

**ISOLASI MIKROORGANISME FERMENTATOR PADA *PLIEK U*
SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**SURYANI
NIM. 150207075**

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019 M/ 1441 H**

**ISOLASI MIKROORGANISME FERMENTATOR PADA
PLIEK U SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM
MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Oleh:

SURYANI

NIM. 150207075

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Biologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Zuraida M.Si

NIP. 19770401200604002



Khairun Nisa, S.Si, M.Bio

NIP. 197406122005042001

AR - RANIRY

**ISOLASI MIKROORGANISME FERMENTATOR
PADA PLIEK U SEBAGAI PENUNJANG
PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI**

SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Islam

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 10 Januari 2020 M
14 Jumadil Awal 1441 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Zuraidah, M. Si
NIP. 197704012006042002

Sekretaris,



Yuliasfuti, M. Si
NIP. -

Penguji I,



Khairun Nisa, S.Si., M. Bio
NIP. 197406122005042001

Penguji II,



Dr. Mudatsir, M. Kes
NIP. 196703251992031002

جامعة الرانيري

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh




Dr. Muslim Razali, SH., M. Ag
NIP. 195903091989031001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suryani
NIM : 150207075
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada *Pliek U* Sebagai Penunjang Praktikum Mikrobiologi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkannya dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggung jawabkan atas karya ini

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi terhadap aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 28 Desember 2019

Yang Menyatakan



Suryani

AR-RANIRY

ABSTRAK

Salah satu makanan khas daerah Aceh adalah *Pliek U*. *Pliek U* merupakan produk makanan tradisional masyarakat Aceh yang dihasilkan dari proses fermentasi daging buah kelapa. Proses fermentasi daging buah kelapa bertujuan untuk memperoleh minyak kelapa dan menghasilkan ampas kelapa yang disebut *Pliek U*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi *Pliek U* serta untuk mengetahui karakteristik morfologi mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek U*, penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk karakteristik koloninya. Dari hasil isolasi yaitu yang berasal dari tahap awal fermentasi terdapat jamur *Soradia* sp., dan *Curvularia* sp. Jenis jamur hasil isolasi yang berasal dari tahap akhir fermentasi yaitu *Acremonium* sp., dan *Gonytrhicum* sp. Jenis bakteri hasil isolasi yang berasal awal hingga tahap akhir fermentasi yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus velenzensis*, *Bacillur pumilus*.

Kata Kunci: Jamur, *Pliek U*, Mikroorganisme, Fermentasi



KATA PENGANTAR



Alhamdulillah inna rabbii'amin, puji dan syukur kenadirat Allah Subhanahu wata'ala, yang senantiasa memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Isolasi Mikroorganisme Fermentator yang terdapat pada *Pleik U* Sebagai Penunjang Praktikum Mikrobiologi ”**. Shalawat beriring salam kita sanjungkan kepangkuan Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wasallam, beserta keluarga dan para sahabat sekalian.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Dari awal penulisan sampai tahap penyelesaian proposal ini tentu tidak akan tercapai apabila tidak ada bantuan dari semua pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu melalui kata pengantar ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ucapan terima kasih yang teristimewa ananda sampaikan kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda tercinta Alm. Nurdin Abbas dan ibunda tersayang Nurlaila dan Kakak Yuni Fitriah Nurdin, Zahrina Nurdin, Muhammad Najib Abbas dan keluarga besar Abbas dan M. Yunus yang senantiasa memberikan semangat, motivasi dan doa yang paling mempengaruhi skripsi ini.
2. Bapak Dr. Muslim Razali, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang telah menyetujui penyusunan skripsi ini.

3. Bapak Samsul Kamal, M.Pd, selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi, beserta Bapak dan Ibu dosen dan seluruh staf yang telah menyetujui penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Zuraidah, M.Si, pembimbing I sekaligus pembimbing Akademik dan dan Ibu Nurlia Zahara, M.Pd yang telah sangat banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Laboran dan asisten Laboratorium Pendidikan Biologi, Pendidikan Biologi FKIP Universitas Syiah Kuala, dan Lab Riset Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala.
6. Rekan-rekan seperjuangan kuliah Tim Mikro-Pliek U, Family'03, angkatan 2015, Oka Bisnis, Hom Hai dan asisten Laboratorium PBL yang bekerja sama semoga kita semua sukses dan selalu dalam lindungan Allah Subhanahu wata'ala, Aamiin.

Atas partisipasi dan motivasi yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dan mendapat pahala di sisi Allah Subhanahu wata'ala.

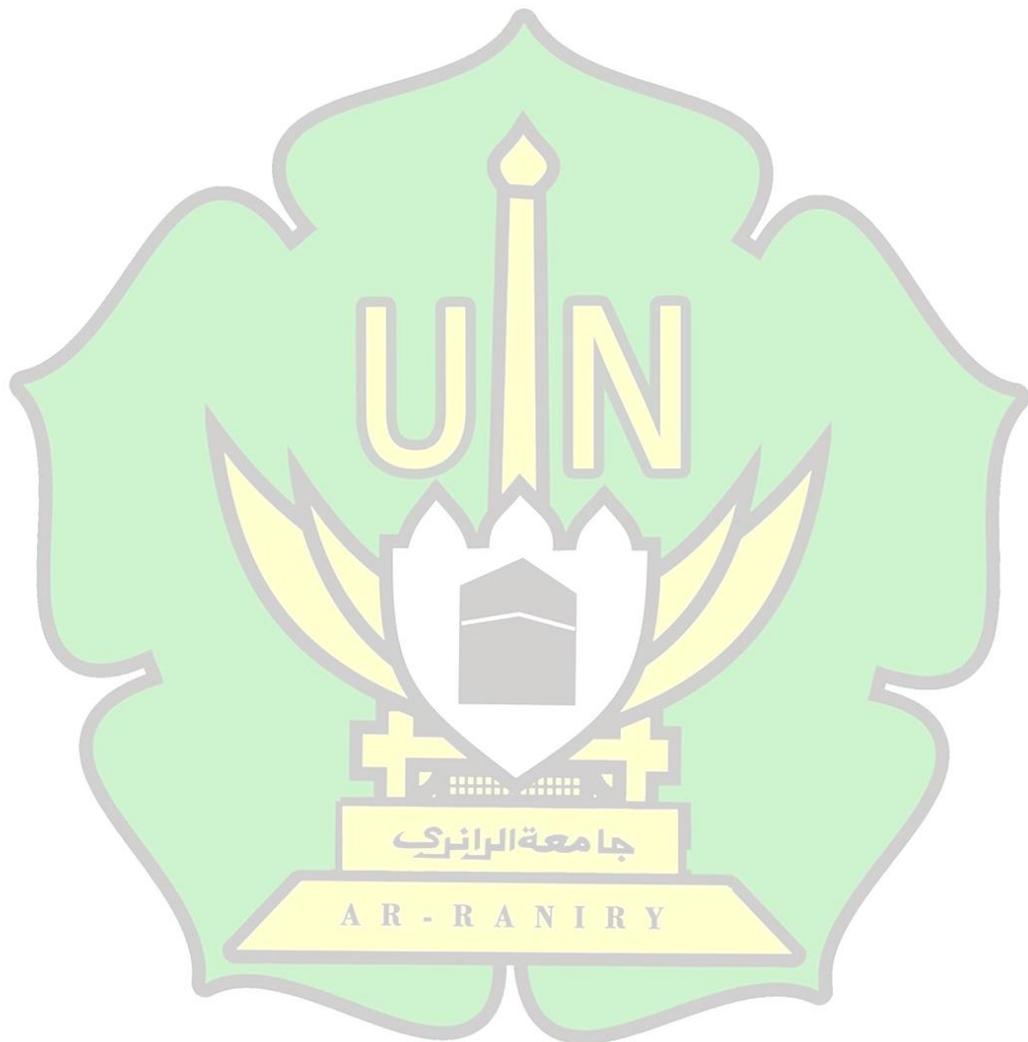
Banda Aceh, 24 Desember 2019
Penulis,

Suryani

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
SURAT PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Definisi Operasional	7
BAB II : LANDASAN TEORI	13
A. Jamur.....	10
B. Bakteri.....	21
C. Fermentasi	30
D. <i>Pliek U</i>	30
E. Penunjang Pratikum Mikrobiologi dari Hasil Penelitian Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada <i>Pliek U</i>	32
BAB III : METODE PENELITIAN	34
A. Jenis Penelitian	38
B. Tempat dan Waktu Penelitian	38
C. Objek Penelitian	38
D. Alat dan Bahan	39
E. Prosedur Penelitian	40
F. Analisis Data	44
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Hasil Penelitian.....	48
B. Pembahasan	69

BAB V : PENUTUP	79
A. Kesimpulan	79
B. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



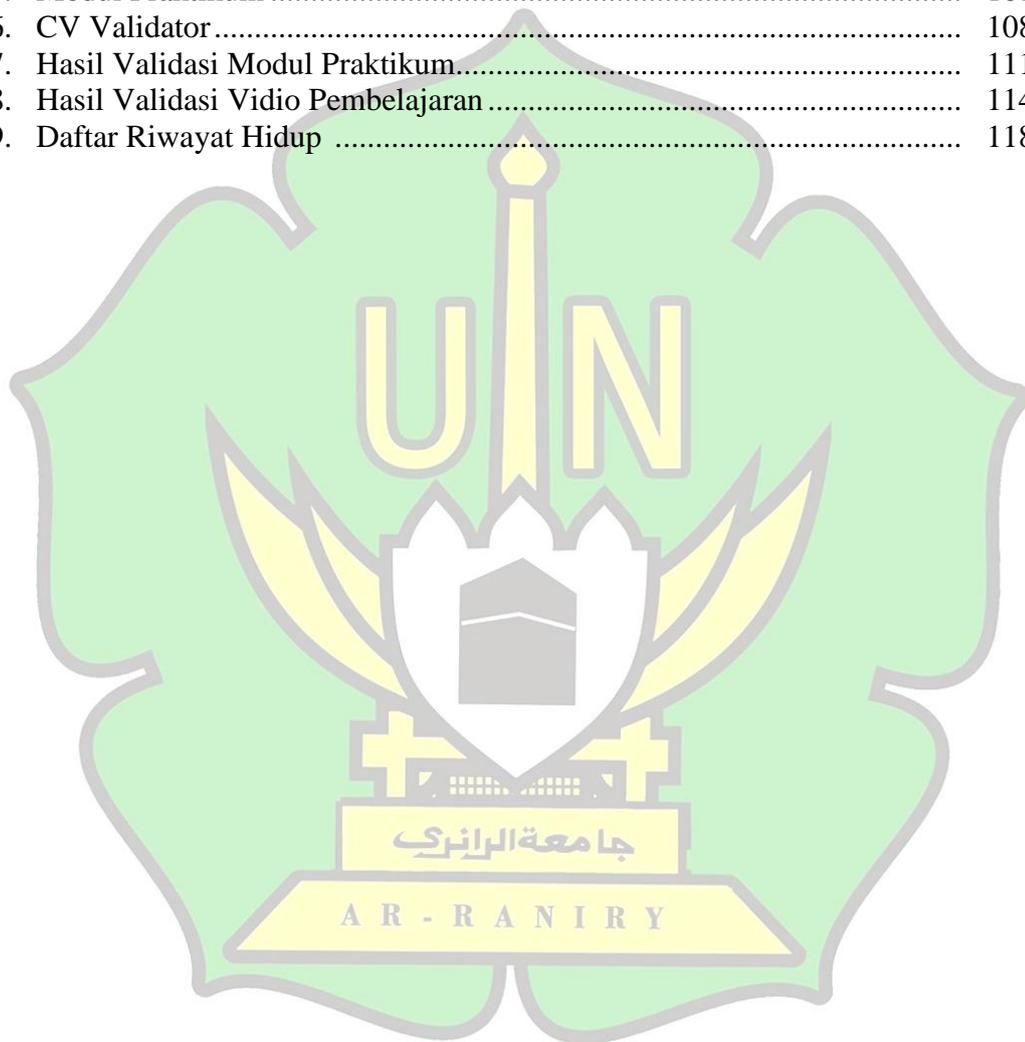
DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Kriteria Penilaian Validasi.....	28
2.2	Kriteria Kategori Kelayakan.....	29
2.3	Kriteria Penilaian Respon.....	30
3.1	Tabel Alat dan Bahan.....	32
3.2	Kriteria Penilaian Validasi.....	38
3.3	Kriteria Kategori Kelayakan.....	38
3.4	Kriteria Penilaian Respon.....	39
4.1	Data Hasil Diameter Zona Hambat yang terbentuk dari Sampel Jamur <i>Pliek U</i> terhadap Bakteri Uji <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.....	50
4.2	Tabel Uji Sampel <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	56
4.3	Tabel Uji Normalitas menggunakan <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	56
4.4	Tabel Uji <i>Homogeneity of Variences</i>	57
4.5	Tabel Uji <i>Homogenitas</i>	57
4.6	Tabel <i>Test Statistics</i> ^{a,b}	58
4.7	Tabel Uji <i>Kruskal Wallis</i>	58
4.8	Tabel Uji <i>Tukey Dan Duncan</i>	59
4.9	Tabel Uji Kesimpulan Struktur Data.....	60
4.10	Hasil Uji Kelayakan Modul Uji Aktivitas Antibakteri Jamur <i>Pliek U</i> terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	63
4.11	Hasil Uji Kelayakan Vidio pembelajaran Uji Aktivitas Antibakteri Jamur <i>Pliek U</i> terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	64
4.12	Respon Mahasiswa terhadap Penggunaan Modul Praktikum dan Vidio pembelajaran Uji Aktivitas Antibakteri Jamur <i>Pliek U</i> terhadap Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. SK Penelitian	85
2. Surat Izin Penelitian	86
3. Surat Bebas Laboratorium	87
4. Foto Kegiatan Penelitian	88
5. Modul Praktikum	101
6. CV Validator	108
7. Hasil Validasi Modul Praktikum	111
8. Hasil Validasi Vidio Pembelajaran	114
9. Daftar Riwayat Hidup	118



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pliek U merupakan produk makanan tradisional masyarakat yang terdapat di Aceh yang dihasilkan dari proses fermentasi daging buah kelapa. Proses fermentasi daging buah kelapa bertujuan untuk memperoleh minyak kelapa dan menghasilkan ampas kelapa yang disebut *Pliek U*.¹ Masyarakat Aceh menggunakan *Pliek U* sebagai bumbu penyedap untuk mengolah sayur-sayuran yang akan dijadikan kuah (gulai). Selain untuk makanan, minyak *Pliek U* juga berkhasiat sebagai obat untuk sakit kepala, mengobati luka, menurunkan panas dan sakit persendian.²

Proses pembuatan *Pliek U* di masing-masing daerah di Aceh memiliki cara yang berbeda-beda, sehingga menghasilkan kualitas *Pliek U* dengan kualitas yang berbeda pula, hal ini sangat bergantung pada proses pembuatannya .

Standar pada *Pliek U* , yaitu berwarna coklat kehitaman, tidak berbau tengik, teksturnya terurai, tidak menimbulkan rasa sakit di kerongkongan saat dikonsumsi, serta memiliki cita rasa yang khas. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan masyarakat melakukan proses fermentasi *Pliek U* menggunakan alat-alat yang tidak standar dan pada kondisi terbuka, sehingga dapat menyebabkan kelapa

¹ Nurliana, Prospek Makanan Tradisional Aceh sebagai Makanan Kesehatan: Deteksi Awal Aktivitas Antimikrob Minyak *Pliek U* dan Ekstraksi Kasar dari *Pliek U*. *Disertasi*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2009), h. 7

² Syukri, M, Kuah *Pliek U*, Gulai Para Raja. (Online). (http://www.kompasiana.com/muhammadsyukri/kuah-plier-ugulai-para-raja-aceh_diakses 16 November 2018)

terkontaminasi oleh berbagai mikroorganisme yang tidak dibutuhkan selama proses fermentasi.

