

**PENYUSUNAN *E-BOOKLET* HASIL PENELITIAN PENGARUH
KONSENTRASI *CRUDE ENZIM Bacillus subtilis* TERHADAP
KADAR GULA DAN BIOETANOL HASIL FERMENTASI KULIT
KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BAHAN AJAR
BIOLOGI KELAS XII MATERI INOVASI
BIOTEKNOLOGI**

SKRIPSI



Oleh:

Al Aliya Ashilah

2000008060

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
2024**

**PENYUSUNAN *E-BOOKLET* HASIL PENELITIAN PENGARUH
KONSENTRASI *CRUDE ENZIM Bacillus subtilis* TERHADAP
KADAR GULA DAN BIOETANOL HASIL FERMENTASI KULIT
KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BAHAN AJAR
BIOLOGI KELAS XII MATERI INOVASI
BIOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

Skripsi diajukan kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad
Dahlan untuk memeneuhi sebagian persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan



Oleh:

Al Aliya Ashilah

2000008060

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
YOGYAKARTA
2024**

SKRIPSI

**PENYUSUNAN *E-BOOKLET* HASIL PENELITIAN PENGARUH
KONSENTRASI *CRUDE ENZIM Bacillus subtilis* TERHADAP
KADAR GULA DAN BIOETANOL HASIL FERMENTASI KULIT
KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BAHAN AJAR
BIOLOGI KELAS XII MATERI INOVASI
BIOTEKNOLOGI**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**Al Aliya Ashilah
2000008060**

telah disetujui oleh
Dosen Pembimbing Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Ahmad Dahlan di Yogyakarta
dan dinyatakan telah memenuhi
syarat untuk diseminarkan



Yogyakarta, Agustus 2024

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Trianik", is written over a horizontal line.

**Prof. Dr. Trianik Widyaningrum, M.Si.
NIPM 197001141997060110754443**

SKRIPSI

PENYUSUNAN *E-BOOKLET* HASIL PENELITIAN PENGARUH KONSENTRASI *CRUDE ENZIM Bacillus subtilis* TERHADAP KADAR GULA DAN BIOETANOL HASIL FERMENTASI KULIT KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BAHAN AJAR BIOLOGI KELAS XII MATERI INOVASI BIOTEKNOLOGI

Dipersiapkan dan disusun oleh

Al Aliya Ashilah

2000008060

Telah dipertahankan di depan

Panitia Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Ahmad Dahlan pada tanggal 22 Agustus 2024

dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

SUSUNAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

1. Ketua : Prof. Dr. Trianik Widyaningrum, M.Si
2. Penguji 1 : Dr. Novi Febrianti, M.Si
3. Penguji 2 : Hani Irawati, M.Pd



Yogyakarta, 28 Agustus 2024

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Ahmad Dahlan

Dekan,



Muhammad Sayuti, M.Pd., M.Ed., Ph.D.
NIPM 197103172016011110763796

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Al Aliya Ashilah
NIM : 2000008060
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas : Universitas Ahmad Dahlan

Menyatakan bahwa skripsi "Penyusunan *E-Booklet* Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi *Crude Enzim Bacillus subtilis* terhadap Kadar Gula dan Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Ajar Biologi Kelas XII Materi Inovasi Bioteknologi" ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya berisi materi yang ditulis oleh orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi perguruan tinggi ini atau perguruan tinggi lain kecuali bagiab-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya ilmiah yang lazim.

Apabila ternyata terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, hal tersebut sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 23 Agustus 2024

Penulis,



Al Aliya Ashilah

2000008060

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Al Aliya Ashilah
NIM : 2000008060
Email : al2000008060@webmail.uad.ac.id
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Judul Tugas Akhir : Penyusunan *E-Booklet* Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi *Crude Enzim Bacillus subtilis* terhadap Kadar Gula dan Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Ajar Biologi Kelas XII Materi Inovasi Bioteknologi

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian dan implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 23 Agustus 2024

Penulis



Al Aliya Ashilah

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Al Aliya Ashilah

NIM : 2000008060

Email : al2000008060@webmail.uad.ac.id

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Judul Tugas Akhir : Penyusunan *E-Booklet* Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi *Crude Enzim Bacillus subtilis* terhadap Kadar Gula dan Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Ajar Biologi Kelas XII Materi Inovasi Bioteknologi

Dengan ini saya menyerahkan *sepenuhnya* kepada Pusat Sumber Belajar Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut

Saya (mengizinkan/~~tidak mengizinkan~~)* karya tersebut diunggah ke dalam Repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Trianik Widyaningrum, M.Si.

