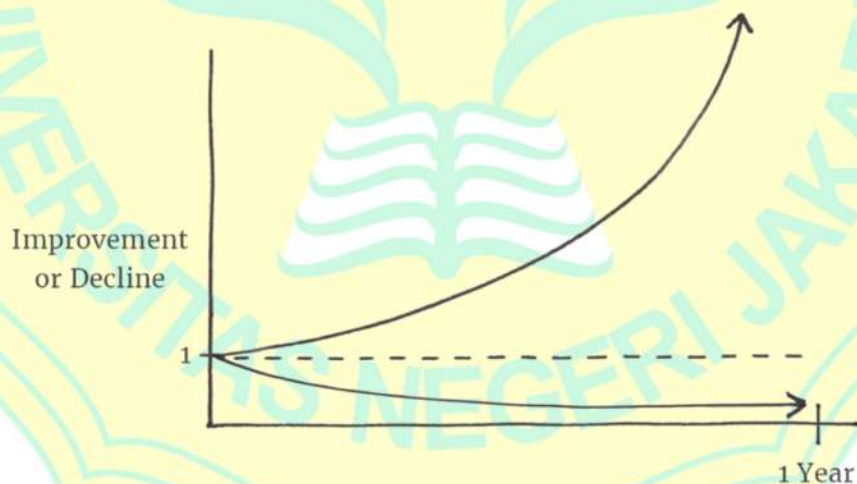
Habits are the “compound interest” of self-improvement. If you can get 1 percent better each day for one year, you'll end up thirty-seven times better by the time you're done.

Here's the math:

$$1\% \text{ better every day } 1.01^{365} = 37.78$$

$$1\% \text{ worse every day } 0.99^{365} = 0.03$$

Here's the graph:



Begin now. Start from where you are, even if you're scared or unsure. Take that first step, even if your hands shake and your voice quivers. Just start and keep going. Use what you have, right where you are. Every master was once a disaster.

Then, just begin, 1% at a time.

ABSTRAK

NORBERTUS KRISNU PRABOWO. 2023. Pengembangan Arduino Kit dan Penggunaannya Dalam Pembelajaran Termokimia (Pengaruhnya Terhadap Mindset Kimia Siswa). Tesis. Jakarta: Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta mengimplementasikan Arduino Kit pada materi Termokimia untuk memberikan pengaruh terhadap mindset kimia siswa. Penelitian dilakukan di SPK SMAK PENABUR KELAPA GADING tahun ajaran 2022-2023. Metode yang digunakan adalah *Research and Development (A.D.D.I.E)*, dengan lima fase utama, yang meliputi analisis kebutuhan, desain, pengembangan, implementasi, & evaluasi. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan diperlukannya media pembelajaran berupa Arduino kit disertai situs pendukung pembelajaran untuk membangun mindset kimia siswa dan membantu memahami materi termokimia. Pada tahap pengembangan dilakukan perancangan desain dan *storyboard* untuk pembuatan kit dan situs pendukung (<https://www.arduino-kit.com/>). Pada tahap uji kelayakan oleh Ahli Materi, Ahli Media, dan Ahli Bahasa Inggris didapatkan presentase rata-rata keseluruhan secara berturut-turut 97%, 96%, dan 93%. Dengan demikian, Arduino kit yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan kriteria sangat baik dari sisi materi, media, dan bahasa Inggris. Hasil pada tahap uji coba oleh guru kimia diperoleh skor rata-rata 91% dengan kriteria sangat baik. Uji coba pada kelompok kecil siswa diperoleh skor rata-rata 90% dengan kriteria sangat baik. Berdasarkan instrumen yang dikembangkan, didapatkan bahwa nilai *mean*, standard deviasi, dan Cronbach's α secara berturut-turut adalah 7.20, 1.34, dan 0.878. Hasil uji t berpasangan dari skor pre-test dan post-test mindset kimia menunjukkan peningkatan yang signifikan pada taraf signifikansi 5%, dimana $p\text{-value} < \alpha$ (0.005) pada setiap *subscale* dan keseluruhan instrumen mindset kimia. Hal ini memberikan bukti bahwa terdapat peningkatan mindset kimia siswa sebelum dan sesudah menggunakan Arduino kit pada pembelajaran termokimia. Implikasi dari penggunaan Arduino kit memberikan pengaruh yang lebih dominan pada tiga *subscale*, yaitu visualisasi proses termokimia (Cohen's $d = 0.761$), aspek penalaran & perhitungan matematika (Cohen's $d = 0.707$), dan kecerdasan kimia (Cohen's $d = 1.026$). Penggunaan media pembelajaran Arduino kit pada topik termokimia mampu meningkatkan mindset kimia siswa.