Mikroorganisme memiliki peran sangat penting dalam proses pembuatan *Pliek U*.³ Kelompok mikroba yang berperan dalam pembuatan *Pliek U* diantaranya jamur dan bakteri. Sedangkan mikroba yang terdapat pada *Pliek U* yang telah disimpan beberapa bulan adalah bakteri *Bacillus subtilis*, dan jamur yang tumbuh adalah *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, dan *Aspergillus fumigatus*.⁴

Berdasarkan wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Mikrobiologi, dalam proses praktikum pada percobaan morfologi jamur sudah dilakukan pengamatan pada makanan fermentasi yaitu pada air tape tetapi belum dilakukan pada makanan fermentasi lainnya.⁵ *Pliek U* salah satu makanan khas daerah yang sangat diminati khususnya daerah Aceh. Mengingat prosesnya yang sangat tradisional memungkinkan terkontaminasi dengan berbagai mikroorganisme, baik itu yang patogen maupun yang antagonis. Selain itu, pada *Pliek U* terdapat berbagai jenis jamur yang sangat unik, baik dari segi warna maupun dari segi bentuk jamur tersebut.

Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa UIN Ar-Raniry terkait dengan pengetahuan yang berkaitan dengan *Pliek U* umumnya mahasiswa tidak mengetahui secara spesifik bagaimana proses pembusukan yang terjadi pada

³ Nurliana, Prospek Makanan ...,h. 7.

⁴ Samosir, A, Hubungan Perilaku Penjamah Pembuatan *Pliek U* pada Industri Rumah Tangga dengan Terdapatnya Jamur *Aspergillus niger* di Kecamatan Darul Imarah Aceh Besar. Tesis. Medan: Univeristas Sumatera Utara.

⁵ Wawancara dengan Zuraidah, Dosen Pengampu Mata Kuliah Mikrobiologi pada Tanggal 29 September 2018.

kelapa dan apa saja yang terlibat dalam proses pembusukan kelapa, dengan adanya penelitian ini, peneliti ingin memberikan pengetahuan terkait mikroorganisme yang terlibat dalam proses pembuatan *Pliek U*.⁶

Berdasarkan wawancara dengan masyarakat Gampong Pasie Lubuk Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar, bahwasanya proses pembuatan *Pliek U* dilakukan dengan tidak adanya perlakuan khusus, tanpa menggunakan atau menambahkan suspensi lain, seperti starter atau ragi, akan tetapi kelapa yang sudah dipisahkan dari tempurungnya dibiarkan begitu saja tanpa diberi perlakuan khusus, hal inilah yang menyebabkan tumbuhnya berbagai macam mikroorganisme, diantaranya jamur dan bakteri. Selain itu proses penjemuran pun masih sangat tradisional, ini menjadi salah satu pemicu terjadinya kontaminasi pada fermentasi kelapa.⁷

Jamur memiliki banyak manfaat untuk kesehatan dan hal-hal lainnya, dengan jelas ini menunjukkan bahwa ayat tersebut di atas sangat relevan dengan fenomena yang terjadi pada kegunaan dan manfaat dari jamur.⁸ Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rivan Rinaldi terkait dengan mikroorganisme fermentator pada proses pembuatan *Pliek U*, dapat diketahui bahwa, terdapat perbedaan spesies jamur yang terdapat pada *Pliek U* sesudah dan sebelum fermentasi. salah satu jamur yang mampu bertahan sebelum dan sesudah fermentasi dikarenakan sporanya

⁶ Wawancara dengan mahasiswa yang telah mengambil Mata Kuliah Mikrobiologi pada Tanggal 19 juni 2019.

⁷ Wawancara dengan masyarakat Gampong Pasie Lubuk Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar, pada tanggal 20 oktober 2018.

⁸ Muhammad Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, (Jilid 2) ,h.110.

firman Allah dalam Al-Quran pada surat Al-Hijr 19-20 :

فَاتَّبَعَهُ شَهَابٌ مُّبِينٌ ﴿١٨﴾ وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ
وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ﴿١٩﴾ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشَ
وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُمْ رَبْرَزِقِينَ ﴿٢٠﴾

Artinya: "Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya". (Q.S. Al-Hijr: 19-20).⁹

Ayat di atas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang terdapat di muka bumi ini adalah ciptaan Allah, dan tak sedikitpun dari ciptaan-Nya itu ada kekeliruan dari manfaat dan keberadaannya, karena Allah menciptakan seluruh yang ada di muka bumi ini sesuai dengan kadar dan ukurannya masing-masing. semua kekayaan alam yang ada di bumi ini diciptakan Allah hanya untuk manusia dan supaya manusia mau mengambil, karena semua kekayaan alam yang ada ini baik berupa makhluk hidup maupun benda mati, yang kecil maupun yang besar sudah pasti memiliki manfaat masing-masing.¹⁰

Jamur memiliki banyak manfaat untuk kesehatan dan hal-hal lainnya, dengan jelas ini menunjukkan bahwa ayat tersebut di atas sangat relevan dengan fenomena yang terjadi pada kegunaan dan manfaat dari jamur.¹¹ Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rivan Rinaldi terkait dengan mikroorganisme fermentator pada proses pembuatan *Pliek U*, dapat diketahui bahwa, terdapat perbedaan spesies jamur yang terdapat pada *Pliek U* sesudah dan sebelum fermentasi. salah satu jamur yang mampu bertahan sebelum dan sesudah

⁹ Arum Krisna Miranti, MG Isworo dan Agung Suprihadi, "Diversitas Kapang Serasah Daun Talok (*Muntingia calabura L.*) di Kawasan Desa Sukolilo Barat, Kecamatan Labang, Kabupaten Bangkalan, Madura", *Jurnal Bioma* Vol. 6, No. 2, 2015, h. 58.

¹⁰ Muhammad Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, (Jilid 2), h.110.

¹¹ Muhammad Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*, (Jilid 2), h.110.

fermentasi dikarenakan sporanya mampu bertahan pada suhu yang ekstrim yaitu dari suhu 7C° hingga 33 C°.¹²

Berdasarkan penelusuran yang telah dilakukan mengenai literatur yang memuat identifikasi morfologi mikroorganime yang terlibat langsung sebagai pembusuk daging buah kelapa pada proses fermentasi *Pliek U* masih sangat terbatas, khususnya di Program Studi Pendidikan Biologi FTK UIN Ar-Raniry. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jamur dan bakteri yang terlibat langsung sebagai pembusuk daging buah kelapa pada setiap tahapan pembuatan *pliek u* dengan cara isolasi dan identifikasi pada proses pembuatan *Pliek U*.

Penelitian tentang pemanfaatan mikroorganime dalam pengembangan makanan halal berbasis bioteknologi oleh hayyun durrotul faridah untuk mengetahui peranan mikroorganime dalam penyediaan makanan tradisional melalui fermentasi seperti pada pembuatan yoghurt, tape, keju, dan sayur asin. Mikroorganime juga berperan dalam proses rekombinasi dna sehingga menghasilkan produk makanan berkualitas seperti gmo (genetically modified organism). Bioteknologi memadukan teknologi dengan bantuan makhluk hidup misalnya mikroorganime. Bakteri dan jamur banyak digunakan dalam pengolahan makanan melalui proses fermentasi seperti fermentasi asam laktat, fermentasi jamur, fermentasi alkohol, dan fermentasi kadar garam tinggi. Sedangkan bioteknologi yang menggunakan teknik rekayasa genetika memanfaatkan plasmid bakteri untuk menyisipkan gen yang diinginkan.

¹² Olive, Lidsay, Genetics Of Sordaria Fumicola. I. Ascosp.ore Color Mutans, *American Journalof Botany*. Vol 43 (2), 2009, h. 97-107.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan isolasi mikroorganisme fermentator yang terdapat pada *Pliek U* sebagai referensi praktikum Mikrobiologi berupa modul praktikum Mikrobiologi mikroorganisme pada *Pliek U*.

B. Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan diteliti dapat dirumuskan dalam pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Mikroorganisme apa sajakah yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek U* ?
2. Bagaimanakah karakteristik morfologi mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek U* ?
3. Bagaimanakah hasil uji kelayakan dari media penunjang praktikum Mikrobiologi ?
4. Bagaimanakah hasil respon mahasiswa terhadap media penunjang praktikum Mikrobiologi?

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas maka tujuan dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui karakteristik morfologi mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek U*.
2. Untuk mengetahui mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi *Pliek U*.

3. Untuk mengetahui hasil uji kelayakan dari media penunjang praktikum Mikrobiologi.
4. Untuk mengetahui hasil respon mahasiswa terhadap media penunjang praktikum Mikrobiologi.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan penelitian pendahuluan untuk penelitian selanjutnya dan dapat juga bermanfaat sebagai sumber penjelasan dalam menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan penelitian mikroorganisme khususnya pada *Pliek U*.

2. Manfaat praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi tambahan bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada praktikum Mikrobiologi dalam bentuk modul praktikum.

E. Definisi Operasional

1. *Pliek U*

Pliek U merupakan produk makanan tradisional masyarakat Aceh yang dihasilkan dari proses fermentasi daging buah kelapa. Proses fermentasi daging buah kelapa bertujuan untuk memperoleh minyak kelapa dan menghasilkan ampas kelapa yang disebut *Pliek U*.¹³ *Pliek U* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kelapa yang diambil isolatnya pada 4 tahap, yaitu tahap sebelum

¹³ Nurliana, Prospek Makanan Tradisional Aceh Sebagai Makanan Kesehatan: Deteksi Awal Aktivitas Antimikrob Minyak *Pliek U* dan Ekstraksi Kasar dari *Pliek u*. *Disertasi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2009, h. 7.

fermentasi, tahap awal fermentasi, tahap sesudah fermentasi serta pada tahap *Pliek U*.

2. Isolat Mikroba

Isolasi adalah mengambil mikroorganisme yang terdapat di alam dan menumbuhkannya dalam suatu medium buatan.¹⁴ Prinsip dari isolasi mikroba adalah memisahkan satu jenis mikroba dengan mikroba lainnya yang berasal dari campuran bermacam-macam mikroba dengan tujuan dapat diidentifikasi tiap mikroba, khususnya jamur yang terdapat pada fermentasi kelapa (*Pliek U*).

3. Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri

Karakteristik adalah sifat khas sesuai dengan perwatakan tertentu, sedangkan morfologi adalah bentuk luar dan susunan makhluk hidup.¹⁵ Karakteristik morfologi bakteri pada penelitian ini meliputi bentuk koloni, bentuk margin, bentuk elevansi, dan permukaan dari koloni bakteri.

4. Karakteristik Morfologi Koloni Jamur

Karakteristik merupakan ciri khas dari sesuatu seperti di dalam bidang biologi karakteristik dapat dibedakan melalui anatomi dan ciri khas dari hewan lainnya.¹⁶ Pengamatan jamur pada penelitian ini ialah pengamatan jamur secara makroskopis dan mikroskopis dengan melihat spora (bentuk, permukaan, warna, ukuran), vesikel, kolumela, konidiofor ataupun sporangiofor.¹⁷

5. Penunjang Praktikum Mikrobiologi

¹⁴ Djamal, R. *Prinsip-prinsip dasar kerja dalam kimia bahan alam*. Padang: FMIPA Universitas Andalas, 1998, h. 8.

¹⁵ Kamus Besar Bahasa Indonesia, Diakses pada tanggal 19 November 2018, melalui link: <https://kbbi.web.id/buku>.

¹⁶ <https://www.google.com/search? = Definisi+karakteristik+&oq=Definisi+karakteristik>.

¹⁷ Anna Rachmawati, *Klasifikasi jamur*, (UIN: Yogyakarta, 2012), h. 14.

Penunjang praktikum yang dimaksud pada penelitian ini yaitu hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi penunjang dalam bentuk modul praktikum serta bank isolat untuk menambahkan referensi praktikum tentang mikroorganisme yang terdapat pada makanan fermentasi salah satunya *Pleik U*. Hasil penelitian ini bisa dijadikan sebagai penunjang bagi mahasiswa saat melakukan praktikum Mikrobiologi dalam bentuk modul praktikum, serta bank isolat di laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi.

6. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah percobaan untuk mendapatkan data awal kualitas bahan ajar oleh ahli yang dapat memberikan penilaian terhadap kelayakan secara struktur dan komponen produk bahan ajar.¹⁸ Uji kelayakan dalam penelitian ini yaitu uji kelayakan modul pratikum meliputi cakupan materi, kelayakan penyajian, dan pengembangan, serta uji kelayakan yang meliputi aspek format, aspek bahasa.

7. Respon Mahasiswa

Respon adalah tanggapan, reaksi atau jawaban terhadap suatu gejala atau peristiwa yang terjadi.¹⁹ Respon mahasiswa yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tanggapan mahasiswa terhadap modul praktikum melalui lembar kuesioner yang diberikan kepada responden (mahasiswa). Mahasiswa akan diberikan pernyataan terkait dua media yang diberikan dan mahasiswa memilih jawaban yang dianggap paling cocok dengan yang dialami mahasiswa.

¹⁸ Yosi Wulandari dan Wachid E, Purwanto, "Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama", *Jurnal Gramatika*, Vol. 3, No. 2, (2017), h. 162-172.

¹⁹ Pusat Bahasa Depdiknas, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 2005), Edisi ke-3 h. 952.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jamur

Jamur merupakan mikroba multiseluler yang sangat banyak dimanfaatkan manusia dalam fermentasi maupun budidaya. Bagian dari hifa yang berfungsi untuk mendapatkan nutrisi disebut hifa vegetatif sedangkan bagian hifa yang berfungsi sebagai alat reproduksi disebut hifa reproduksi atau hifa udara (*aerialhypha*), karena penunjangannya mencapai bagian atas permukaan media tempat fungi ditumbuhkan.²⁰

Salah satu bahan organik yang dapat dijadikan substrat hidup jamur adalah makanan Fermentasi. Makanan fermentasi merupakan bahan yang dapat digunakan sebagai substrak untuk pertumbuhan mikroorganismen fermentor, dan wujud fisiknya bukan sebagai zat cair melainkan zat padat, salah satunya adalah jamur.²¹

Jamur ada yang bersifat parasit dan ada pula yang bersifat saprofit. Jamur parasit apabila memperoleh makanannya dengan cara mengambil dari benda hidup yang ditumpanginya, sedangkan bersifat saprofit apabila memperoleh makanan dari benda yang telah mati dan tidak merugikan benda yang ditumpanginya.²² Siklus hidup jamur sangat bergantung pada nutrisi yang disediakan substrak serta kondisi lingkungan sekitar.

²⁰ Sylvia T. Pratiwi, *Mikrobiologi Farmasi*, (Jakarta: Erlangga, 2008), h. 38.

²¹ Widiwurjani, *Menggali Potensi Serasah Sebagai Media Tumbuh Jamur Tiram Putih*

²² Lud Waluyo, *Mikrobiologi Umum*, (Malang: UMM Press, 2007), h. 262.