NIPM 197001141997060110754443

Yogyakarta, 23 Agustus 2024

Penulis,



Al Aliya Ashilah

2000008060

MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah:286)

“Kalau kamu mau berkembang, kamu harus mau melewati susah payahnya. berjam-jam baca, capeknya belajar, pusing karena stuck, tapi terus cari alternatif. Hal-hal baik nggak didapat dari santai-santai”

(Alvi Syahrin)

“Lari ke mana pun kamu mau, lari sejauh apa pun itu, lari sekuat-kuatnya yang kamu mampu. Tapi, masalahmu tidak akan pergi. Dia ada di sana, di belakangmu. Sampai kamu berani, berbalik arah dan hadapi”

(Marchella FP)

“Jangan lupa untuk selalu berterima kasih pada diri sendiri atas hal baik-buruk dan semua yang pernah terjadi, atas rasa cinta, kasih sayang yang tidak pernah hilang terhadap sesama. Berterima kasih pada diri sendiri yang bisa menjadi lebih mengerti karena belajar banyak hal. Tolong sampaikan, kamu hebat sekali sudah sampai di titik ini”

(Lappingala)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT
yang telah memberikan kesehatan, rahmat serta hidayah-Nya.

Sehingga penulis masih diberikan kesempatan dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana. Walaupun karya ini masih jauh dari kata sempurna dan masih dijumpai banyak kekurangan, namun penulis bangga karena dapat menyelesaikan skripsi ini dan mampu berada pada posisi sekarang di mana penulis sangat bersyukur telah mencapai pada titik ini.

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Abah dan Ibu tercinta

Lukman, S.Pd dan Sri Sisworo Ningsih, S.Pd

Diri saya sendiri:

Al Aliya Ashilah

Keluarga Besar Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Ahmad Dahlan

Angkatan 2020

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat diberikan kesehatan untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penyusunan *E-Booklet* Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi *Crude Enzim Bacillus subtilis* terhadap Kadar Gula dan Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Ajar Biologi Kelas XII Materi Inovasi Bioteknologi" dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang membawa kita dari zaman kegelapan ke zaman yang terang.

Selama proses menyelesaikan skripsi tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan bantuan dan dukungan dalam bentuk materi, moril, dan motivasi. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Muchlas, M.T. Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di lembaga ini;
2. Muhammad Sayuti, M.Pd, M.Ed, Pd.D. Selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan yang telah memberi izin penelitian kepada penulis untuk menyelesaikan tugas skripsi ini;
3. Nani Aprilia, M.Pd., Ketua Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan arahan serta dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan dan menyusun skripsi ini;
4. Prof. Dr. Trianik Widyaningrum, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu memberikan arahan, dorongan, bimbingan, dan saran dengan penuh kesabaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik;
5. Destri Ratna Ma'rifah, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu menyempatkan waktu untuk bertanya kepada penulis terkait kesulitan selama menimba ilmu di Pendidikan Biologi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta;

