

**PENYUSUNAN MODUL PENGAYAAN BAKTERI BERDASARKAN
POLA PERTUMBUHAN *Acetobacter xylinum* PADA PEMBUATAN NATA
DE COCO, NATA DE SOYA, DAN NATA DE CASSAVA BAGI SISWA
SMA KELAS X SEMESTER GASAL**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**



Disusun Oleh:

ATIAH HESTINING TYAS

09304241007

JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

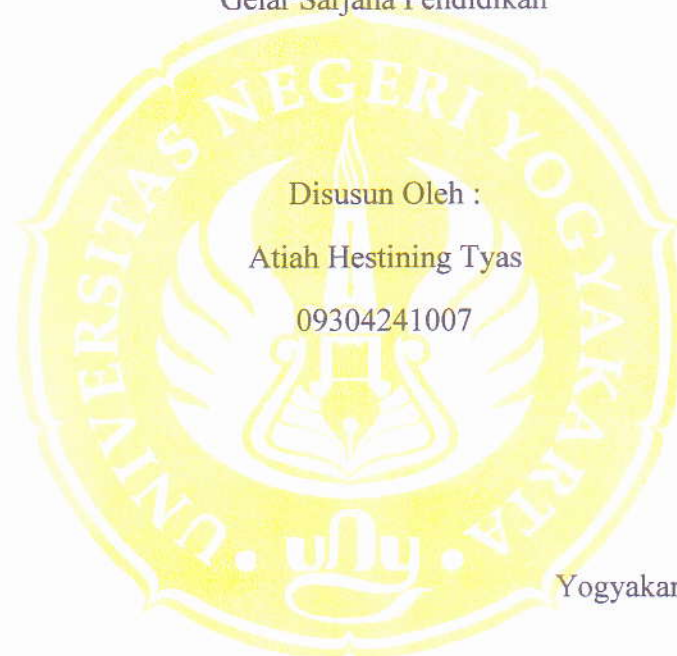
2016

PERSETUJUAN

**PENYUSUNAN MODUL PENGAYAAN BAKTERI BERDASARKAN
POLA PERTUMBUHAN *Acetobacter xylinum* PADA PEMBUATAN NATA
DE COCO, NATA DE SOYA, DAN NATA DE CASSAVA BAGI SISWA
SMA KELAS X SEMESTER GASAL**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Negeri Yogyakarta untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan



Disusun Oleh :

Atiah Hestining Tyas

09304241007

Yogyakarta, 28 Juni 2016

Menyetujui,

Pembimbing I

Suratsih, M.Si
NIP. 19591103 198601 1 001

Pembimbing II

Anna Rakhmawati, M.Si
NIP. 19770102 200112 2 002

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Atiah Hestining Tyas

NIM : 09304241007

Jurusan : Pendidikan Biologi

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : Penyusunan Modul Pengayaan Bakteri Berdasarkan Pola Pertumbuhan *Acetobacter xylinum* pada Pembuatan *Nata de Coco*, *Nata de Soya*, serta *Nata de Cassava* Bagi Siswa SMA Kelas x Semester Gasal.

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 28 Juni 2016

Yang menyatakan



Atiah Hestining Tyas

NIM. 09304241007

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Penyusunan Modul Pengayaan Bakteri Berdasarkan Pola Pertumbuhan *Acetobacter xylinum* pada Pembuatan *Nata de Coco*, *Nata de Soya*, serta *Nata de Cassava* bagi Siswa SMA Kelas X Semester Gasal**” yang disusun oleh Atiah Hestining Tyas, NIM 09304241007 ini telah dipertanggungjawabkan di depan Dewan Penguji pada Tanggal 30 Mei 2016 dan dinyatakan lulus.

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Suratsih, M.Si.</u> 19591103 198601 1 001	Ketua Penguji		28-6-2016
<u>Anna Rakhmawati, M.Si.</u> 19770102 200112 2 002	Sekretaris Penguji		28-6-2016
<u>Yulianti, M.Kes.</u> 19550714 198303 2 003	Penguji 1 (Utama)		24-6-2016
<u>Evy Yulianti, M.Sc.</u> 19800726 200501 2 001	Penguji 2 (Pendamping)		27-6-2016

Yogyakarta, ..28 Juni 2016.....

Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,


Dr. Hartono

NIP. 19620329 198702 1 002

MOTTO

“Ada dua cara mengatasi kesulitan, Anda mengubah kesulitan-kesulitan atau Anda mengubah diri sendiri untuk mengatasinya.” (Phyllis Bottome)

“Yang bisa bertahan hidup bukanlah spesies yang paling kuat. Bukan juga spesies yang paling cerdas, namun spesies yang paling reponsif terhadap perubahan.” (Charles Darwin)

“Jangan Pernah Menyerah, Meski hanya Tinggal engkau sendiri yang Berjuang. Jika Salah PERBAIKI, Jika Gagal COBA lagi. Tapi jika Anda Menyerah, maka semuanya SELESAI”.

Ada 3 Kunci keberhasilan :

Man Jadda Wa Jada [Siapa yang bersungguh-sungguh akan berhasil]

Man Shobaro Zafiro [Siapa yang bersabar akan beruntung]

Man Saaro 'Alaa Darbi Washola [Siapa yang berjalan di jalur-Nya akan sampai]

“...Allah tidak hendak menyulitkan kamu, tetapi Dia hendak membersihkan kamu dan menyempurnakan nikmat-Nya bagimu, supaya kamu bersyukur.”

(QS. Al Maa'idah : 6)

PERSEMBAHAN

Dengan tidak mengurangi rasa syukurku kepada Allah SWT yang telah memberiku karunia yang tak terhingga, skripsi ini kupersembahkan untuk:

1. Bapak dan Ibu tercinta, terimakasih atas segala dukungan, pengorbanan, kesabaran, dan doa yang selalu kalian berikan sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Kakak-kakakku tersayang, terima kasih atas semua motivasi serta dukungannya yang selama ini menjadi sumber kekuatanku.
3. Semua sahabat terkasih, terima kasih untuk semua tawa semangat serta waktu yang kalian berikan.

**PENYUSUNAN MODUL PENGAYAAN BAKTERI BERDASARKAN
POLA PERTUMBUHAN *Acetobacter xylinum* PADA PEMBUATAN NATA
DE COCO, NATA DE SOYA, DAN NATA DE CASSAVA BAGI SISWA
SMA KELAS X SEMESTER GASAL**

**Oleh
Atiah Hestining Tyas
09304241007**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* pada proses pembuatan *nata de coco*, *nata de soya*, dan *nata de cassava*, mengetahui potensi hasil penelitian mengenai pola pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai sumber belajar yang dikemas dalam bentuk modul pengayaan bakteri untuk siswa SMA kelas X semester gasal, serta mengetahui kualitas modul pengayaan bakteri dari aspek materi/isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan.

Penelitian ini merupakan penelitian R&D (*Research and Development*) meliputi penelitian eksperimen mengenai pola pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* pada proses pembuatan *nata de coco*, *nata de soya*, dan *nata de cassava* yang kemudian dikemas sebagai sumber belajar dalam bentuk modul pengayaan. Pengemasan hasil penelitian ke dalam bentuk bahan ajar modul merupakan penelitian pengembangan yang menerapkan prosedur ADD (*analysis, design, and development*). Modul diujicoba secara terbatas untuk kualitas modul dengan menggunakan angket penilaian pada aspek materi/isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan. Sampel yang digunakan terdiri dari 15 siswa kelas XI IPA dan 2 Guru Biologi SMA N 1 Depok, Sleman, Yogyakarta. Data kualitas modul merupakan hasil konversi dari rata-rata setiap aspek.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pola pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* pada ketiga jenis nata tidak berbeda secara signifikan., Bakteri melalui fase adaptasi pada proses pembuatan *nata de soya* dan *nata de cassava*, sedangkan pada pembuatan *nata de coco* tidak. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa produk metabolit ketiga jenis nata memiliki kualitas yang baik. Penelitian mengenai pola pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* ini memiliki potensi sebagai sumber belajar Biologi untuk submateri bakteri bagi siswa SMA/MA kelas X semester gasal. Secara keseluruhan, penilaian yang diberikan guru dan siswa terhadap modul yang telah disusun berdasarkan aspek materi/isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan termasuk dalam kategori Sangat Baik, sehingga modul dapat digunakan sebagai modul pengayaan bagi siswa SMA.