Jamur memerlukan kelembaban yang tinggi, persediaan bahan organik, dan oksigen untuk pertumbuhannya. Lingkungan yang hangat dan lembab mempercepat pertumbuhan jamur. Jamur tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang mengandung banyak gula dan kondisi asam yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan bakteri. Fungi tumbuh dalam kisaran temperatur yang luas, dengan temperatur optimal berkisar antara 22-30 C°. Spesies fungi patogenik mempunyai temperatur pertumbuhan optimal lebih tinggi, yaitu berkisar antara 30-37 C°. ²³

Jamur mampu hidup pada suatu lingkungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya, antara lain sebagai berikut:

1. Nutrisi

Nutrisi sangat dibutuhkan jamur untuk kehidupan dan pertumbuhannya, yaitu sebagai sumber karbon, sumber nitrogen, sumber energi, dan faktor pertumbuhan (mineral dan vitamin). Nutrisi tersebut dibutuhkan untuk membentuk energi dan menyusun komponen-komponen sel. Kapang dapat menggunakan berbagai komponen sumber makanan dari materi yang sederhana hingga materi yang kompleks. Kapang mampu memproduksi enzim hidrolitik, seperti amilase, pektinase, proteinase dan lipase. Maka dari itu kapang mampu tumbuh pada bahan yang mengandung pati, pektin, protein atau lipid. ²⁴

²³Sylvia T. Pratiwi, *Mikrobiologi Farmasi*, (Jakarta: Erlangga, 2008), h. 41.

²⁴Lud Waluyo, *Mikrobiologi Umum*, (Malang: UMM Press, 2007), h. 266.

2. Suhu Pertumbuhan

Berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan, fungi dapat dikelompokkan sebagai fungi psikrofil, mesofil, dan termofil.

a. Fungi psikrofil adalah fungi dengan kemampuan untuk tumbuh pada atau dibawah 0 °C dan suhu maksimum 20 °C. Hanya sebagian kecil spesies fungi yang psikrofil.

b. Fungi mesofil adalah fungi yang tumbuh pada suhu 10-35 °C, suhu optimalnya 20-35°C. Fungi dapat tumbuh baik pada suhu ruangan (22-25 °C), sebagian besar fungi adalah mesofilik.

c. Fungi termofil adalah fungi yang hidup pada suhu minimum 20 °C, suhu optimum 40°C dan suhu maksimum 50-60 °C. contohnya *Aspergillus fumigatus* yang hidup pada suhu 12-55 °C. Mengetahui kisaran suhu pertumbuhan suatu fungi adalah sangat penting, terutama bila isolat-isolat tertentu akan digunakan di industri. Misalnya, fungi yang termofil atau termotoleran (*Candida tropicalis*, *Paecilomyces variotii*, dan *Mucor miehei*), dapat memberikan produk yang optimal meskipun terjadi peningkatan suhu karena metabolisme fungsinya, sehingga industri tidak memerlukan penambahan alat pendingin.²⁵

3. Derajat Keasaman Lingkungan (pH). Kebanyakan kapang dapat tumbuh baik pada pH yang luas, yaitu antara 2,0-8,5, tetapi biasanya pertumbuhannya akan baik apabila pada kondisi asam atau pH rendah. pH substrat sangat penting untuk

²⁵ Ayunasari, "Diversitas dan Visualisasi Karakter Fungi Dekomposer Serasah Daun *Avicennia marina* (Forsk) Vierh pada berbagai Tingkat Salinitas". *Skripsi*, (Medan, Indonesia: Universitas Sumatera Utara, 2009), h. 26-29.

pertumbuhan fungi, karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu.

4. Komponen Penghambat

Beberapa jamur mengeluarkan komponen yang dapat menghambat pertumbuhan organisme lainnya. Komponen ini disebut antibiotik, misalnya penisilin yang diproduksi oleh *Penicillium chrysogenum* dan clavasin yang diproduksi oleh *Aspergillus clavatus*. sedangkan beberapa komponen lainnya bersifat mikostatik atau fungistatik, yaitu menghambat pertumbuhan kapang, misalnya asam sorbat, propionat dan asetat, atau bersifat fungisidal yaitu dapat membunuh jamur.

Jamur tidak mempunyai batang, daun dan akar serta tidak mempunyai sistem pembuluh. Jamur umumnya berbentuk seperti benang, bersel banyak., dan semua dari jamur mempunyai potensi untuk tumbuh, karena tidak mempunyaiklorofil yang berarti tidak dapat memasak makanannya sendiri. Jamur tingkat tinggi maupun tingkatrendah mempunyai ciri yang khas, yaitu mempunyai benang tunggal atau bercabang-cabang yang disebut dengan hifa.

1. Hifa

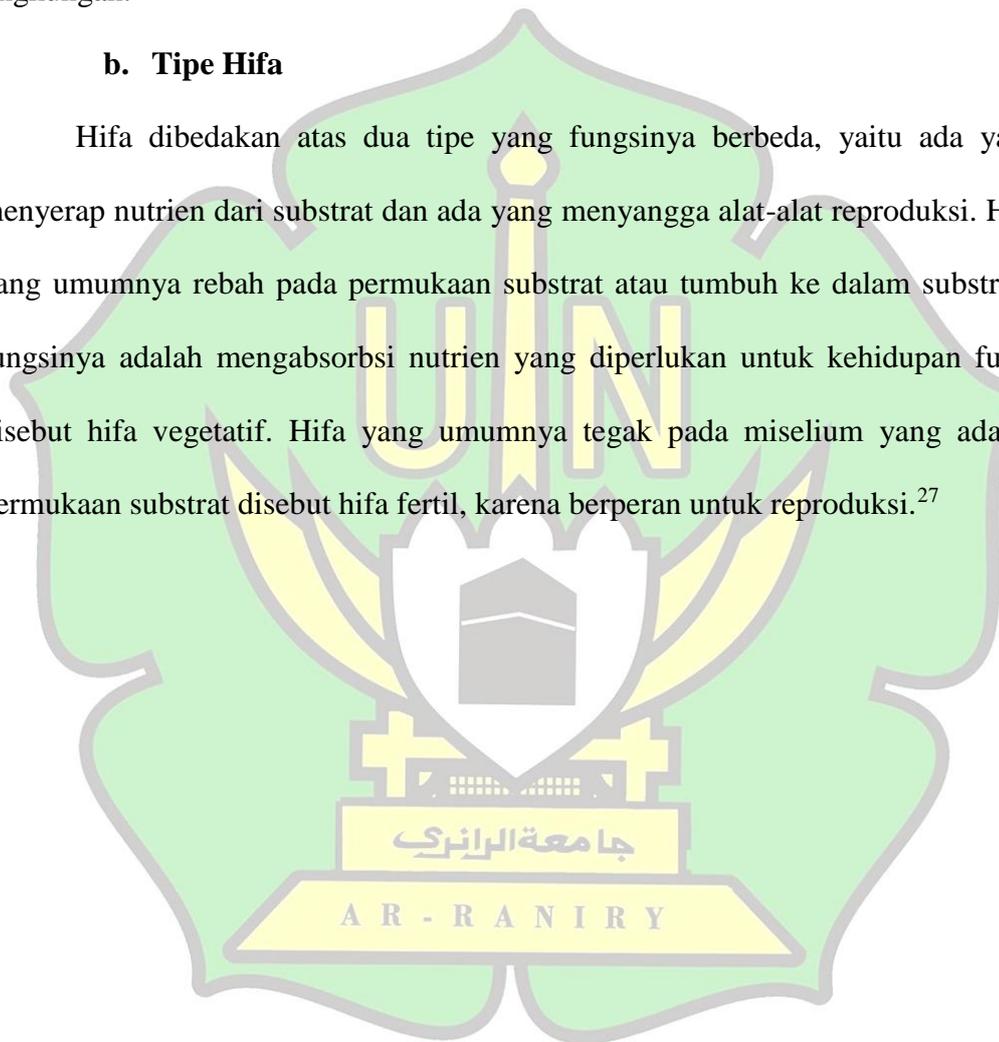
a. Pengertian Hifa

Hifa adalah suatu struktur fungus berbentuk tabung menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidia. Bagian tubuh jamur yang menyolok adalah miselium yang terbentuk dari kumpulan hifa yang bercabang-cabang membentuk suatu jala yang umumnya berwarna putih. Hifa berisi protoplasma yang dikelilingi oleh suatu dinding yang kuat.

Pertumbuhan hifa berlangsung terus-menerus di bagian apikal, sehingga panjangnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Diameter hifa umumnya tetap, berkisar 3-30 μm . Spesies-spesies yang berbeda memiliki diameter yang berbeda pula, dan ukuran diameter tersebut dapat juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan.²⁶

b. Tipe Hifa

Hifa dibedakan atas dua tipe yang fungsinya berbeda, yaitu ada yang menyerap nutrisi dari substrat dan ada yang menyangga alat-alat reproduksi. Hifa yang umumnya rebah pada permukaan substrat atau tumbuh ke dalam substrat, fungsinya adalah mengabsorpsi nutrisi yang diperlukan untuk kehidupan fungi disebut hifa vegetatif. Hifa yang umumnya tegak pada miselium yang ada di permukaan substrat disebut hifa fertil, karena berperan untuk reproduksi.²⁷

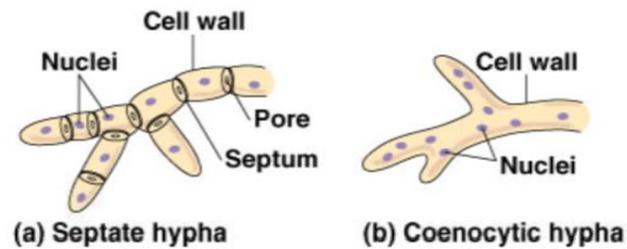


²⁶ Indrawati Gandjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyanti Oerari, *Mikologi Dasar dan Terapan*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h.10-11.

²⁷ Indrawati Gandjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyanti Oerari, *Mikologi Dasar dan Terapan*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h.10-11.

c. Hifa Berdasarkan Septum/Septa

Gambar bentuk hifa dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Bentuk Hifa²⁸

Berdasarkan morfologi hifa secara mikroskopis, kita dapat membedakan hifa yang mempunyai septum dan yang tidak. Hifa yang berseptum dapat dilihat dengan mudah pada Hyphomycetes (*Aspergillus oryzae*, *Curvularia lunata*, *Penicillium italicum*, *Penicillium chrysogenum*, dan masih banyak lainnya), sedangkan hifa yang tidak berseptum dimiliki oleh Zygomycetes seperti *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Absidia* sp., dan lain-lain. Hifa yang berseptum dan memiliki satu inti disebut hifa monositik, sedangkan hifa yang tidak berseptum sehingga memiliki banyak inti disebut hifa senositik.²⁹

Dalam Mikrobiologi definisi pertumbuhan adalah pertambahan volume sel karena adanya pertambahan protoplasma dan senyawa asam nukleat yang melibatkan sintesis DNA dan pembelahan mitosis. Pertambahan volume sel tersebut adalah irreversibel, artinya tidak dapat kembali ke volume semula. Pada umumnya satu koloni digunakan sebagai kriteria terjadinya pertumbuhan, karena massa sel tersebut berasal dari satu sel. Jadi sesuatu yang semula tidak terlihat,

²⁸ Filza Yulina Ade, "Isolasi Dan Identifikasi Jamur-Jamur Pendegradasi Amilosa Pada Empelur Tanaman Sagu (*Metroxylon Sagu* Rottb.)" *Jurnal Ilmiah Edu Research* Vol.2 No.1. 2013

²⁹ Indrawati Gandjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyanti Oerari, *Mikologi Dasar dan Terapan*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h.12.

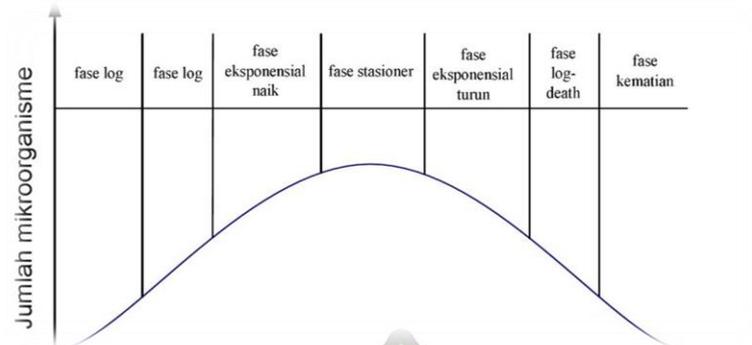
yaitu suatu spora atau konidia fungi, menjadi miselium atau koloni yang dapat dilihat. Bila suatu konidia atau spora fungi ditanam di atas agar dalam cawan petri, maka setelah satu dua hari baru terlihat sesuatu pada permukaan agar.³⁰

Setiap mikroorganisme mempunyai kurva pertumbuhan, begitu pula fungi. Kurva tersebut diperoleh dari menghitung massa sel pada kapang atau kekeruhan media pada jamur dalam waktu tertentu. Kurva pertumbuhan mempunyai beberapa fase, antara lain: (1) fase lag, yaitu fase penyesuaian sel-sel dengan lingkungan dan pembentukan enzim-enzim untuk mengurai substrat; (2) fase ekselersi, yaitu fase mulainya sel-sel membelah dan fase lag menjadi fase aktif; (3) fase eksponensial, merupakan fase perbanyak jumlah sel yang sangat banyak, aktivitas sel sangat meningkat, dan merupakan fase yang penting dalam kehidupan fungi. Pada awal dari fase ini dapat memanen enzim-enzim dan pada akhir dari fase ini atau (4) fase deselerasi yaitu waktu sel-sel mulai kurang aktif membelah, (5) fase stasioner, yaitu fase jumlah sel yang bertambah dan jumlah sel yang mati relatif seimbang. Selanjutnya adalah (6) fase kematian dipercepat, jumlah sel-sel yang mati atau tidak aktif sama sekali lebih banyak daripada sel-sel yang masih hidup.³¹ Gambar kurva pertumbuhan jamur dapat dilihat pada gambar

2.2

³⁰ Indrawati Gandjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyanti Oerari, *Mikologi Dasar dan Terapan*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h.36.

³¹ Indrawati Gandjar, Wellyzar Sjamsuridzal, Ariyanti Oerari, *Mikologi Dasar dan Terapan*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h.39.



Gambar 2.2 Kurva Pertumbuhan Jamur³²

Beberapa jamur yang digunakan dalam proses fermentasi diantaranya *Aspergillus oryzae* yang digunakan dalam produksi beberapa pangan oriental seperti sake, kecap kedelai. Kapang ini juga digunakan sebagai sumber beberapa enzim pangan. *Aspergillus niger* digunakan untuk produksi asam sitrat dan asam glukonat dari sukrosa, serta digunakan sebagai sumber enzim pektinase dan amilase. *Penicillium roquefortii* digunakan untuk fermentasi keju Roqueforti, Gorgonzola, dan keju biru.³³

Kapang *Aspergillus sp* memiliki ciri-ciri membentuk koloni memiliki hifa seperti butiran berwarna hitam tersebut paling mendekati dengan ciri-ciri *Aspergillus niger*. Hal ini sesuai dengan pendapat Sudjadi yang menyatakan kapang jenis *Aspergillus niger* membentuk koloni berwarna hitam. Menurut Gandjar koloni kapang *Aspergillus niger* berbentuk bludru, tepung halus atau

³² Uswatun, "Hasanah, Kurva Pertumbuhan Jamur Endofit Anti Jamur Candida Dari Tumbuhan Raru (Cotylelobium Melanoxilon) Genus Aspergillus", *Jurnal Biosains*, Vol.4, No. 02, 201, Hal.2

³³ Tatang Sopandi, *Mikrobiologi Pangan*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2014), h.228.

seperti butiran yang kasar yang memiliki warna hitam kelam atau hitam kecoklatan.³⁴

2. Klasifikasi Jamur

Berdasarkan bentuk, Jamur terdiri dari empat kelas utama yaitu :

a. Chitridiomycetes

Sebagian besar Chitridiomycetes adalah organisme aquatik. Chitridiomycetes merupakan jamur yang berflagel. Cara penyerapan makanannya dengan cara absorpsi, dinding selnya terbuat dari kitin. Sebagian besar Chitridiomycetes membentuk hifa senositik dan spora berflagel tunggal atau disebut zoospora

b. Zygomycetes

Anggota Zygomycetes memiliki hifa yang tidak bersekat dan memiliki banyak inti disebut hifa senositik. Kebanyakan kelompok ini saprofit. Berkembang biak secara aseksual dengan spora, dan secara seksual dengan zigospora. Ketika sporangium pecah, sporangiospora tersebar, dan jika jatuh pada medium yang cocok akan tumbuh menjadi individu baru. Hifa yang senositik akan berkonjugasi dengan hifa lain membentuk zigospora

c. Ascomycetes

Golongan jamur ini memiliki ciri dengan spora yang terdapat di dalam kantung yang disebut askus. Askus adalah sel yang membesar yang didalamnya terdapat spora yang disebut askospora. Setiap askus biasanya memiliki 2-8 askospora. Kelompok ini memiliki 2 stadium perkembangbiakan yaitu stadium

³⁴ Muhammad Nurdianto, Total Jamur, Jenis Kapang dan Khamir Pellet Ayam Kampung Super dengan Penambahan Berbagai Level Pollard Berprobiotik, *Jurnal Peternakan*, vol 15, no 2, 2015

konidium (aseksual) dan stadium askus (seksual). Sebagian besar Ascomycetes bersifat mikroskopis dan hanya sebagian kecil bersifat makroskopis yang memiliki tubuh buah

d. Basidiomycetes

Kebanyakan anggota Basidiomycetes adalah jamur payung dan cendawan. Basidiomycetes mempunyai hifa yang bersekat, fase seksualnya dengan pembentukan basidiospora yang terbentuk pada basidium sedangkan fase aseksualnya ditandai dengan pembentukan konidium. Konidium maupun basidiospora pada kondisi yang sesuai dapat tumbuh dengan membentuk hifa bersekat melintang yang berinti satu (monokariotik). Selanjutnya, hifa akan tumbuh membentuk miselium. Untuk jamur yang belum diketahui cara perkembangbiakan secara generatifnya dikelompokkan ke dalam kelas khusus Deuteromycetes. Deuteromycetes merupakan jamur yang hifanya bersekat dan menghasilkan konidia, namun jamur ini belum diketahui cara perkembangbiakan secara generatifnya.