6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan ilmu dan motivasi selama menempuh pendidikan di Universitas Ahmad Dahlan;
7. Seluruh Staf Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan kemudahan dan bantuan dalam penulisan skripsi;
8. Nurul Asyikin S.Pd., selaku Guru Biologi Kelas XII di Madrasah Mu'allimaat Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu dalam proses pelaksanaan penelitian di sekolah;
9. Pintu surgaku, Ibu tercinta Sri Sisworo Ningsih, S.Pd. Terima kasih Ibu sudah memberikan kepercayaan, semangat, motivasi, dorongan, dan doa kepada penulis;
10. Cinta pertama dan panutanku, Abah Lukman, S.Pd. Beliau memang jarang memberikan kata-kata motivasi namun penulis mengetahui bahwa beliau selalu mendoakan penulis di setiap do'anya sampai pada hari dimana penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi;
11. Kakak dan *support system* terbaik, Al Dina Maulidya, S.Sos. Bahkan kata-kata tidak mampu mengungkapkan betapa berartinya keberadaan mbak Dina di dalam hidup penulis. Terima kasih sudah menjadi sosok kakak, sahabat, teman, dan *support system* yang baik bagi adikmu ini;
12. Sahabat penulis, Sarida Susilawati, Lara Agustia, Varisa Tri Utari, dan Tiara Maharani. Terima kasih sudah menjadi sahabat yang selalu setia mendengarkan keluh kesah dan menemani perjalanan skripsi penulis dari jarak jauh;
13. Sahabat suka duka semasa kuliah, Diza Raistiana Andini. Terima kasih Icaa sudah mau menjadi sahabat baik penulis selama diperantauan, selalu setia dengerin keluh kesah hidup penulis walaupun hidup kamu juga berat;
14. Sahabat seperjuangan semasa kuliah, Elva Rosvita Damayanti dan Angelina Salsabila Qurrota A'yun. Terima kasih atas semangat dan *support* yang diberikan ketika penulis sedang menyelesaikan skripsi;

15. Teman seperjuangan penelitian, Natika Rahayu dan Tia Sandy Widyastuti. Selaku teman seperjuangan penelitian di laboratorium selama 2 bulan, banyak sekali suka dan duka yang sudah dilalui bersama;
16. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih untuk semangat dan motivasinya, semoga Allah SWT selalu memberikan kebahagiaan baik di dunia maupun di akhirat;
17. Terakhir, kepada diri saya sendiri Al Aliya Ashilah. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan diri sendiri sampai di titik ini. Walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil, namun selalu berusaha dan tidak lelah mencoba. Terima kasih karena memutuskan tidak menyerah walaupun mengalami kesulitan dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis dengan rendah hati menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan tulus mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembimbing, penguji dan pihak lainnya yang berperan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Masukan yang diberikan akan sangat berharga untuk meningkatkan kualitas dan kelengkapan skripsi ini. Harapan penulis yaitu skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan semua pihak yang membacanya. Penulis berharap bahwa karya ini dapat menjadi referensi yang berharga bagi penelitian di masa depan dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang topik yang dibahas.