Kata kunci: *pola pertumbuhan, bakteri Acetobacter xylinum, nata, modul pengayaan*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul “Penyusunan Modul Pengayaan Bakteri untuk Siswa SMA Kelas X semester Gasal Berdasarkan Pola Pertumbuhan *Acetobacter Xylinum* pada Pembuatan Nata de Coco, Nata de Soya, dan Nata de Cassava”. Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Hartono, Selaku Dekan FMIPA atas dukungannya dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Paidi, M. Si, selaku Kajurdik Pendidikan Biologi atas dukungannya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Suratsih, M.Si, selaku dosen pembimbing I dan Ibu Anna Rakhmawati, M.Si selaku dosen Pembimbing II yang dengan sabar mengarahkan dan membimbing serta memberikan motivasi selama pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Yuliati, M.Kes selaku Penguji Utama dan Ibu Evy Yulianti, M.Sc. selaku Penguji Pendamping atas segala bantuan, saran, dan masukannya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY.

6. Ibu Sukma Ridarwati, S.Pd dan Bapak Drs. Agus Sartono selaku guru Biologi, serta siswa kelas XI IPA 1 SMA N 1 Depok atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan.
7. Bapak Sumadi dan Ibu Masbiatun selaku Produsen Nata yang sekaligus menjadi narasumber dalam penelitian skripsi ini.
8. Para Sahabat yang senantiasa membantu dalam kelancaran pengumpulan data hingga penyusunan skripsi ini selesai.
9. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan lapang dada demi perbaikan penulisan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis pribadi.

Yogyakarta, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN <i>MOTTO</i>	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Pembatasan Masalah	7
D. Perumusan Masalah.....	7
E. Tujuan	7
F. Manfaat Penelitian	8
G. Definisi Operasional	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Keilmuan	10
1. Nata	10
a. Nata de Coco	11
b. Nata de Soya	13
c. Nata de Cassava	13
2. Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>	14
3. Mekanisme Pembentukan Nata	17
a. Fermentasi Nata	17
b. Pembentukan Nata Secara Biokimiawi	22
4. Pertumbuhan <i>Acetobacter xylinum</i>	24

a. Pola Pertumbuhan Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>	25
b. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Acetobacter xylinum</i>	28
B. Kajian Kependidikan	32
1. Hakikat Pembelajaran Biologi	32
2. Kurikulum 2013 SMA	34
3. Hakikat Sumber Belajar Biologi	37
4. Bahan Ajar Modul	40
a. Bahan Ajar	40
b. Modul	41
c. Karakteristik Modul	41
d. Komponen Modul	43
e. Keuntungan Pembelajaran Modul	46
f. Kualitas Modul	47
5. Program Pengayaan	49
C. Kerangka Berpikir	52

BAB III METODE PENELITIAN

A. Penelitian Biologi	53
1. Tempat dan Waktu Penelitian	53
2. Desain Penelitian	53
3. Objek Penelitian	55
4. Prosedur Penelitian	55
5. Metode dan Teknik Pengumpulan Data	60
6. Instrumen Penelitian	62
7. Metode dan Teknik Analisis Data	63
B. Prosedur Pengangkatan Sumber Belajar	64
1. Identifikasi Proses dan Produk Penelitian	64
2. Seleksi dan Modifikasi Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi	64
3. Penerapan dan Pengembangan Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi	65
4. Pengemasan Sumber Belajar ke dalam Bahan Ajar	65
C. Penelitian Pendidikan	65
1. Tempat dan Waktu Penelitian	65
2. Desain Penelitian	66
3. Penentuan Subjek Penelitian	67

4. Prosedur Penyusunan Modul	68
5. Metode dan Teknik Pengumpulan Data	71
6. Instrumen Penelitian	71
7. Metode dan Teknik Analisis Data	72

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Penelitian Biologi	74
1. Identifikasi Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>	74
a. Karakteristik Morfologi Koloni	75
b. Karakteristik Morfologi Sel	75
2. Pengaruh Jenis Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> , Berat Nata, Tebal Nata, dan Nilai pH	77
3. Pengaruh Jenis Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Organoleptik Warna, Aroma, Rasa dan Tekstur Nata	85
a. Organoleptik Warna Nata	86
b. Organoleptik Aroma Nata	88
c. Organoleptik Rasa Nata	90
d. Organoleptik Tekstur Nata	91
B. Pengangkatan Sumber Belajar dari Hasil Penelitian	93
1. Identifikasi Proses dan Produk Penelitian	93
a. Kejelasan Potensi Ketersediaan Objek dan Permasalahan yang Diangkat	93
b. Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran	94
c. Kejelasan Sasaran Materi dan Peruntutkannya	95
d. Kejelasan Informasi yang akan Diungkap	96
e. Kejelasan Pedoman Eksplorasi dan Perolehan yang Akan Dicapai	96
2. Seleksi dan Modifikasi Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi	97
a. Seleksi dan Modifikasi Prosedur Kerja	97
b. Seleksi dan Modifikasi Produk Penelitian	97
3. Penerapan dan Pengembangan Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi ke dalam Organisasi Instruksional	98
4. Pengemasan Sumber Belajar ke dalam Bahan Ajar	98
C. Penelitian Pendidikan	99
1. Penyusunan Modul	99
a. Analisa Kurikulum 2013 SMA	99
b. Analisis Alternatif Sumber Belajar yang Relevan untuk	101