Deuteromycetes disebut juga jamur imperfecti (jamur tidak sempurna). Penamaan atau pengelompokan ini bersifat sementara karena apabila telah diketahui cara reproduksi generatifnya (pembentukan askus) maka dikelompokkan ke dalam kelas Ascomycetes. Deuteromycetes secara filogenetik bukan merupakan suatu kelompok taksonomi.³⁵

Proses fermentasi terjadi karena terlibat beberapa jamur dalam jumlah kecil maupun besar. Adanya gula menyebabkan mikrobial yang menggunakan sumber

³⁵ Campbell, Reece dan Mitchell. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga, 2003, h.134

karbon gula mampu tumbuh dan menghasilkan alkohol. Yang masuk dalam kelompok ini adalah *Saccharomyces* dan *Candida* yang menyebabkan makanan berubah menjadi alkoholik. Adanya alkohol juga memacu tumbuhnya bakteri pengoksidasi alkohol yaitu *Acetobacter aceti* yang mengubah alkohol menjadi asam asetat dan menyebabkan rasa masam pada makanan fermentasi yang dihasilkan.³⁶

3. Sifat-sifat Jamur

Jamur pada dasarnya bersifat heterotrof yaitu organisme yang dapat menyerap zat organik dari lingkungan melalui hifa dan miselium untuk memperoleh makanannya, dan kemudian menyimpannya dalam bentuk glikogen. Semua zat seperti karbohidrat, protein, vitamin, dan senyawa kimia lainnya diperoleh dari lingkungannya. Jamur dapat bersifat parasit obligat, parasit fakultatif, dan saprofit. Jamur jenis saprofit ini hanya dapat hidup pada inangnya dan tidak dapat hidup di luar inangnya. Misalnya *Pneumonia carinii* merupakan jamur yang menginfeksi paru-paru penderita AIDS..

Parasit fakultatif merupakan Jamur jenis ini dapat hidup di luar inangnya. Jamur jenis ini bersifat parasit jika hidup pada inang yang sesuai dan bersifat saprofit jika hidup pada inang yang tidak sesuai. Misalnya *Pythium* sp. yang hidup sebagai saprofit di tanah lembab dan dapat menyebabkan penyakit busuk pada kecambah tembakau.

³⁶Filza Yulina Ade, "Isolasi Dan Identifikasi Jamur-Jamur Pendeградasi Amilosa Pada Empelur Tanaman Sagu (*Metroxylon Sagu* Rottb.)" *Jurnal Ilmiah Edu Research* Vol.2 No.1, 2013

Jamur yang bersifat saprofit dapat melapukkan susunan zat organik seperti pada kayu tumbang dan buah jatuh. Selain itu, hifa dapat juga menyerap secara langsung bahan-bahan organik dalam bentuk sederhana yang dikeluarkan oleh inangnya. Misalnya marga *Trichoderma* yang dapat mendekomposisi limbah organik menjadi kompos.

B. Bakteri

Bakteri adalah organisme uniseluler dan mempunyai tiga bentuk morfologi, yaitu bulat (*cocci*), batang (*bacilli*), dan kurva (*comma*). Bakteri dapat membentuk gerombol atau rantai (dua atau lebih sel), atau tetrad. Bakteri dapat motil atau nonmotil. Material sitoplasma diselubungi dinding sel pada permukaan dan membran di bawah dinding. Nutrisi dan bentuk molekul atau ion ditransportasi dari lingkungan melalui membran dengan beberapa mekanisme spesifik.³⁷

Bakteri merupakan mikrobia uniseluler umumnya bakteri tidak mempunyai klorofil. Ada beberapa yang fotosintetik dan reproduksi aseksualnya secara pembelahan. Bakteri tersebar luas di alam, di dalam tanah, di atmosfer, di dalam endapan-endapan lumpur, di dalam lumpur laut, dalam air, pada sumber air panas, di daerah antartika, dalam tubuh hewan, manusia, dan tanaman.³⁸

Berdasarkan perlakuan pewarnaan Gram, sel bakteri dibagi dalam 2 kelompok, yaitu bakteri Gram positif dan Gram negatif. Sel bakteri gram negatif mempunyai dinding kompleks yang mengandung membran luar dan membran tengah. Membran luar tersusun oleh liposakarida (LPS), lipoprotein (LP), dan

³⁷ Tatang Sopandi, *Mikrobiologi Pangan*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2014), h.21.

³⁸ Nur Hidayat, *Mikrobiologi Industri*, (Malang : Penerbit Andi Publisher, 2006), h.16.

fosfolipit. Sel bakteri Gram positif mempunyai dinding sel tebal yang tersusun oleh beberapa lapis mukopeptida, yang bertanggung jawab terhadap struktur tebal dan kaku serta 2 jenis asam teikoat.³⁹

Bakteri selulolitik dan bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang sering digunakan dalam proses fermentasi. Enzim selulase yang diproduksi oleh bakteri selulolitik dapat memecah selulosa sehingga menghasilkan tepung dengan tekstur lembut. Penambahan bakteri selulolitik dalam fermentasi tepung dapat meningkatkan kualitas tepung yang dihasilkan. Penambahan bakteri asam laktat dalam fermentasi dapat menghasilkan tepung dengan tekstur yang lembut dan warna tepung lebih putih dibandingkan tepung tanpa fermentasi. Fermentasi asam laktat merupakan proses biologis yang mengubah gula seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa menjadi energi seluler dan laktat sebagai produk metabolik. Glukosa merupakan substrat pertama yang akan digunakan oleh bakteri asam laktat dalam proses fermentasi.⁴⁰

1. Jenis-jenis Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme utama yang terdapat dalam makanan, memiliki laju pertumbuhannya yang cepat dan dapat tumbuh pada kisaran suhu luas, aerobiosis pH, dan aktivitas air, serta mampu tumbuh sama baiknya pada kondisi ekstrim seperti spora yang dapat bertahan hidup pada suhu tinggi, salah

³⁹ Tatang Sopandi, *Mikrobiologi Pangan*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2014), h.22-23.

⁴⁰ Rini Handayani, "Fermentasi Jali Menggunakan Bakteri Selulolitik Dan Bakteri Asam Laktat untuk Pembuatan Tepung" *Jurnal Biologi Indonesia*, Vol. 14, Hal.1, 2018.

satunya bakteri asam laktat. Kelompok bakteri asam laktat merupakan bakteri yang dapat memproduksi asam laktat dalam jumlah besar dari karbohidrat.⁴¹

Bakteri asam laktat mempunyai peranan esensial pada semua proses fermentasi makanan dan minuman. Peran utama bakteri ini dalam industri makanan adalah untuk pengasam bahan mentah dengan memproduksi sebagian besar asam laktat, asam asetat, etanol dan CO₂ (bakteri heterofermentatif). Menurut Lindquist, bakteri asam laktat banyak digunakan dalam produk susu seperti yogurt, *sour cream* (susu asam), keju, mentega, dan produksi asam-asaman, serta asinan.⁴²

Asam-asam organik dari produk fermentasi merupakan hasil hidrolisis asam lemak dan juga sebagai hasil aktivitas pertumbuhan bakteri. Penentuan kuantitatif asam organik pada produk fermentasi adalah penting untuk mempelajari kontribusi bagi aroma sebagian besar produk fermentasi, alasan gizi, dan sebagai indikator aktivitas bakteri. Asam-asam organik juga sering digunakan sebagai *acidulants* (bahan pengasam) yang dapat menurunkan pH. sehingga pertumbuhan mikroba berbahaya pada produk fermentasi akan terhambat. Menurut Rahayu pada fermentasi tempoyak ditemukan bakteri asam laktat yang diduga adalah *Lactobacillus casei* sub sp. *rhamnosus* yang bersifat fakultatif heterofermentatif dan *Lactobacillus fersantum* yang bersifat heterofermentatif.⁴³

⁴¹ Tatang Sopandi, *Mikrobiologi Pangan*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2014), h.22-23.

⁴² Lindquist, J.” General Overview of The Lactic Acid Bacteria Departement of Bacteriology, University of Wisconsin. Madison”, *Food Science* , Vol.324, No.102, 1998.

⁴³ Hasrul Satria, “Pembentukan Asam Organik oleh Isolat Bakteri Asam Laktat pada Media Ekstra Daging Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.)” *Jurnal Bioscientiae*, Vol.2, No.1, 2003, h.16.

Spesies yang berasal dari 12 genus bakteri, pada saat ini diketahui sebagai bakteri asam laktat, karena kemampuan bakteri tersebut melakukan metabolisme karbohidrat dan menghasilkan asam laktat dalam jumlah yang relatif besar. Genus bakteri yang diketahui sebagai bakteri asam laktat meliputi *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Aerococcus*, *Vagococcus*, *Tetragenococcus*, *Carnobacterium*, *Weissella*, dan *Oenococcus*. Spesies utama dari genus *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, dan *Streptococcus thermophilus* termasuk dalam kelompok ini.⁴⁴

2. Karakteristik dan Morfologi Bakteri

Karakteristik adalah mempunyai sifat khas sesuai dengan perwatakan tertentu, sedangkan morfologi adalah bentuk luar dan susunan makhluk hidup.⁴⁵ Bakteri umumnya berukuran kecil dengan karakteristik dimensi sekitar 1 µm. Bentuknya dapat bulat atau *cocci*, batang atau *bacilli*. Sel dapat tunggal ataupun rantai. Beberapa kelompok memiliki *flagella* dan dapat bergerak aktif.⁴⁶

3. Bentuk koloni Bakteri

a. Bentuk bulat (kokus), dapat dibedakan lagi dalam :

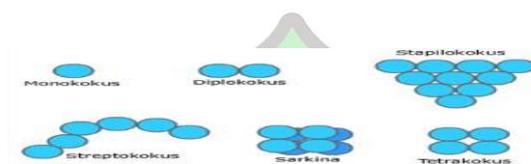
- 1) Mikrokokus, bulat satu-satu.
- 2) Diplokokus, bulat bergandengan dua-dua.
- 3) Streptokokus, bulat bergandengan seperti rantai sebagai hasil pembelahan sel ke satu atau dua arah dalam satu garis.

⁴⁴ Tatang Sopandi, *Mikrobiologi Pangan*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2014), h.40.

⁴⁵ Kamus Besar Bahasa Indonesia, <https://kbbi.web.id/buku>, Diakses pada Tanggal 20 Mei 2016.

⁴⁶ Nur Hidayat, *Mikrobiologi Industri*, (Yogyakarta: Andi Publisher, 2006), h. 16.

- 4) Tetrakokus, bulat terdiri dari 4 sel yang tersusun dalam bentuk bujur sangkar sebagai hasil pembelahan sel ke dua arah.
- 5) Sarsina, terdiri dari 8 sel yang tersusun dalam bentuk kubus sebagai hasil pembelahan sel ketiga arah. Bentuk-Bentuk Bakteri Kokus dapat dilihat pada gambar 2.3.

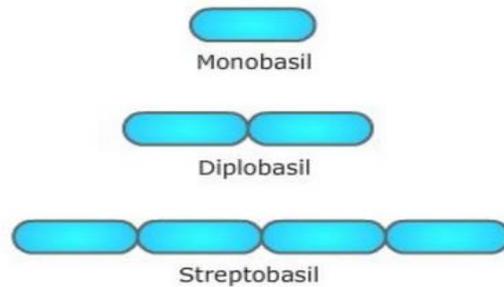


Gambar2.3 Bentuk-Bentuk Bakteri Kokus⁴⁷

b. Bentuk Batang (silindris)

Bakteri berbentuk batang dapat dibedakan lagi ke dalam bentuk batang panjang dan batang pendek dengan ujung datar atau lengkung. Bentuk batang dibedakan lagi atas bentuk batang yang mempunyai garis tengah sama dan tidak sama di seluruh bagian panjangnya. Bakteri bentuk batang dapat terdiri atas sel tunggal, bergandengan dua-dua (diplobasilus), dan sebagai rantai (streptobasilus). Bentuk-Bentuk Bakteri *Bacill* dapat dilihat pada gambar 2.4.

⁴⁷ Michelle V. Holderman, Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado, *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 17, No. 1, 201*, hal.4



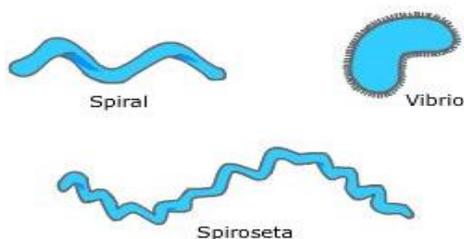
Gambar 2.4 Bentuk-Bentuk Bakteri *Bacill*.⁴⁸

c. Bentuk Lengkung (vibri)

Bentuk lengkung dibagi menjadi bentuk koma (vibrio), jika lengkungnya kurang dari setengah lingkaran. Jika spiralnya halus dan lentur disebut spirochaeta dan jika spiralnya tebal dan kaku disebut spirillum. Morfologi koloni juga mempunyai berbagai bentuk, margin, permukaan, dan elevansi. Dilihat dari segi bentuk koloni bakteri terdiri dari circular, irreguler, spindle, filamentous, dan rhizoid. Sedangkan dilihat dari permukaan, koloni bakteri ada yang permukaannya halus mengkilap, kasar, berkerut, dan kering seperti bubuk.