Yogyakarta, 25 Juli 2024
Penulis,



Al Aliya Ashilah

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| SURAT PERNYATAAN | iv |
| PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT | v |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES | vi |
| MOTTO | vii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvi |
| ABSTRAK..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Identifikasi Masalah..... | 8 |
| C. Pembatasan Masalah..... | 8 |
| D. Rumusan Masalah..... | 9 |
| E. Tujuan Penelitian | 9 |
| F. Manfaat Penelitian | 10 |
| BAB II LANDASAN TEORI DAN KERANGKA PIKIR PENELITIAN | 12 |
| A. Landasan Teori..... | 12 |
| 1. Kajian Keilmuan | 12 |
| 2. Kajian Kependidikan | 24 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| B. Kajian Penelitian Relevan..... | 35 |
| C. Kerangka Pikir | 37 |
| D. Hipotesis Penelitian | 38 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 39 |
| A. Jenis Penelitian..... | 39 |
| B. Tempat dan Waktu Penelitian | 39 |
| C. Alat dan Bahan Penelitian..... | 40 |
| D. Variabel Penelitian..... | 41 |
| E. Definisi Operasional | 42 |
| F. Cara Kerja | 45 |
| G. Teknik Pengumpulan Data..... | 57 |
| H. Rancangan Penelitian..... | 58 |
| I. Analisis Data | 58 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 60 |
| A. Hasil Penelitian | 60 |
| B. Pembahasan..... | 90 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 109 |
| A. Kesimpulan | 109 |
| B. Saran | 110 |
| DAFTAR PUSTAKA | 111 |
| LAMPIRAN..... | 122 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 1. Skor Penilaian Skala Likert..... | 59 |
| Tabel 2. Kriteria Interpretasi Skor | 59 |
| Tabel 3. Hasil pH Perlakuan Sebelum dan Setelah <i>Pretreatment</i> | 61 |
| Tabel 4. Hasil Gula Reduksi Perlakuan <i>Pretreatment</i> | 61 |
| Tabel 5. Hasil Pengukuran pH Perlakuan <i>Crude</i> Enzim <i>B. subtilis</i> | 62 |
| Tabel 6. Hasil Gula Reduksi Setelah Perlakuan <i>Crude</i> Enzim <i>B.subtilis</i> | 62 |
| Tabel 7. Hasil Perhitungan Uji Duncan terhadap Rerata Kadar Gula | 63 |
| Tabel 8. Hasil Pengukuran pH Setelah Perlakuan Fermentasi <i>Z.mobilis</i> | 66 |
| Tabel 9. Hasil Gula Reduksi Setelah Perlakuan Fermentasi <i>Z.mobilis</i> | 66 |
| Tabel 10. Hasil Uji Duncan terhadap Rerata Kadar Gula Reduksi..... | 67 |
| Tabel 11. Hasil Pengukuran Kadar Bioetanol..... | 70 |
| Tabel 12. Capaian Pembelajaran Biologi Fase F | 73 |
| Tabel 13. IKTP dan TP | 74 |
| Tabel 14. Analisis Potensi Hasil Penelitian sebagai Bahan Ajar..... | 75 |
| Tabel 15. Analisis Produk Hasil Penelitian Sebagai Bahan Ajar..... | 78 |
| Tabel 16. Seleksi dan Modifikasi Hasil Penelitian Sebagai Bahan Ajar | 79 |
| Tabel 17. Saran dari Dosen Validator Instrumen..... | 85 |
| Tabel 18. Saran Dosen Validator Produk 1 serta Perbaikan | 85 |
| Tabel 19. Hasil Penilaian Produk Dosen Validator 1 | 86 |
| Tabel 20. Hasil Penilaian Produk Dosen Validator 2 | 86 |
| Tabel 21. Revisi Produk <i>E-Booklet</i> | 87 |
| Tabel 22. Tampilan <i>E-Booklet</i> | 104 |
| Tabel 23. Tata Letak RAL | 123 |
| Tabel 24. Kriteria Interpretasi Skor | 163 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 1. Struktur Molekul Bioetanol..... | 14 |
| Gambar 2. Buah Kakao | 17 |
| Gambar 3. Kulit Kakao | 17 |
| Gambar 4. Skema Kerangka Pikir..... | 37 |
| Gambar 5. Rerata Pengukuran Gula Reduksi Setelah Perlakuan..... | 64 |
| Gambar 6. Uji Regresi Pengaruh Konsentrasi Kadar Gula Reduksi..... | 65 |
| Gambar 7. Rerata Hasil Gula Reduksi Setelah Fermentasi <i>Z. mobilis</i> | 68 |
| Gambar 8. Uji Regresi Pengaruh Konsentrasi Fermentasi <i>Z.mobilis</i> | 69 |
| Gambar 9. Rerata Hasil Pengukuran Bioetanol Kulit Kakao..... | 71 |
| Gambar 10. <i>Cover E-Booklet</i> | 102 |
| Gambar 11. <i>Pop Up</i> Video Penelitian dalam <i>E-Booklet</i> | 103 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-----|
| Lampiran 1. Tata Letak Rancangan Acak Lengkap Penelitian..... | 123 |
| Lampiran 2. Hasil Pengukuran Larutan Standar | 124 |
| Lampiran 3. Kurva Larutan Standar..... | 124 |
| Lampiran 4. Pengukuran pH Kontrol..... | 124 |
| Lampiran 5. Pengukuran Kadar Gula Reduksi Sebelum <i>Pretreatment</i> | 125 |
| Lampiran 6. Pengukuran Kadar Gula Reduksi Sesudah <i>Pretreatment</i> | 126 |
| Lampiran 7. Kadar Gula Reduksi Setelah <i>Crude</i> Enzim <i>B. Subtilis</i> | 127 |
| Lampiran 8. Analisis SPSS Setelah Perlakuan <i>Crude</i> Enzim <i>B.subtilis</i> | 131 |
| Lampiran 9. Pengukuran Kadar Gula Reduksi Setelah Fermentasi <i>Z.mobilis</i> . 134 | |
| Lampiran 10. Analisis SPSS Gula Reduksi Setelah Fermentasi <i>Z.mobilis</i> | 138 |
| Lampiran 11. Perhitungan Kadar Etanol..... | 141 |
| Lampiran 12. Analisis SPSS Kadar Etanol Setelah Destilasi | 142 |
| Lampiran 13. Dokumentasi Hasil Penelitian | 144 |
| Lampiran 14. Surat Pengantar Pendaftaran Validasi Instrumen | 149 |
| Lampiran 15. Surat Permohonan Validasi Instrumen | 150 |
| Lampiran 16. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Produk | 151 |
| Lampiran 17. Rubrik Instrumen Penilaian <i>E-Booklet</i> | 154 |
| Lampiran 18. Lembar Validasi Instrumen <i>E-Booklet</i> | 164 |
| Lampiran 19. Surat Kesanggupan Validasi Instrumen | 170 |
| Lampiran 20. Surat Keterangan Validasi Instrumen oleh Validator..... | 171 |
| Lampiran 21. Surat Kesanggupan Validasi Produk oleh Validator 1 | 173 |
| Lampiran 22. Surat Keterangan Validasi Produk oleh Validator 1 | 174 |
| Lampiran 23. Surat Kesanggupan Validasi Produk oleh Validator 2 | 175 |
| Lampiran 24. Surat Keterangan Validasi Produk oleh Validator 2 | 176 |
| Lampiran 25. Lembar Penilaian Validasi Produk oleh Validator 1 | 177 |
| Lampiran 26. Lembar Penilaian Validasi Produk oleh Validator 2..... | 182 |
| Lampiran 27. Perhitungan Jumlah Skor Penilaian <i>E-Booklet</i> | 187 |
| Lampiran 28. <i>E-Booklet</i> Bioetanol Kulit Kakao | 188 |