Kata Kunci: penelitian pengembangan, Arduino, termokimia, mindset kimia

ABSTRACT

NORBERTUS KRISNU PRABOWO. 2023. *The Development of Arduino Kit and its Use in Thermochemistry Learning (Its Effect on Students' Chemistry Mindset)*. Essay. Jakarta: Chemistry Education Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Jakarta.

This study endeavors to create and apply a viable Arduino kit centered around a chemistry mindset, specifically focusing on the subject of Thermochemistry. The research was carried out at SPK SMAK PENABUR KELAPA GADING, with a trial conducted during the academic year 2022-2023. The study employed the Research and Development methodology (A.D.D.I.E.), encompassing the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation phases. These stages encompassed the need assessment, product development, validation, and trial. The need assessment unveiled a requirement for a learning tool in the form of a kit, paired with an accompanying website (<https://www.arduino-kit.com/>), aimed at bolstering students' chemistry mindset and enhancing their comprehension of thermochemistry both within and beyond school hours. During the development phase, the kit's design, storyboard, and selection of software for the Arduino kit were formulated. The utilized software comprised Arduino IDE and PLX-DAQ for code writing and data acquisition. The feasibility testing phase, conducted by Material Experts, Media Experts, and Language Experts, yielded overall percentages of 97%, 96%, and 93%, respectively. These outcomes affirm the Arduino kit's suitability as a learning medium, achieving a "very good" rating in terms of both media and content. In the small-scale trial phase, students achieved an average score of 90% with a "very good" rating. Chemistry teacher trials and tests with small groups of students also garnered high average scores, further validating the kit's effectiveness. Through the developed assessment instrument, statistical analysis produced a mean, standard deviation, and Cronbach's α of 7.20, 1.34, and 0.878, respectively. Paired t-test results on pre-test and post-test chemistry mindset scores demonstrated a significant increase at a 5% significance level (p -value < 0.005) across individual subscales and the overall chemistry mindset. This solidifies that students' chemistry mindset improved after using the Arduino kit for thermochemistry instruction. The effects of using Arduino kit were particularly pronounced in three subscales: visualization of thermochemical processes (Cohen's $d = 0.761$), aspects of mathematical reasoning & calculation (Cohen's $d = 0.707$), and chemistry intelligence (Cohen's $d = 1.026$).

Keywords: Research development, Arduino, thermochemistry, chemistry mindset.

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Dengan ini, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Norbertus Krisnu Prabowo

NIM : 1311821001

Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta / 11 Juli 1985

Program : Magister

Program Studi : Pendidikan Kimia

Dengan ini menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan Arduino Kit dan Penggunaannya Dalam Pembelajaran Termokimia (Pengaruhnya Terhadap Mindset Kimia Siswa)” merupakan karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiat dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa ada unsur paksaan dari siapapun. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 19-08-2023,
Yang menyatakan

Norbertus Krisnu Prabowo
NIM.1311821001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis kepada Tuhan Yesus yang telah memberikan kasih dan karunia-Nya kepada kita semua. Rasa syukur yang tak terhingga dipanjatkan kepada Tuhan pemilik alam semesta yang telah memberikan kesempatan, petunjuk, pertolongan serta kekuatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini disusun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar magister pendidikan kimia.

Penulisan dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari arahan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat diselesaikan dengan baik, untuk itu terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr. Maria Paristiowati, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Irwanto, M.Pd. selaku dosen pembimbing II yang membimbing dan memberi arahan kepada penulis.

Penulis menyadari dalam penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu sangat diharapkan sekali kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya dan dapat menyumbangkan ilmu pengetahuan bagi penulis maupun pembaca.