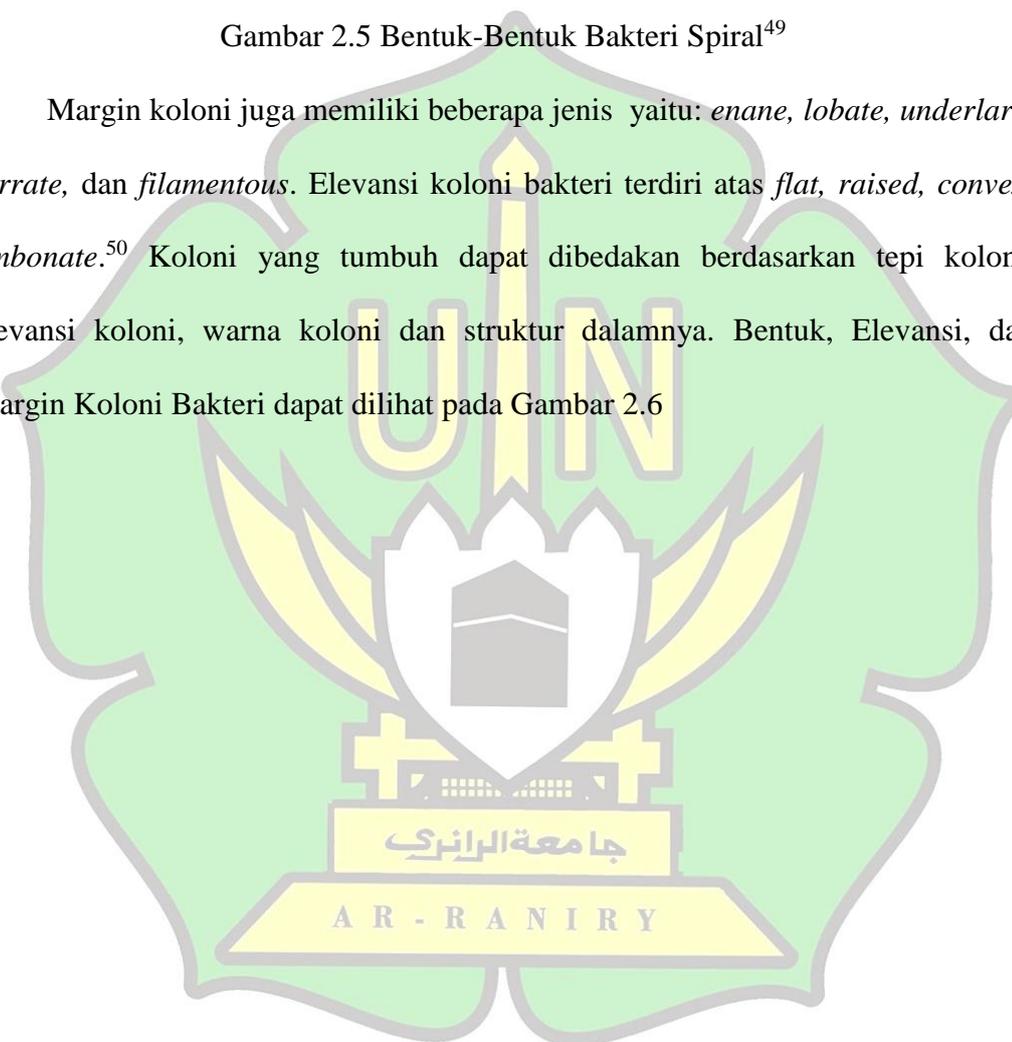
Bentuk-Bentuk Bakteri Spiral dapat dilihat pada Gambar 2.5.

⁴⁸ Michelle V. Holderman, Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado, *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 17, No. 1, 201*, hal.4



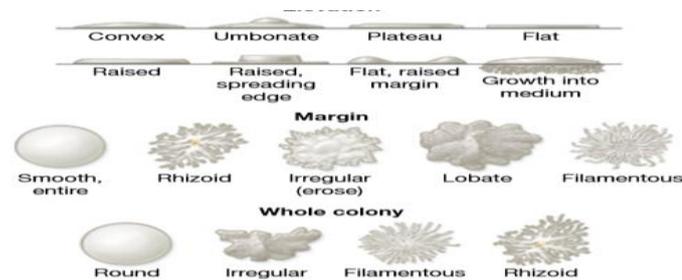
Gambar 2.5 Bentuk-Bentuk Bakteri Spiral⁴⁹

Margin koloni juga memiliki beberapa jenis yaitu: *enane*, *lobate*, *underlare*, *serrate*, dan *filamentous*. Elevansi koloni bakteri terdiri atas *flat*, *raised*, *convex*, *umbonate*.⁵⁰ Koloni yang tumbuh dapat dibedakan berdasarkan tepi koloni, elevansi koloni, warna koloni dan struktur dalamnya. Bentuk, Elevansi, dan Margin Koloni Bakteri dapat dilihat pada Gambar 2.6



⁴⁹Michelle V. Holderman, Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado, *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 17, No. 1, 201*,hal.4

⁵⁰ Michelle V. Holderman, Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado, *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 17, No. 1, 201*,hal.4



Gambar 2.6 Bentuk, Elevansi, dan Margin Koloni Bakteri.⁵¹

d. Pertumbuhan Bakteri

Terdapat 4 fase pertumbuhan bakteri ketika ditumbuhkan pada kultur curah, yaitu fase penyesuaian (lag) nol, fase *eksponensial* (tetap) fase maksimum *stationary* (nol) fase penurunan (fase kematian)

a) Fase penyesuaian (lag) nol

Fase penyesuaian merupakan suatu masa saat sel-sel yang kekurangan metabolit dan enzim akibat keadaan yang tidak menguntungkan dalam pembiakan terdahulu, menyesuaikan diri dengan lingkungannya yang baru. Enzim-enzim dan zat-zat antara terbentuk dan terkumpul sampai mencapai konsentrasi yang memungkinkan pertumbuhan dimulai lagi.⁵² Sel-sel diambil dari pembenihan yang sama sekali berlainan, sering terjadi bahwa sel-sel tersebut secara genetika tidak mampu tumbuh dalam perbenihan baru. Dalam hal ini, fase penyesuaian yang panjang diperlukan, sesuai dengan masa yang diperlukan oleh beberapa mutan dalam inokulum untuk berkembang biak secukupnya sehingga terlihat adanya penambahan jumlah sel.

⁵¹ Aminollah, "Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Patogen *Escherichia Coli* Dan *Salmonella Sp.* Pada Kotoran Kelelawar Di Gua Pongangan, Gresik Dan Gudang Talun Bojonegoro, Jawa Timur" *Jurnal Sains* vol.2, no.2, 2012

⁵² Tjahjadi Purwoko, *Fisiologi Mikroba*, (Jakarta : Bumi Aksara, 2007), h. 33.

b) Fase eksponensial (tetap)

Selama fase eksponensial yang perhitungannya telah dibahas, sel-sel berada dalam keadaan yang stabil. Bahan sel baru terbentuk dengan laju yang konstan, tetapi bahan yang baru itu sendiri bersifat katalis sehingga massa bertambah secara eksponensial. Ketika konsentrasi sel melebihi sekitar 1×10^7 /ml (pada kasus bakteri), kecepatan pertumbuhan akan menurun sampai oksigen dipaksa masuk ke dalam media oleh agitasi atau pengelembungan di udara. Pada saat konsentrasi bakteri mencapai $4-5 \times 10^9$ /ml, kecepatan difusi oksigen tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam media yang berisi udara dan pertumbuhan semakin lama semakin lambat.⁵³

c) Fase maksimum stationary (nol)

Kekurangan nutrisi atau akumulasi produk toksik menyebabkan pertumbuhan sama sekali berhenti. Pada sebagian besar kasus pergantian sel menempati fase stasioner, dimana terdapat kehilangan sel perlahan-lahan melalui kematian yang diimbangi oleh pembentukan sel baru melalui pertumbuhan dan pembelahan. Pada saat hal ini terjadi, jumlah sel total secara perlahan meningkatkan jumlah sel yang dapat hidup tetap konstan.⁵⁴

d) Fase penurunan (fase kematian)

Setelah periode waktu pada fase stasioner, yang bervariasi pada tiap organisme dan kondisi kultur, kecepatan kematian meningkat sampai mencapai tingkat yang tetap. Sering kali setelah mayoritas sel mati, kecepatan kematian menurun secara drastis, sehingga sejumlah kecil sel yang hidup akan bertahan

⁵³ Tjahjadi Purwoko, *Fisiologi Mikroba*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h. 34.

⁵⁴ Tjahjadi Purwoko, *Fisiologi Mikroba*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2007) h. 35.

selama beberapa bulan atau tahun. Persistensi ini mungkin pada beberapa kasus mencerminkan pergantian sel, sebagian kecil sel tumbuh dengan memakai nutrisi yang dilepaskan sedangkan sel yang lain mati dan lisis.⁵⁵ Isolasi Mikroba

Isolasi mikroba adalah mengambil mikroorganisme yang terdapat di alam dan menumbuhkannya dalam suatu medium buatan. Proses pemisahan atau pemurnian dari mikroorganisme lain perlu dilakukan karena semua pekerjaan mikrobiologis, misalnya telaah dan identifikasi mikroorganisme, memerlukan suatu populasi yang hanya terdiri dari satu macam mikroorganisme saja. Prinsip dari isolasi mikroba adalah memisahkan satu jenis mikroba dengan mikroba lainnya yang berasal dari campuran bermacam-macam mikroba. Hal ini dapat dilakukan dengan menumbuhkannya dalam media.

Dalam kegiatan mikrobiologi pembuatan isolasi dilakukan dengan cara mengambil sampel mikroba dari lingkungan yang ingin diteliti. Dari sampel tersebut kemudian dikultur dengan menggunakan media universal atau media selektif, tergantung tujuan yang ingin dicapai. Kultur murni atau biakan murni sangat berguna didalam mikrobiologi, yaitu untuk menelaah dan mengidentifikasi mikroorganisme, termasuk penelaahan ciri-ciri cultural, morfologis, fisiologis, maupun serologis, yang memerlukan suatu populasi yang terdiri dari satu macam mikroorganisme saja. Sebelum mengisolasi, harus diketahui mikroba apa yang akan diisolasi dan habitatnya untuk menentukan sampel dan media apa yang akan digunakan. Pemilihan mikroba sebagai sumber enzim mempunyai beberapa keuntungan bila dibandingkan yang diisolasi dari tanaman ataupun hewan antara

⁵⁵ Tjahjadi Purwoko, *Fisiologi Mikroba*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2007) h. 35.

lain adalah sel mikroba relatif lebih mudah ditumbuhkan, kecepatan pertumbuhan relatif lebih cepat, skala produksi sel lebih mudah ditingkatkan bila dikehendaki produksi yang lebih besar, biaya produksinya relatif rendah, kondisi selama produksi tidak tergantung oleh adanya pergantian musim dan waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi lebih pendek.

C. Fermentasi

Fermentasi merupakan proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi terutama adalah karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu. Fermentasi timbul sebagai hasil dari metabolisme energi tipe anaerobik yang berfungsi sebagai donor dan aseptor elektronnya adalah senyawa organik. Dalam proses fermentasi terjadi perubahan kimia dalam bahan pangan yang disebabkan oleh aktivitas enzim. Enzim yang berperan tersebut dapat dihasilkan oleh mikroorganisme atau telah ada dalam bahan pangan.⁵⁶

Fermentasi dalam pemrosesan bahan pangan melibatkan perubahan karbohidra tmenjadi alkohol dan karbondioksida atau asam amino organik menggunakan ragi,bakteri, fungi atau kombinasi dari ketiganya di bawah kondisi anaerobik.

D. *Pliek U*

Pliek U merupakan produk makanan tradisional masyarakat Aceh yang dihasilkan dari proses fermentasi daging buah kelapa. Proses fermentasi daging

⁵⁶Tatang Sopandi, *Mikrobiologi Pangan*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2014), h.18.

buah kelapa bertujuan untuk memperoleh minyak kelapa dan menghasilkan ampas kelapa yang disebut *Pliek U*. Masyarakat Aceh menggunakan *Pliek U* sebagai bumbu penyedap untuk mengolah sayur-sayuran yang akan dijadikan kuah (gulai). Selain untuk makanan, minyak *Pliek U* juga berkhasiat sebagai obat untuk sakit kepala, mengobati luka, menurunkan panas, sakit persendian dan sakit perut. Tahap pembuatan *Pliek U* melalui proses fermentasi, yaitu buah kelapa tua atau setengah tua dibelah, kemudian langsung dikukur dan difermentasikan dengan dibiarkan pada wadah terbuka selama 7 (tujuh) hari hingga minyaknya keluar. Selanjutnya kelapa hasil fermentasi tersebut dijemur di bawah sinar matahari selama 7 sampai dengan 9 hari sesuai dengan keadaan cuaca, lalu dipisahkan minyaknya dari ampas menggunakan alat yang disebut *peunerah* (Aceh).

Proses pembuatan *Pliek U* di masing-masing daerah di Aceh memiliki cara yang berbeda-beda, sehingga kualitas *Pliek U* yang dihasilkan belum memiliki standar, yaitu berwarna coklat kehitaman, tidak berbau tengik, teksturnya terurai, tidak menimbulkan rasa sakit di kerongkongan saat dikonsumsi, serta memiliki cita rasa yang khas. Hal ini disebabkan oleh kebiasaan masyarakat melakukan proses fermentasi *Pliek U* menggunakan alat-alat yang tidak standar dan pada kondisi terbuka, sehingga dapat menyebabkan kelapa terkontaminasi oleh berbagai mikroorganisme yang tidak dibutuhkan selama proses fermentasi.⁵⁷

Proses pembuatan *Pliek U* melalui proses fermentasi yaitu buah kelapa yang telah dibelah kemudian langsung dimasukkan ke dalam karung goni selama 3 hari

⁵⁷ Rivan Rinaldi, "Isolasi Mikroorganisme Fermentor Pada Proses Pembuatan *Pilek U*", *Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, Vol. 2 No. 1, 2016

atau diletakkan begitu saja di lantai. Setelah itu dikukur dan dibusukkan lagi. Pada saat belahan buah kelapa disimpan selama 3 hari didapati permukaan daging buah kelapa telah berlendir, lembek, dan terlihat adanya bintik-bintik kuning pada permukaan daging buah kelapa. Pada umumnya waktu penyimpanan yang lama saat pengolahan akan menyebabkan kerusakan bahan yang lebih besar.⁵⁸

E. Penunjang Pratikum Mikrobiologi dari Hasil Penelitian Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada *Pilek U*.

1. Modul Praktikum

Pemanfaatan dalam bentuk modul ditujukan untuk praktikan. Modul praktikum memuat materi tentang bakteri dan jamur yang digunakan oleh praktikan selama berlangsungnya praktikum. Modul praktikum yang disusun harus memiliki beberapa langkah agar dapat digunakan oleh praktikan guna memperlancar proses praktikum bahwa modul praktikum yang disusun berisi⁵⁹

- 1) Penentuan judul modul praktikum terlebih dahulu harus berisi judul praktikum yang sesuai dengan materi yang akan dipraktikkan.
- 2) Merumuskan tujuan dari praktikum hal ini akan membuat praktikan dapat mengetahui hal-hal yang akan dipelajari dalam praktikum.
- 3) Alat dan bahan yang akan dibawa oleh praktikan untuk kelancaran sebuah praktikum.
- 4) Tinjauan pustaka dibuat sesuai dengan materi yang akan dipraktikkan didalamnya memuat materi secara umum.

⁵⁸ Rivan Rinaldi, "Mikroorganisme Fermentor Pada Proses Pembuatan *Pilek U*", *Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, Vol. 2 No. 1, 2016

⁵⁹ Lembaga Administrasi Negara, *Pedoman Penulisan Modul*, (Jakarta: Lembaga

- 5) Menentukan prosedur kerja ntuk memudahkan praktikan maka di dalam modul harus dipaparkan cara kerja baik di laboratorium maupun di lapangan sesuai dengan materi yang akan diberikan.
- 6) Tabel hasil pengamatan yang dirancang selanjutnya diisi oleh praktikan sesuai dengan hasil pengamatan selama berlangsungnya praktikum.
- 7) Pembahasan dan kesimpulan, yang berisi hasil pengamatan serta inti sari dari praktikum yang telah dilakukan oleh praktikan.
- 8) Daftar pustaka, merupakan sumber referensi yang menjadi acuan dalam modul praktikum.