Ashilah, Al Aliya. 2024. "Penyusunan *E-Booklet* Hasil Penelitian Pengaruh Konsentrasi *Crude* Enzim *Bacillus subtilis* terhadap Kadar Gula dan Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Ajar Biologi Kelas XII Materi Inovasi Bioteknologi". Skripsi. Yogyakarta. Universitas Ahmad Dahlan.

ABSTRAK

Sumber bahan bakar fosil semakin berkurang. Solusi mengatasi permasalahan tersebut dengan mengembangkan energi alternatif terbarukan seperti bioetanol. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol yaitu kulit kakao. Hasil penelitian terkait kulit kakao sebagai bioetanol dapat dijadikan sumber belajar biologi dalam bentuk *E-booklet* untuk memberikan variasi pada bahan ajar biologi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *crude* enzim *B.subtilis* terhadap kadar gula dan bioetanol fermentasi kulit kakao dan mengetahui konsentrasi yang paling berpengaruh *crude* enzim *B.subtilis* terhadap kadar gula dan bioetanol fermentasi kulit kakao, serta mengetahui kelayakan *E-Booklet* yang dibuat dari hasil penelitian.

Penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu penelitian eksperimen dan penelitian kependidikan. Tahap pertama, penelitian eksperimen menggunakan RAL, variabel bebas yaitu konsentrasi *crude* enzim *B.subtilis* dengan perlakuan 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, 18%, dan 21% dan variabel terikat yaitu kadar gula dan bioetanol hasil fermentasi kulit kakao. Pengukuran kadar gula menggunakan metode DNS sedangkan kadar etanol menggunakan alkoholmeter. Analisis data menggunakan uji *One Way* ANOVA. Tahap kedua, penyusunan *E-Booklet* menggunakan model ADD. Analisis data kelayakan bahan ajar yang dikembangkan secara deskriptif kualitatif.

Hasil penelitian ini yaitu konsentrasi *crude* enzim *B.subtilis* berpengaruh terhadap kadar gula dan bioetanol hasil fermentasi kulit kakao, konsentrasi *crude* enzim *B.subtilis* yang paling berpengaruh dihasilkan pada konsentrasi 15% dengan kadar gula 0,76 g/mL dan kadar bioetanol 2,55%. Hasil penyusunan produk bahan ajar yaitu *E-Booklet* layak digunakan sebagai sumber belajar biologi materi Inovasi Bioteknologi, nilai dari validator produk 1 sebesar 73,95% (baik) dan validator 2 sebesar 87,15% (sangat baik).

Kata Kunci : *E-Booklet*, kulit kakao, *Bacillus subtilis*, *Zymomonas mobilis*, bioetanol