Disusun sebagai Bahan Ajar dalam Bentuk Modul Pengayaan	102
c. Pengumpulan Data/ Informasi	102
d. Penyusunan Draft Modul	104
e. Validasi Desain	104
f. Revisi Desain	105
g. Uji Terbatas Kualitas Modul	106
h. Revisi Produk	106
i. Dihasilkan Prototype Modul	106
2. Uji Kualitas Modul	107
a. Aspek Materi/ Isi	108
b. Aspek Bahasa/ Keterbacaan	109
c. Aspek Penyajian	110
d. Aspek Kegrafisan	
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	111
B. Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN	116

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Komposisi Kimia Air Kelapa	12
Tabel 2. Komposisi Vitamin dan Mineral Air Kelapa	12
Tabel 3. Kandungan Gizi air Limbah Tahu dalam 100gr	13
Tabel 4. Kandungan Kimiawi Air Hasil Samping Produksi Tapioka	14
Tabel 5. Layout Desain Eksperimen Pola Pertumbuhan Nata	54
Tabel 6. Skala Likert	73
Tabel 7. Kriteria Kategori Penilaian Modul	73
Tabel 8. Karakteristik Morfologi Koloni <i>Acetobacter xylinum</i> pada media NA	75
Tabel 9. Hasil Uji Organoleptik Warna Nata	86
Tabel 10. Hasil Uji Organoleptik Aroma Nata	88
Tabel 11. Hasil Uji Organoleptik Rasa Nata	90
Tabel 12. Hasil Organoleptik Tekstur Nata	91
Tabel 13. Kualitas Modul Pengayaan “Pertumbuhan bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> dalam Proses Pembuatan Nata” Berdasarkan Penilaian Guru	106
Tabel 14. Kualitas Modul Pengayaan “Pertumbuhan bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> dalam Proses Pembuatan Nata” Berdasarkan Penilaian Siswa	107

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. <i>Acetobacter xylinum</i>	15
Gambar 2. Skema Proses Pembentukan Nanofiber (Selulosa bakteri)....	16
Gambar 3. Alur Proses Pembuatan Starter Nata.....	18
Gambar 4. Alur Proses Pembuatan Nata	19
Gambar 5. Reaksi Hidrolisis Sukrosa dengan Bantuan Enzim Sukrase...	22
Gambar 6. Alur Pembentukan Selulosa.....	23
Gambar 7. Kurva Pertumbuhan Bakteri	25
Gambar 8. Kerangka Berpikir	52
Gambar 9. Alur Penyusunan Modul	68
Gambar 10. Koloni Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> (BA) hasil inokulasi starter nata pada media NA	74
Gambar 11. Morfologi Sel Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> Hasil Pengecatan Gram	76
Gambar 12. Grafik Hubungan Interaksi Jenis Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> , Berat basah dan Kering Nata, Tebal Nata, dan Nilai pH pada <i>Nata de Coco</i>	78
Gambar 13. Grafik Hubungan Interaksi Jenis Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> , Berat basah dan Kering Nata, Tebal Nata, dan Nilai pH pada <i>Nata de Soya</i>	79
Gambar 14. Grafik Hubungan Interaksi Jenis Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> , Berat basah dan Kering Nata, Tebal Nata, dan Nilai pH pada <i>Nata de Cassava</i>	80

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1. Modul Pengayaan “ Pertumbuhan Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> dalam Proses Pembuatan Nata”	117
Lampiran 2. Hasil dan Analisis Data Penelitian Biologi	212
Lampiran 3. Hasil dan Analisis Data Penelitian Pendidikan	233
Lampiran 4. Perangkat Pembelajaran (Silabus, RPP, dan Kisi-Kisi)	288
Lampiran 5. Surat Keputusan, Surat Pernyataan Reviewer Modul, dan Surat Ijin Penelitian	300