Pemanfaatan dalam bentuk modul dalam penelitian ini yaitu modul yang berisikan tentang materi bakteri dan jamur yang dipelajari pada bab Morfologi Jamur. Modul dalam praktikum berfungsi sebagai panduan praktikum, khususnya tentang karakteristik morfologi koloni bakteri dan jamur pada fermentasi *Pliek U*.

2. Uji Kelayakan

Uji kelayakan adalah percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan data awal tentang kualitas bahan ajar yang sudah disahkan oleh ahli yang dapat memberikan penilaian kelayakan secara terstruktur terhadap produk yang akan digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran.⁶⁰ Uji kelayakan dalam penelitian ini adalah untuk melihat beberapa aspek dari kelayakan modul praktikum dan bank isolat. Aspek-aspek dalam penilaian dalam uji kelayakan adalah berikut :

⁶⁰ Yosi wulandari dan Wachid E. Purwanto, “ Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”, *Jurnal Gramatika*, Vol.3, No.2, (2017), h.172.

a. Uji Kelayakan Modul Pratikum

Uji kelayakan untuk modul praktikum terdiri dari penilaian kelayakan media dan materi pada modul praktikum, terdiri dari 17 butir penilaian yang terbagi menjadi 6 aspek kualitas, yaitu :

1. Aspek Kelayakan Isi

Indikator yang dinilai pada aspek kelayakan isi meliputi kebutuhan bahan ajar, manfaat untuk penambahan wawasan, kesesuaian terhadap substansi, materi pembelajaran, kebahasaan, keterbacaan huruf yang digunakan, dan informasi materi yang disajikan.

2. Aspek Kebahasaan.

Penilaian dari aspek kebahasaan meliputi indikator penulisan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, serta pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien (jelas dan singkat).

3. Aspek Penyajian.

Aspek penyajian terdiri dari penilaian urutan sajian yang jelas, kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai, penggunaan font, jenis dan ukuran.

4. Kegrafikan.

Indikator yang terdapat pada kegrafikan yaitu tata letak (*Lay out*) ilustrasi, gambar, foto, dan kegiatan pembelajaran lebih menarik.

5. Kemanfaatan Produk.

Indikator yang terdapat pada aspek kemanfaatan produk antara lain mahasiswa lebih banyak mendapatkan kesempatan untuk belajar secara mandiri

dengan bimbingan dosen atau asisten dosen, keterlaksanaan praktikum, kesesuaian pemilihan alat dan bahan pada kegiatan praktikum⁶¹. Kondisi alat dan bahan dalam keadaan bersih dan baik (kemudahan dalam perawatan alat dan bahan dalam pratikum.

3. Respon Mahasiswa

Respon atau tanggapan dapat diartikan sebagai hasil dari pengamatan atau kesan yang tinggal di dalam diri seseorang setelah melakukan pengamatan.⁶² Respon dapat muncul dari adanya dukungan dan rintangan. Dukungan akan menimbulkan kesenangan, sedangkan rintangan akan menimbulkan rasa tidak senang. Kecendrungan rasa senang atau tidak senang akan memancing kekuatan kehendak atau kemauan.⁶³

Rasa senang atau tidak senang akan menunjukkan respon yang terdiri dari respon positif dan negatif. Respon mahasiswa yang positif mempunyai kecenderungan untuk mendekati, menyukai, menyenangkan dan mengharapkan sesuatu dari objek. Respon mahasiswa yang negatif mempunyai kecenderungan untuk menjauhi, tidak menyukai dan menghindari suatu objek.⁶⁴

Respon mahasiswa diukur dengan menggunakan lembar angket yang kemudian akan dianalisis dengan menghitung rata-rata keseluruhan skor yang

⁶¹ Fakhur Rahman, Ayu Lusiana, “ Pengembangan Modul Pratikum Mandiri sebagai Asesmen Keterampilan proses Sains dan Keterampilan Sosial Mahasiswa, *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*, Vol.1, No.2, (2017), h. 50

⁶² Noer Rohmah, *Psikologi Pendidikan*, (Yogyakarta : Teras, 2012), h. 145.

⁶³ Wasty Soemanto, *Psikologi Pendidikan : Landasan Kerja Pemimpin Pendidikan*, (Jakarta : PT Rhineka Cipta, 2003), h. 25.

⁶⁴ Febrian Widya Kusuma, “Implementasi Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Akutansi Siswa Kelas XI IPS 1 SMA Negeri 2 Wonosari Tahun Ajaran 2011/2012”, *Jurnal Pendidikan Akutansi Indonesia*, Vol.10, No. 2, (2012), h. 4.

telah dibuat. Aspek-aspek angket yang diberikan kepada mahasiswa terkait pernyataan tentang media pembelajaran dimana mahasiswa akan memilih satu jawaban yang cocok, jawaban berupa sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju dan sangat tidak setuju.

Dalam penelitian ini mahasiswa dapat memberikan responnya melalui pilihan yang telah disediakan oleh peneliti. Pilihannya yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), ragu-ragu (RR), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Respon siswa dikatakan positif jika langkah-langkah analisis hasil respon mahasiswa adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung banyaknya siswa yang menjawab setuju, sangat setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju
- b. Menghitung presentase jawaban sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju kepada setiap masing-masing jawaban.
- c. Menyatakan respon yang siswa jawab menjadi respon positif dan respon negatif.
 - a) Dikatakan positif untuk pernyataan positif jika banyak siswa yang memberikan respon “sangat setuju” dan “setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “ragu-ragu” “tidak setuju” dan “sangat tidak setuju”.
 - b) Dikatakan negatif untuk pernyataan positif jika banyak siswa yang memberikan respon “sangat setuju” dan “setuju” persentasenya lebih kecil daripada respon “ragu-ragu” “tidak setuju” dan “sangat tidak setuju”.

- c) Dikatakan positif untuk pernyataan negatif jika banyak siswa yang memberikan respon “sangat tidak setuju” dan “tidak setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “setuju” dan “sangat setuju” dan ragu-ragu”.
- d) Dikatakan negatif untuk pernyataan negatif jika banyak siswa yang memberikan respon “sangat tidak setuju” dan “tidak setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “setuju” “sangat setuju” dan ”ragu-ragu”.
- e) Persentase respon siswa dalam angket dihitung pada setiap pernyataan diangket yang terdapat pada angket.
- f) Menghitung secara keseluruhan jumlah respon positif dan negatif dengan kategori sebagai berikut:

85% ≤ Respon siswa = Sangat Positif
 70% ≤ Respon siswa < 85% = Positif
 50% ≤ Respon siswa < 70% = Kurang Positif
 Respon siswa < 50% = Tidak Positif.⁶⁵

⁶⁵Edno Kamelta, “Pemanfaatan Internet oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universitas Negeri Padang”, *Jurnal CIVED ISSN 2302-3341*, Vol. 1, No. 2 (2013), h. 144

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif digunakan untuk suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.⁵⁶ Angka yang dianalisis pada penelitian ini berupa angka yang diperoleh dari uji kelayakan dan respon siswa. Metode kualitatif adalah metode untuk meneliti suatu objek.⁵⁷ objek dalam penelitian ini yaitu bakteri dan jamur yang terdapat pada *Pliek U*.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Unit Mikrobiologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, dan proses identifikasi dilakukan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 01 Juli – 30 Desember 2019.

C. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah olahan *Pliek U* dari buah kelapa yang diolah secara tradisional. Kemudian diteliti mikroorganisme yang berperan sebagai fermentator dari golongan jamur maupun bakteri yang terdapat di dalamnya. Sampel jamur dan bakteri diambil dari kelapa yang sebelum fermentasi (S1), awal fermentasi (S2), akhir fermentasi (S3) serta *Pliek U* (S4). Kemudian masing-

⁵⁶ Kuntjojo, *Metodelogi Penelitian*, (Kediri : 2009), h.19.

⁵⁷ Kuntjojo, *Metodelogi Penelitian*, (Kediri : 2009), h.19.

masing dilakukan pengenceran untuk dilakukan penanaman dan pertumbuhan pada media. Sampel yang didapatkan diamati lebih lanjut untuk melihat jamur dan bakteri khusus yang berperan sebagai fermentator pada daging buah kelapa.

D. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel

3.1 dan 3.2 berikut ini:

Tabel 3.1 Alat yang diGunakan dalam Isolasi Mikroorganisme Fermentator Pada *Pliek U*.

No	Nama Alat	Fungsi
1	Laminar air flow	Ruang steril sebagai tempat penanaman mikroorganisme
2	Autoklaf	Tempat steril secara basah
3	Oven	Tempat steril secara kering
4	Inkubator	Untuk mengeramkan medium yang telah ditanami mikroorganisme
5	Petridish	Tempat pertumbuhan mikroorganisme
6	Needle	Untuk mengambil suspensi hifa jamur
7	Tabung Reaksi	Tempat pengenceran
8	Ose	Untuk mengambil mikroorganisme secara goresan
9	<i>Hot Plate</i>	Tempat untuk memanaskan dan memasak media
10	Labu Erlenmeyer	Sebagai wadah medium
11	Timbangan	Untuk menimbang bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan medium
12	Bunsen	Untuk mengfiksasi peralatan, tabung reaksi, nidle, dan ose.
13	Pipet mikro	Untuk mengambil sampel dalam jumlah sedikit
14	Mikroskop	Untuk melihat jamur dan bakteri
15	Kaca benda	Untuk meletakkan preparat

16	Sendok	Untuk mengambil <i>Pliek U</i>
17	Toples T	Tempat untuk fermentasi <i>Pliek U</i>
18	Pipet tetes	Untuk mengambil zat warna
19	Kamera	Untuk dokumentasi hasil penelitian.
20	Gelas baker	Untuk menampung media, akuades dan lain-lain.
21	<i>Colony counter</i>	Untuk menghitung jumlah koloni

Tabel 3.2 Bahan yang diGunakan dalam Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada *Pliek U*

NO.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Kristal violet	Untuk pewarnaan
2.	Larutan iodine	Untuk pewarnaan
3.	Media NA	Untuk penanaman isolat bakteri
4.	Alkohol 96%	Untuk proses pewarnaan
5.	Media PDA	Untuk penanaman isolat jamur
6.	Aquadest	Untuk pengenceran
7.	<i>Pliek U</i>	Untuk bahan fermentasi
9.	Media MRS agar	Untuk penanaman isolat
10.	Template DNA	Sumber DNA yang diperbanyak
11.	Primer	Acuan dalam proses inisiasi dan amplikasi sekuen DNA
12.	DNA Polimerase	Untuk melakukan perlekatan dNTP menjadi muntaian sekuen DNA.
13.	dNTP	Sebagai donor nukleotida dalam proses polimerisasi
14.	Kation bifalen	Membantu terjadinya reaksi yang efisien
15.	Buffer PCR	Menjaga keseimbangan pH larutan
16.	Aquabidest	Sebagai pelarut

E. Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel *Pliek U* dilakukan di Gampong Pasie Lubuk Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar. Isolasi dan identifikasi jamur dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry. Penelitian ini dilaksanakan pada : 12 juli 2019-30 september 2019.

1. Pengambilan Sampel Kelapa dalam pembuatan *Pliek U*

Pengambilan sampel dilakukan ketika kelapa fermentasi, awal fermentasi, akhir fermentasi, serta *Pliek U*. Setelah faktor fisik substrat diukur, selanjutnya sampel diambil dengan menggunakan peralatan steril. Sebanyak 10 g sampel masing-masing substrat diambil menggunakan sendok dan dimasukkan ke dalam erlenmayer, kemudian dibawa ke laboratorium untuk diisolasi.

a. Pengenceran Sampel

Pengenceran adalah sebuah usaha yang dipakai untuk sebuah senyawa melalui cara penambahan jumlah pelarut yang memiliki sifat netral, biasa digunakan adalah air murni (aquadest) dengan ukuran tertentu. Penambahan zat yang melarutkan pada sebuah senyawa serta berdampak turunnya kandungan kepekatan maupun derajat konsentrasi pada senyawa yang diencerkan atau dilarutkan. Dilakukan pengenceran pada substrak *Pliek U* yang akan diisolasi dari 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} sampai 10^{-5} dan pengenceran yang diambil adalah pengenceran 10^{-4} sampai 10^{-5}

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Rumus pengenceran :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

Keterangan :

V1 = volum larutan induk yang diambil

M1 = konsentrasi larutan yang diencerkan

V2 = volum larutan hasil pengenceran

M2 = konsentrasi larutan hasil pengenceran⁶⁸

b. Isolasi jamur

Medium umum semi sintetik atau alami yang mengandung nutrisi umum untuk mikroorganisme yaitu *Potato Dextrose Agar* (PDA) digunakan untuk mengkultur berbagai jenis jamur atau fungi.⁶⁹ *Pliek U* ditimbang sebanyak 10 gram dengan timbangan digital, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril yang telah diisi dengan larutan aquadest steril 9 ml untuk memperoleh suatu suspensi sel atau suspensi potongan hifa. Suspensi tersebut dikocok menggunakan Vortex Mixer. Isolat murni dari bakteri tersebut diberi nama sesuai dengan pengenceran. Sesudah 2-3 hari diinkubasi pada 28-30 °C akan tampak pertumbuhan fungi.⁷⁰

⁶⁸ Merisa Yunita, "Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan (*Aerofood ACS*) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (*Total Plate Count*) Dengan Metode *Pour Plate*"

⁶⁹ Hasanuddin, "Mikroflora pada Tempoyak", *Jurnal Agritech*, Vol. 30, No.4, 2010.

⁷⁰ Indrawati Gandjar, dkk., *Mikologi Dasar dan Terapan*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2006), h.161.

c. **Pemurnian Jamur dan bakteri**

Koloni jamur yang tumbuh pada media PDA, serta bakteri yang tumbuh pada media NA, dimurnikan dengan cara mengambil sedikit miselium atau bagian jamur serta koloni bakteri yang tidak terkontaminasi dengan ujung *needle* kemudian ditumbuhkan pada medium PDA untuk jamur dan NA untuk bakteri pada media yang baru. Koloni selanjutnya diinkubasi selama 3-7 hari hingga bersporulasi. Isolatjamur yang telah dimurnikan kemudian diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk proses isolasi dan identifikasi jamur dan bakteri pada proses pembuatan *Pliet U* Sebelum proses pemurnian dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengamatan terhadap masing-masing koloni jamur dan bakteri, yaitu bentuk, pinggiran, permukaan dan warna koloni. Setelah diamati persamaan dan perbedaan ciri-cirinya, kemudian dilakukan proses pemurnian.

d. **Identifikasi Jamur dan bakteri**

Setelah didapatkan isolat murni, masing-masing jamur pada setiap tahapan dalam proses pembuatan *Pliet u* selanjutnya dilakukan proses identifikasi. Identifikasi dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama yaitu pengamatan fungi koloni bakteri secara makroskopis yang meliputi pengamatan terhadap warna, bentuk, pinggiran dan elevasi koloni. Tahap kedua yaitu, pengamatan secara mikroskopis yang dilakukan secara molekuler.

Identifikasi jamur biasanya dilakukan dengan melihat morfologi, terutama secara mikroskopik. Sifat-sifat yang digunakan untuk identifikasi kapang adalah:

- a. Hifa berseptat atau non septat.
- b. Miselium terang atau keruh.