Jakarta, 09-03-2023

Penulis

Norbertus Krisnu Prabowo
NIM. 1311821001

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TESIS Error! Bookmark not defined. | |
| LEMBAR PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| B. Fokus Penelitian..... | 9 |
| C. Identifikasi Masalah..... | 9 |
| D. Batasan Masalah | 10 |
| E. Perumusan Masalah | 10 |
| F. Tujuan Penelitian | 10 |
| G. Manfaat Penelitian | 10 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 12 |
| A. Kajian Teori..... | 12 |
| 1. Media Pembelajaran | 12 |
| 2. Arduino Kit | 17 |
| 3. Mindset..... | 20 |
| 4. Mindset Kimia | 25 |
| B. Karakteristik Materi Termokimia | 29 |
| C. Penelitian Yang Relevan | 32 |
| D. Kerangka Berpikir..... | 34 |

| | |
|--|-----------|
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 37 |
| A. Tujuan Penelitian | 37 |
| B. Tempat dan Waktu Penelitian..... | 37 |
| C. Metode dan Variabel Penelitian..... | 37 |
| D. Subjek Penelitian | 39 |
| E. Prosedur Penelitian | 40 |
| F. Teknik Pengumpulan Data | 45 |
| G. Instrumen Penelitian | 46 |
| 1. Instrumen Pengembangan Produk Arduino Kit | 46 |
| 2. Instrumen Mindset Kimia (<i>ChEMI</i>) | 48 |
| H. Pengembangan Angket Uji Kelayakan Produk & Instrumen Mindset Kimia..... | 50 |
| 1. Pengembangan Melalui Uji Validitas Isi & Reliabilitas Inter-Rater.... | 52 |
| 2. Hasil Pengembangan Angket Uji Kelayakan & Mindset Kimia | 57 |
| 3. Uji Coba Instrumen Mindset Kimia Pada Peserta Didik | 59 |
| I. Teknik Analisis Data..... | 62 |
| 1. Uji Prasyarat Analisis | 63 |
| 2. Uji <i>Paired Sample t-test</i> | 65 |
| 3. Uji Cohen's <i>d</i> (<i>Effect Size</i>)..... | 65 |
| J. Hipotesis Statistik | 66 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 68 |
| A. Hasil Penelitian Pengembangan Produk | 68 |
| 1. Tahap Analisis Kebutuhan | 68 |
| 2. Tahap Pengembangan Produk | 71 |
| B. Deskripsi Data Hasil Penelitian Pengembangan Produk | 76 |
| 1. Deskripsi Hasil Uji Kelayakan Materi..... | 76 |
| 2. Deskripsi Hasil Uji Kelayakan Media | 78 |
| 3. Deskripsi Hasil Uji Kelayakan Bahasa Inggris | 80 |
| 4. Deskripsi Hasil Uji Coba Oleh Guru | 82 |
| 5. Deskripsi Hasil Uji Coba Oleh Peserta Didik | 84 |
| C. Analisis Data Mindset Kimia Peserta Didik (Pre-test dan Post-test)..... | 86 |
| 1. Uji Normalitas Pre-test dan Post-test Mindset Kimia..... | 86 |

| | |
|---|------------|
| 2. Uji Homogenitas Pre-test dan Post-test Mindset Kimia | 87 |
| 3. Pengujian Hipotesis Penelitian..... | 87 |
| D. Pembahasan | 90 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 101 |
| A. Kesimpulan..... | 101 |
| B. Saran..... | 102 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 104 |
| LAMPIRAN..... | 114 |
| METADATA..... | 221 |
| TENTANG PENULIS | 222 |



DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 2.1. Penjelasan Indikator Mindset Kimia | 26 |
| Tabel 2.2 Pemetaan Ranah Pengetahuan Materi Termokimia (*materi pra-syarat) | 31 |
| Tabel 2.3 Pemetaan Ranah Psikomotorik Materi Termokimia | 32 |
| Tabel 3.1 Teknik Pengumpulan Data | 45 |
| Tabel 3.2 Kriteria Skala Likert (Uji Kelayakan)..... | 47 |
| Tabel 3.3 Skala Penilaian Angket Penelitian | 47 |
| Tabel 3.4 Interpretasi Skor <i>Rating Scale</i> | 48 |
| Tabel 3.5 Pengukuran Mindset Kimia Oleh Santos et al. (2022)..... | 49 |
| Tabel 3.6 Instrumen Mindset Kimia (CheMI) Oleh Santos et al. (2022) | 49 |
| Tabel 3.7 Penjelasan <i>Content Validity Index</i> (CVI) | 52 |
| Tabel 3.8 Rumus I-CVI, S-CVI/Ave, & S-CVI/UA..... | 53 |
| Tabel 3.9 Daftar Nilai CVI Yang Diterima..... | 53 |
| Tabel 3.10 Contoh Perhitungan CVI | 54 |
| Tabel 3.11 Interpretasi Koefisien Kappa (κ) (Landis & Koch, 1977)..... | 55 |
| Tabel 3.12 Kategori Validitas (Glass & Hopkins, 2008)..... | 60 |
| Tabel 3.13. Hasil Uji <i>Pearson Product Moment</i> (Validitas Butir Item)..... | 61 |
| Tabel 3.14 Interpretasi Reliabilitas Alpha Cronbach (Taber, 2018) | 62 |
| Tabel 3.15 Hasil Alpha Cronbach Pada Uji Coba Instrumen Mindset Kimia | 62 |
| Tabel 3.16 Interpretasi Nilai Cohen's d (effect size)..... | 66 |
| Tabel 4.1 Tampilan Desain Kotak Arduino Kit | 72 |
| Tabel 4.2 Tampilan Desain Situs Pendukung Arduino Kit..... | 73 |
| Tabel 4.3 Pengembangan Link Pada Menu Arduino Kit..... | 74 |
| Tabel 4.4 Hasil Uji Kelayakan Materi | 77 |
| Tabel 4.5 Hasil Uji Kelayakan Media | 78 |
| Tabel 4.6 Saran Perbaikan Arduino Kit..... | 79 |
| Tabel 4.7 Hasil Uji Kelayakan Bahasa Inggris | 80 |
| Tabel 4.8 Saran Perbaikan Arduino Kit Dari Ahli Bahasa Inggris | 82 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4.9 Hasil Uji Coba Oleh Guru Kimia..... | 83 |
| Tabel 4.10 Saran Perbaikan Arduino Kit Dari Guru Kimia..... | 84 |
| Tabel 4.11 Hasil Uji Coba Oleh Peserta Didik | 84 |
| Tabel 4.12 Saran Perbaikan Arduino Kit Dari Peserta Didik | 85 |
| Tabel 4.13 Hasil Uji Normalitas (Shapiro-Wilk) | 86 |
| Tabel 4.14 Hasil Uji Homogenitas (Uji F)..... | 87 |
| Tabel 4.15 Hasil Uji-t Berpasangan & <i>Effect Size</i> | 89 |



DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|----------------|
| Gambar 1.1. Hasil Kuesioner Analisis Kebutuhan Dari 60 Siswa..... | 5 |
| Gambar 2.1 Kerucut Pengalaman Edgar Dale | 16 |
| Gambar 2.2 Kenampakan Fisik Mikrokontroller Arduino Uno (Arduino, 2023). 19 | |
| Gambar 3.1 Prosedur Penelitian..... | 41 |
| Gambar 3.2 Alur Uji Validitas Isi Dan Reliabilitas Antar Rater | 51 |
| Gambar 3.3 Contoh Perhitungan Reliabilitas Inter-Rater Fleiss' Kappa..... | 56 |
| Gambar 4.1 Diagram Persentase Hasil Uji Kelayakan Materi..... | 77 |
| Gambar 4.2 Saran Perbaikan Materi Pada Situs Pendukung Arduino Kit..... | 78 |
| Gambar 4.3 Diagram Persentase Hasil Uji Kelayakan Media | 79 |
| Gambar 4.4 Diagram Persentase Hasil Uji Kelayakan Bahasa Inggris | 81 |
| Gambar 4.5 Diagram Persentase Hasil Uji Coba Guru Kimia | 83 |
| Gambar 4.6 Diagram Persentase Hasil Uji Coba Peserta Didik | 85 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. <i>Storyboard</i> pengembangan desain Arduino kit | 114 |
| Lampiran 2. Skema virtual rangkaian elektronik Arduino | 118 |
| Lampiran 3. Desain <i>set-up</i> perangkat elektronik..... | 119 |
| Lampiran 4. Pengembangan kode Arduino..... | 120 |
| Lampiran 5. Kalibrasi sensor suhu dengan <i>reference</i> ASTM 117C..... | 122 |
| Lampiran 6. Kurva kalibrasi suhu (<i>reference</i> ASTM 117C) | 123 |
| Lampiran 7. Kode kalibrasi sensor suhu (DS18B20) | 124 |
| Lampiran 8. Perbandingan data suhu dari percobaan siswa | 125 |
| Lampiran 9. Uji normalitas data suhu dari percobaan siswa | 127 |
| Lampiran 10. Uji t pengukuran suhu sensor Arduino & termometer analog..... | 128 |
| Lampiran 11. Tampilan Arduino kit & situs pendukung..... | 129 |
| Lampiran 12. <i>Lesson Plan</i> | 135 |
| Lampiran 13. Surat izin observasi (persiapan tesis)..... | 141 |
| Lampiran 14. Surat izin kepala sekolah..... | 142 |
| Lampiran 15. <i>Permission to Use Chemistry Mindset Instrument (CheMI)</i> | 143 |
| Lampiran 16. <i>Focus Group Discussion</i> (FGD) guru kimia | 145 |
| Lampiran 17. Focus Group Discussion (FGD) peserta didik..... | 151 |
| Lampiran 18. Rekapitulasi CVI angket uji kelayakan materi | 154 |
| Lampiran 19. Hasil CVI & Fleiss' Kappa (angket kelayakan materi) | 157 |
| Lampiran 20. Rekapitulasi <i>CVI</i> angket uji kelayakan media..... | 159 |
| Lampiran 21. Hasil CVI & Fleiss' Kappa (angket kelayakan media)..... | 161 |
| Lampiran 22. Rekapitulasi <i>CVI</i> angket uji kelayakan bahasa Inggris..... | 163 |
| Lampiran 23. Hasil CVI & Fleiss' Kappa (kelayakan Bahasa Inggris) | 165 |
| Lampiran 24. Rekapitulasi CVI instrument mindset kimia | 166 |
| Lampiran 25. Hasil CVI & Fleiss' Kappa (Instrumen Mindset Kimia) | 169 |
| Lampiran 26. Kisi-kisi analisis kebutuhan peserta didik..... | 170 |
| Lampiran 27. Angket analisis kebutuhan peserta didik..... | 171 |
| Lampiran 28. Hasil angket analisis kebutuhan peserta didik..... | 174 |