- c. Miselium berwarna atau tidak berwarna.
- d. Memproduksi atau tidak memproduksi spora seksual dari jenis sporanya yaitu oospora, zigospora, atau askospora.
- e. Jenis spora aseksual yaitu sporangiospora, konidia atau arthospora (oidia).
- f. Ciri kepala pembawa spora yaitu:
 1. Sporangium: ukuran, warna, bentuk, dan lokasi.
 2. Kepala spora pembawa konidia: tunggal, berantai, pertunasan atau kumpulan (massa), bentuk dan rangkaian sterigmata atau filicides.
- g. Penampakan sporangiofora atau konidiofora: sederhana atau bercabang, jika bercabang bentuk percabangan, ukuran dan bentuk columella pada ujung sporangiofora, konidiofora tunggal atau bergerombol.
- h. Penampakan mikroskopik spora aseksual, terutama konidia, bentuk, ukuran, warna, halus atau kasar, satu, dua atau banyak sel.
- i. Adanya struktur atau spora spesifik: stolon, rhizoid atau sel kaki, apofisis, khlamidospora, sklerotia, dan sebagainya.

e. Proses Pewarnaan Gram Bakteri

Pewarnaan Gram merupakan tahapan proses yang dilakukan yang bertujuan untuk mengamati bentuk dari bakteri yang telah diperoleh pada proses penanaman sebelumnya. Pewarnaan Gram dilakukan pada tiap-tiap proses. Pewarnaan Gram dilakukan dengan cara penyiapan kaca benda yang steril kemudian diambil bakteri dengan menggunakan ose dan diletakkan di atas kaca benda yang telah ditetesi aquades, lalu diratakan hingga tipis dan dikeringkan Kemudian fiksasi dilakukan

di atas lampu bunsen yang bertujuan untuk merekatkan suspensi bakteri pada kaca benda serta membebaskan dari bakteri liar yang mengkontaminasi preparat.

Preparat kemudian diberi suatu zat yaitu zat warna kristal violet 2-3 tetes pada lapisan bakteri tersebut lalu didiamkan selama 30 detik. Preparat kemudian dibilas dengan air bersih dan mengalir sampai zat warna tersebut luntur. Setelah kering, diberi larutan iodium/lugol sebanyak 2-3 tetes preparat didiamkan selama 30 detik. Setelah 30 detik, preparat dibilas dengan air yang mengalir.

Preparat dibilas dengan alkohol 96% selama 10 detik sampai semua zat warna luntur kemudian dicuci kembali dengan air. Preparat dikeringkan di atas api pada lampu bunsen. Setelah kering, diberi warna penutup yaitu Safranin sebanyak 2-3 tetes yang ditambahkan pada preparat dan didiamkan selama 30 detik. Preparat dicuci dengan air mengalir lalu dikeringkan. Terakhir tetesi preparat dengan minyak emersi lalu preparat diamati menggunakan mikroskop pada pembesaran 10x100. Pewarnaan diulang untuk semua isolat yang sudah didapatkan⁷¹.

f. Identifikasi molekuler PCR (Proses Polymerase Chain Reaction)

Polymerase chain reaction (PCR) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam identifikasi sesuatu organisme. Identifikasi secara molekuler merupakan metode berbasis PCR yang dilakukan pada mikroorganisme yang terdapat pada *Pliek U* karena mikroorganisme pada *Pliek U* mempunyai variasi morfologi warna dan bentuk yang sangat tinggi dan menyulitkan identifikasi

⁷¹ Maria Y.E., dan Surya R.P., “ Isolasi dan Identifikasi Bakteri Setelah Dua Hari Inkubasi”, *Jurnal Teknik Pomits*, Vol.1, No.1, 2012,h.1

morfologi. Metode amplifikasi DNA untuk seluruh mikroorganisme yang terdapat pada *Pliek U* belum banyak dilakukan.

g. Isolasi DNA

Inokulan untuk isolasi DNA disiapkan dengan mengulurkan 1 ose tiap isolat ke dalam 1 ml media NB yang dibiarkan tumbuh dua hari. Kultur umur 2 hari dipindahkan ke dalam tabung mikro, kemudian disentrifugasi dua kali pada kecepatan 3.000 rpm selama 20 menit dengan suhu 4°C. Suspensi hasil sentrifugasi dibuang dan pelet diresuspensi dengan 1 ml EDTA 0,5 M, kemudian disentrifugasi kembali pada kecepatan 3.000 rpm selama 14 menit dengan suhu 4°C. Supernatan yang terbentuk dibuang kembali, sedangkan pelet yang ada diresuspensi dengan larutan sukrosa 25% sebanyak 900 µl dan larutan EDTA 0,5 M sebanyak 100 µl (9 : 1 v/v), selanjutnya ditambahkan dengan 100 µl larutan lisozim 10 mg/ml. Suspensi diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 1 jam. Setelah itu, suspensi ditambah 120 µl larutan NaCl 5 M, 70 µl larutan EDTA 0,5 M, 140 µl larutan SDS 20%, dan 10 µl larutan proteinase-K 10 mg/ml. Suspensi kemudian diinkubasi dalam waterbath dengan suhu 50°C selama 1 jam. Larutan fenol : kloroform 1:1 (v/v). Sebanyak 120 µl ditambahkan ke dalam suspense. Suspensi yang telah terbentuk emulsinya disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 14 menit. Supernatan atau lapisan bagian atas yang mengandung DNA, dipindahkan ke dalam tabung mikro steril dan dipresipitasi dengan EtOH 95% dingin sebanyak 2× volume supernatan yang terbentuk. Suspensi kemudian diinkubasi pada suhu -20°C selama 30 menit. Suspensi disentrifugasi pada kecepatan 3.000 rpm selama 3 menit dan supernatan yang

terbentuk dibuang. Pelet dikeringkan/anginkan selama lebih kurang 30 menit. Pelet (DNA hasil pengeringan) kemudian diresuspensi menggunakan 20 µl bufer TE (Tris 10, EDTA 1 mM) dan diinkubasi di dalam penangas air (*waterbath*) dengan suhu 65°C selama 10 menit. Pelet DNA hasil resuspensi kemudian disimpan pada suhu -20°C untuk digunakan pada tahap selanjutnya. DNA dicek kuantitas dan kualitasnya dengan NanoDrop.

h. Identifikasi Isolat Rizobakteri dengan 16S rRNA

Untuk identifikasi spesies, isolat dipilih berdasarkan kandungan AIA yang mewakili (tertinggi dan rendah) dan warna koloni yang sama, untuk diamplifikasi DNA-nya menggunakan primer sekuen 16SrRNA, yaitu 63F (5' CAG GCC TAA CAC ATG CAA GTC3') dan 1387R (5' GGG CGG WGT GTA CAA GGC 3') masing-masing 1. Reaksi PCR dilakukan dalam total volume 40 µl dengan komposisi 2 µl DNA 20–50 ng/µl, 20 µl PCR ready mix (Go Taq, terdiri atas Taq polymerase, dNTPs, MgCl₂, dan bufer PCR) dan sisanya air deionisasi. Amplifikasi DNA dilakukan pada mesin PCR (Esco) dengan kondisi suhu denaturasi awal 94°C selama 1 menit 30 detik, annealing 55°C selama 45 detik, dan ekstensi 72°C selama 1 menit dengan 30 siklus, ekstensi akhir 72°C selama 1 menit dengan 1 siklus, serta tahap pendinginan 10°C selama 15 menit. Produk PCR dalam bentuk pita tunggal dilanjutkan untuk disekuensing secara *direct sequencing*. Sekuen yang diperoleh dicek dengan program BioEdit. Analisis homologi sekuen 16S rRNA isolat terpilih dilakukan dengan program BlastN pada situs NCBI. Analisis filogeni dilakukan dengan mensejajarkan sekuen isolat yang dibanding dengan sekuen referensi strain bakteri sesuai spesies hasil identifikasi

yang ada dalam *Gen Bank*, Pembuatan pohon filogenetik dilakukan melalui program MEGA4.

F. Analisis data

Analisis data merupakan kegiatan memperhatikan, mengamati, menguji dan memecahkan suatu masalah untuk mencari jawaban dari fakta-fakta yang tepat tentang sebab dan penyebab sebenarnya dari sesuatu yang telah dilakukan.⁷²

Analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi :

a. Mikroorganisme pada *Pliek U*

Mikroorganisme fermentator berupa jamur dan bakteri serta karakteristik koloni bakteri dan jamur yang diperoleh dari hasil penelitian mikroorganisme fermentator yang terdapat pada *Pliek u* dan akan dianalisis secara deskriptif dan hasilnya akan dipaparkan dalam bentuk gambar dan tabel.

b. Uji kelayakan.

Kelayakan modul praktikum dilakukan uji kelayakan kepada salah satu dosen ahli dengan menggunakan lembar validasi. Uji kelayakan terhadap modul praktikum dapat dihitung dengan rumus persentase adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang dicapai}}{\text{skor maksimum}} \times 100. \text{ } ^{73}$$

⁷² Ahmad fauzan, “ Analisis Kelayakan Media Pembelajaran Perakitan Media Ajar untuk Siswa Sekolah menengah Kejuruan “, *Skripsi*, (Yogyakarta; UNY), h.6

⁷³ Anas Sujino, *Pengantar Statistic Pendidikan*, (Jakarta : PT Raja Grafindi Persada, 2001), h. 43.

Adapun kriteria kategori kelayakan dapat dilihat pada Tabel 3.3.⁷⁴ Adapun kriteria penilaian validasi dapat dilihat pada Tabel 3.4 :

Tabel 3.3 Kriteria Kategori Kelayakan

No	Presentase (%)	Kategori Kelayakan
1	0-19%	Sangat Tidak Layak
2	20%-39%	Tidak Layak
3	40%-59%	Cukup Layak
4	60%-79%	Layak
5	80%-100%	Sangat Layak

Tabel 3.4 Kriteria penilaian validasi .

Penilaian	Skor
Sangat valid	5
Valid	4
Cukup valid	3
Kurang Valid	2
Tidak Valid	1

c. Respon Mahasiswa.

Data yang diperoleh dari penyebaran respon secara individual kepada mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Mikrobiologi Prodi Pendidikan Biologi berjumlah 33 mahasiswa dalam satu unit sehingga seluruhnya menjadi responden. Respon mahasiswa diukur dengan menggunakan lembar angket yang kemudian akan dianalisis dengan menghitung rata-rata keseluruhan skor yang telah dibuat.

⁷⁴ Sudjana, *Metode Statistik*, (Bandung : Tarsito, 1989), h. 49.

Aspek-aspek angket yang diberikan kepada mahasiswa terkait pernyataan tentang media pembelajaran, mahasiswa akan memilih satu jawaban yang cocok, pilihan jawaban berupa sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Analisis angket respon mahasiswa dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{Fr}{N} \times 100$$

Keterangan :

P = Persentase yang dicari (%)

F = Frekuensi/ jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah responden

Dalam penelitian ini mahasiswa dapat memberikan responnya melalui pilihan yang telah disediakan oleh peneliti. Pilihannya yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), ragu-ragu (RR), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Respon mahasiswa dikatakan positif jika langkah-langkah analisis hasil respon mahasiswa adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung banyaknya mahasiswa yang menjawab setuju, sangat setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju.
- b. Menghitung presentase jawaban sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju kepada setiap masing-masing jawaban.
- c. Menyatakan respon yang mahasiswa jawab menjadi respon positif dan respon negatif.

- d. Dikatakan positif untuk pernyataan positif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat setuju” dan “setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “ragu-ragu” “tidak setuju” dan “sangat tidak setuju”.
- b. Dikatakan negatif untuk pernyataan positif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat setuju” dan “setuju” persentasenya lebih kecil daripada respon “ragu-ragu” “tidak setuju” dan “sangat tidak setuju”.
- c. Dikatakan positif untuk pernyataan negatif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat tidak setuju” dan “tidak setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “setuju” dan “sangat setuju” dan “ragu-ragu”.
- d. Dikatakan negatif untuk pernyataan negatif jika banyak mahasiswa yang memberikan respon “sangat tidak setuju” dan “tidak setuju” persentasenya lebih besar daripada respon “setuju” “sangat setuju” dan “ragu-ragu”.
- e. Persentase respon mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah mikrobiologi dalam angket dihitung pada setiap pernyataan diangket.
- f. Menghitung secara keseluruhan jumlah respon positif dan negatif dengan kategori sebagai berikut:

$$85\% \leq \text{Respon siswa} = \text{Sangat Positif}$$

$$70\% \leq \text{Respon siswa} < 85\% = \text{Positif}$$

$$50\% \leq \text{Respon siswa} < 70\% = \text{Kurang Positif}$$

$$\text{Respon siswa} < 50\% = \text{Tidak Positif.}^{75}$$

⁷⁵ Edno Kamelta, “Pemanfaatan Internet oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universitas Negeri Padang”, *Jurnal CIVED ISSN 2302-3341*, Vol. 1, No. 2 (2013), h. 144

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Mikroorganisme yang Terlibat dalam Proses Fermentasi *Pliek U*

a. Jamur

Hasil penelitian jamur yang terlibat dalam proses fermentasi kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jenis Jamur yang Terlibat pada Proses Fermentasi *Pliek U*.

No.	Tahap Fermentasi	Filum	Spesies
1.	Sebelum fermentasi	-	-
2.	Awal fermentasi	Ascomycotina	<i>Sordaria</i> sp.
3.	Akhir fermentasi	Deuteromycotina Ascomycotina	<i>Curvularia</i> sp. <i>Sordaria</i> sp.
4.	<i>Pliek U</i>	Ascomycotina Deuteromycotina Deuteromycotina	<i>Mircoascus</i> sp. <i>Acremonium</i> sp. <i>Mucor</i> sp.

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa terdapat 5 spesies jamur yang terlibat pada proses fermentasi *Pliek U*. Jenis-jenis jamur tersebut diantaranya *Sordaria* sp., *Curvularia* sp., *Micoascus* sp., *Acremonium* sp., *Mucor* sp.. *Sordaria* sp. merupakan salah satu jenis jamur yang paling mendominasi yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek U*.

b. Bakteri

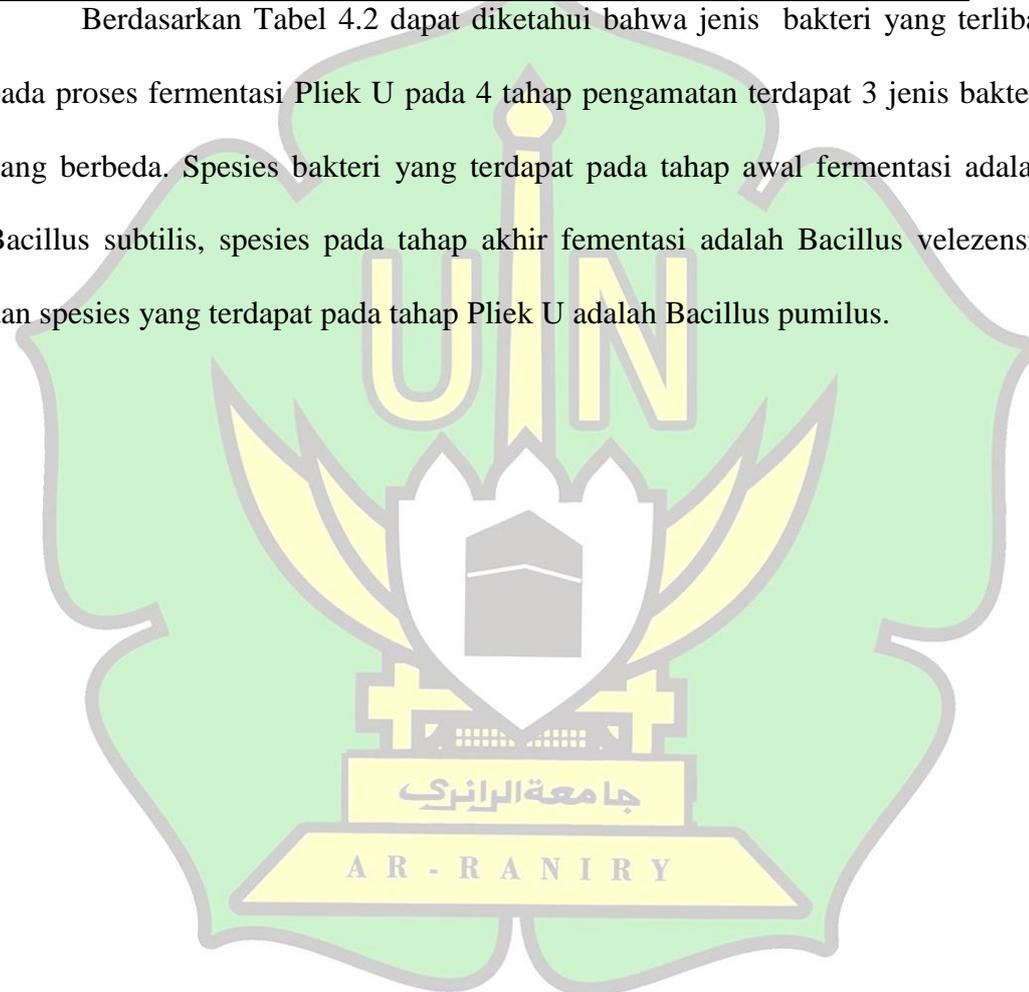
Hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses fermentasi *Pliek U* terdapat 3 jenis bakteri dari substrat fermentasi kelapa yang terdapat pada tahap

awal fermentasi, akhir fermentasi serta pada tahap *Pliek U*. Data jenis bakteri pada proses fermentasi *Pliek U* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