| | |
|--|-----|
| Lampiran 29. Kisi-kisi uji kelayakan oleh ahli materi | 176 |
| Lampiran 30. Lembar uji kelayakan oleh ahli materi..... | 177 |
| Lampiran 31. Rekapitulasi uji kelayakan oleh ahli materi | 180 |
| Lampiran 32. Kisi-kisi uji kelayakan oleh ahli media..... | 181 |
| Lampiran 33. Lembar uji kelayakan oleh ahli media | 182 |
| Lampiran 34. Rekapitulasi uji kelayakan oleh ahli media | 185 |
| Lampiran 35. Kisi-kisi uji kelayakan oleh ahli bahasa Inggris | 186 |
| Lampiran 36. Lembar uji kelayakan oleh ahli bahasa Inggris | 187 |
| Lampiran 37. Rekapitulasi uji kelayakan oleh ahli bahasa Inggris | 190 |
| Lampiran 38. Kisi-kisi angket uji coba oleh guru kimia | 191 |
| Lampiran 39. Lembar uji kelayakan oleh guru kimia..... | 192 |
| Lampiran 40. Rekapitulasi angket uji coba Arduino kit oleh guru | 195 |
| Lampiran 41. Kisi-kisi angket uji coba oleh siswa..... | 196 |
| Lampiran 42. Angket uji kelayakan oleh siswa | 198 |
| Lampiran 43. Rekapitulasi hasil angket uji coba kit oleh siswa | 202 |
| Lampiran 44. Instrumen mindset kimia (CheMI)..... | 203 |
| Lampiran 45. Rekapitulasi hasil uji coba instrument mindset kimia | 205 |
| Lampiran 46. Rekapitulasi hasil pre-test mindset kimia siswa | 207 |
| Lampiran 47. Rekapitulasi hasil post-test mindset kimia siswa..... | 209 |
| Lampiran 48. Foto-foto selama penelitian | 211 |
| Lampiran 49. Luaran penelitian I (Jurnal proceeding CBB/ICPC 2022) | 217 |
| Lampiran 50. Luaran penelitian II (Jurnal JEET Terindeks Scopus)..... | 218 |
| Lampiran 51. Luaran penelitian III (Jurnal IJERE Terindeks Scopus) | 219 |
| Lampiran 52. Luaran penelitian IV (HKI Alat Pembelajaran STEM) | 220 |