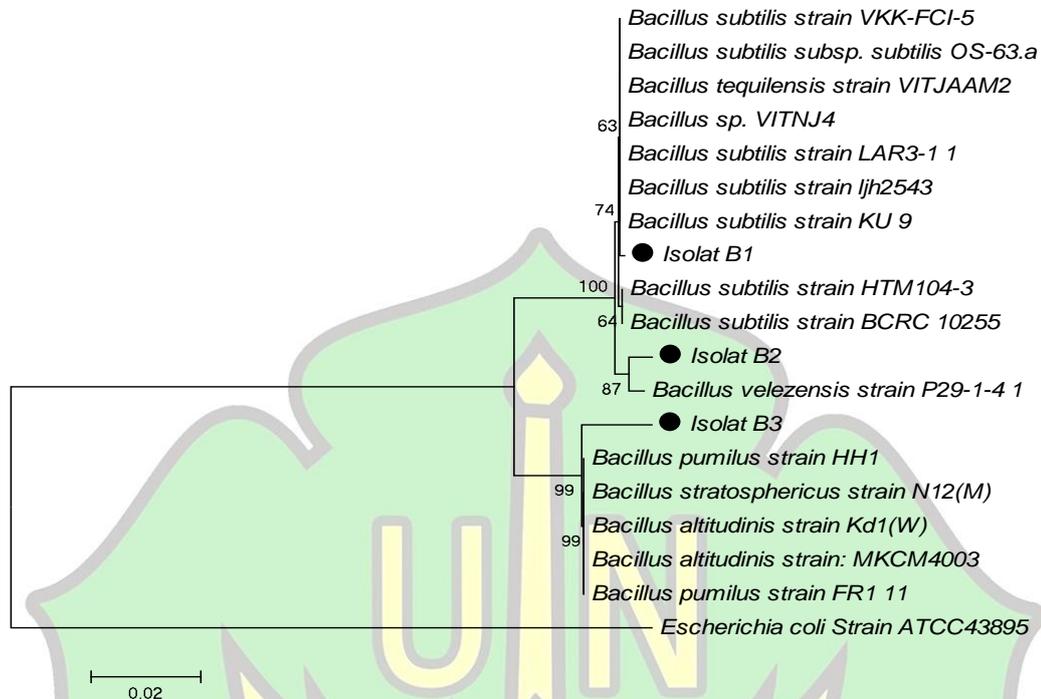
Tabel 4.2 Jenis Bakteri yang Terlibat pada Proses Fermentasi *Pliek U*

No.	Tahab Fermentasi	Filum	Spesies
1.	Awal fermentasi	Firmicutes	Bacillus subtilis
2.	Akhir fermentasi	Firmicutes	Bacillus velezensis
3.	Pliek U	Firmicutes	Bacillus pumilus

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa jenis bakteri yang terlibat pada proses fermentasi *Pliek U* pada 4 tahap pengamatan terdapat 3 jenis bakteri yang berbeda. Spesies bakteri yang terdapat pada tahap awal fermentasi adalah *Bacillus subtilis*, spesies pada tahap akhir fermentasi adalah *Bacillus velezensis* dan spesies yang terdapat pada tahap *Pliek U* adalah *Bacillus pumilus*.



Pohon filogenik pada bakteri dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pohon Filogenik Bakteri Berdasarkan Metode *Neighbour Joining Method*.

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa terdapat tingkat kekerabatan yang tinggi antara bakteri yang terdapat pada tahap awal fermentasi yaitu *Bacillus subtilis*, bakteri pada tahap akhir fermentasi yaitu *Bacillus velezensis* serta bakteri pada tahap *Pleik U* yaitu *Bacillus pumilus*.

Jamur dan bakteri memerlukan kelembaban dan suhu yang tinggi, persediaan bahan organik, dan oksigen untuk pertumbuhannya. Lingkungan yang hangat dan lembab mempercepat pertumbuhan jamur. Data hasil pengukuran faktor fisik substrak pada proses fermentasi *Pleik U* dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Faktor Fisik Substrat.

No.	Sampel	pH	Suhu°C
1.	Awal fermentasi	6,3	27 °C
2.	Akhir Fermentasi	4,3	29°C
3.	<i>Pliek U</i>	3,4	30°C

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa faktor fisik lingkungan sangat berpengaruh pada pertumbuhan jamur maupun bakteri pada tahap awal fermentasi suhu substrat *Pliek U* mencapai 27°C dan pH substrat mencapai 6,3. Tahap akhir fermentasi suhu substrat mencapai 29°C dan pH mencapai 4,3 serta pada tahap *Pliek U* suhu substrat mencapai 30°C serta pH mencapai 3,4.

2. Karakteristik Morfologi Mikroorganisme yang Terlibat dalam Proses Fermentasi pada *Pliek U*.

a. Jamur

1) Karakteristik Koloni Jamur Secara Makroskopis

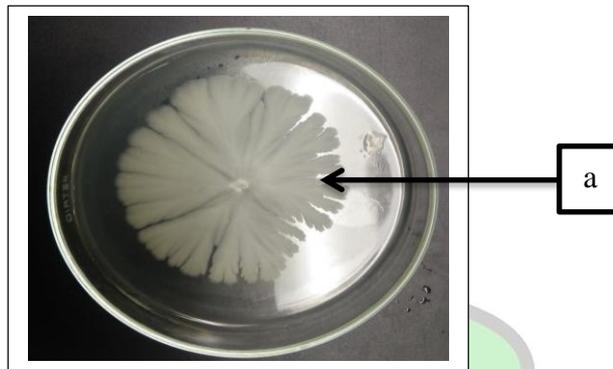
Morfologi koloni jamur secara makroskopis berupa warna koloni dan bentuk koloni yang tumbuh pada media agar PDA. Setiap koloni yang tumbuh memiliki bentuk dan warna yang berbeda berdasarkan spesiesnya serta memiliki kecepatan tumbuh yang berbeda pada proses isolasi dan inkubasi.

a) *Sordaria* sp.

Pengamatan makroskopis jamur pada spesimen ini terlihat pada bagian atas petridish berwarna putih dan kerutan di tengah, bentuk koloni jamur bulat sedangkan pada bagian bawah petridish terlihat koloni berwarna putih dan warna putih pekat pada bagian tengah, ukuran koloni besar, bentuknya *irregular* (tidak

beraturan), elevasinya *flat* (datar) serta marginnya berbentuk *lobate* (berlekuk).

koloni *Sordaria* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.2.



(a. Koloni *Sordaria* sp.)

Gambar 4.2 *Sordaria* sp. (Sumber: Hasil penelitian 2019)

b) *Curvularia* sp.

Koloni bagian atas terlihat berwarna putih, pada bagian tengah koloni jamur *Curvularia* sp. berwarna krem dan pada bagian bawah terlihat koloni berwarna putih dan kekuningan, ukuran koloni besar, bentuknya *irregular* (tidak beraturan), elevasinya *flat* (rata) serta marginnya berbentuk *lobate* (berlekuk).

koloni *Curvularia* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.3.

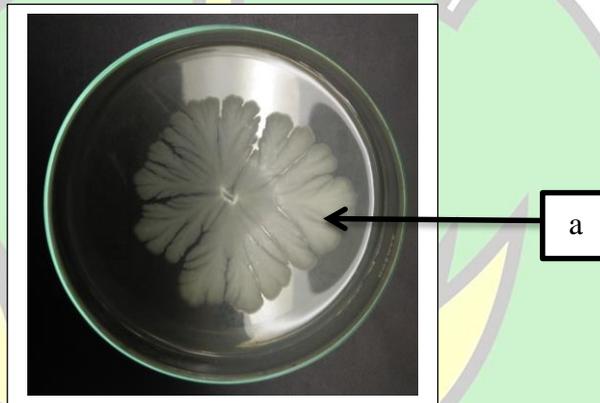


(a. *Curvularia* sp.)

Gambar 4.3 Koloni *Curvularia* sp.

c) ***Micoascus* sp.**

Identifikasi secara makroskopis terlihat koloni jamur *Micoascus* sp. berwarna krim, seperti terdiri atas 3 lapisan. bagian paling luar berwarna putih pekat, tengah putih kekuningan, dan paling dalam berwarna krim. Pada bagian bawah berwarna krim, pada bagian tengah terlihat seperti ada inti yang berwarna putih kekuningan, ukuran koloni besar, bentuknya *irregular* (tidak beraturan), elevasinya *flat* (rata) serta marginnya berbentuk *lobate* (berlekuk). Koloni *Micoascus* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.4.

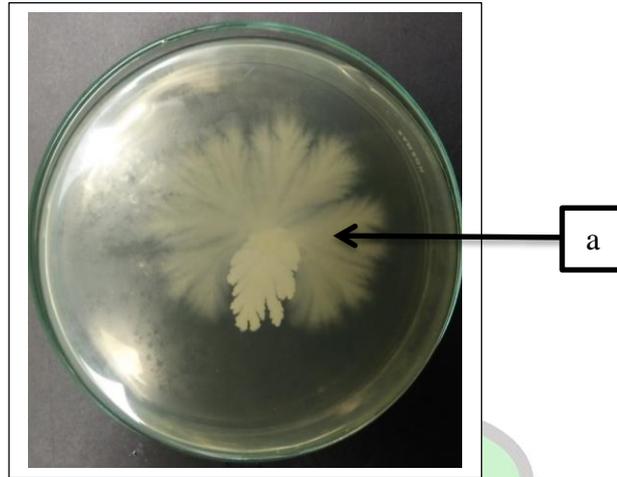


(a. *Micoascus* sp)

Gambar 4.4 Koloni *Micoascus* sp

d) ***Acremonium* sp.**

Secara makroskopis terlihat pada bagian atas koloni berwarna putih dan ditengahnya terdapat bintik-bintik kuning. Pada bagian bawah, koloni berwarna putih dan agak membulat dan terlihat bercak-bercak kuning. ukuran koloni besar, bentuknya *fillamenteus* (seperti benang), elevasinya *flat* (rata) serta marginnya berbentuk *filliform* (seperti benang). koloni *Acremonium* sp.dapat dilihat pada Gambar 4.5.

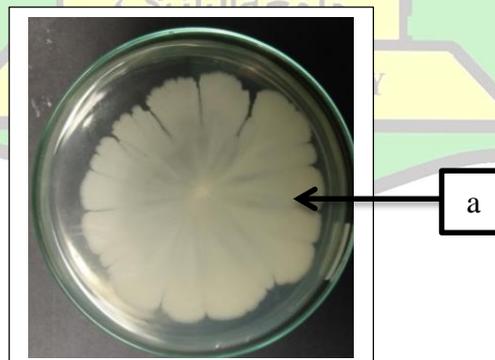


(a. *Acremonium* sp.)

Gambar 4.5 Koloni *Acremonium* sp.

e) *Mucor* sp.

Secara makroskopis, bentuk koloni *irregular* (tidak beraturan), dengan pinggiran *undulate* (berombak), elevasi *raised* (cembung) dan berwarna putih susu. Secara mikroskopis terlihat hifanya dan tidak bersekat, sporangiospora tumbuh pada seluruh miselium itu, bentuknya sederhana atau bercabang, columela berbentuk bulat silinder atau seperti buah advokat, spora halus dan teratur, ukuran koloni besar, bentuknya *irregular* (tidak beraturan), elevasinya flat serta marginnya berbentuk *undulate* (bergelombang). Koloni *Mucor* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.6.



(a *Mucor* sp.)

Gambar 4.6 *Mucor* sp.

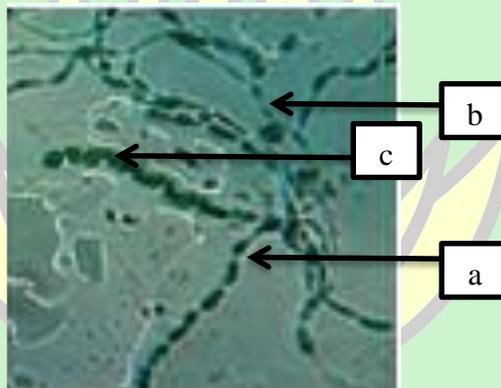
2) Karakteristik Morfologi Jamur Secara Mikroskopis

Morfologi jamur secara mikroskopis berupa bentuk hifa dan spora. Hifa dan spora dapat dilihat dengan menggunakan pewarnaan lactophenol cotton blue.

a) *Sordaria* sp.

Secara mikroskopis terlihat asci dengan 8 ascospora pada satu untaian. Spora jamur jenis ini dapat tumbuh pada suhu yang ekstrim yaitu dari suhu 7°C hingga 33 °C. Hal ini lah salah satu faktor yang meyebabkan jamur *Sordaria* sp. mampu bertahan pada substrat fermentasi sebelum dan sesudah fermentasi.

Sordaria sp dapat dilihat pada Gambar 4.7.



(a. Septa, b. Konidia, c. Konidiosfor)

Gambar 4.7. *Sordaria* sp.

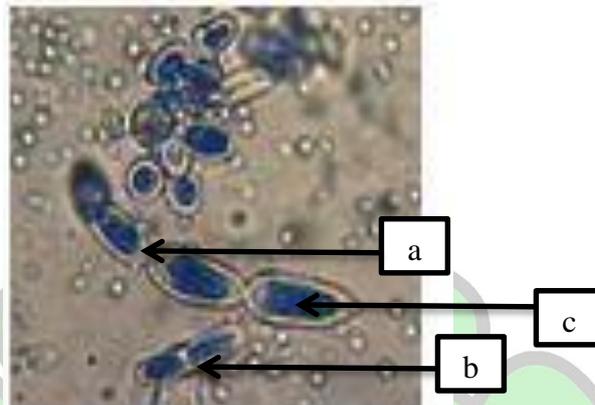
Klasifikasi *Sordaria* sp.

Kingdom : Fungi
 Divisi : Ascomycota
 Kelas : Sordariomycetes
 Ordo : Sordariales
 Family : Sordariaceae
 Genus : *Sordaria*
 Spesies : *Sordaria* sp.

b) *Curvularia* sp.

Secara mikroskopis, bagian tengah sel bewarna biru tua dan agak gelap, memiliki septa yang hampir terpisah dengan masing-masing bagian. *Curvularia*

sp. terdapat septa, konidia dan konidiosfor. *Curvularia* sp. terdapat pada tahap awal fermentasi. *Curvularia* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.8.



(a. Septa, b. Konidia, c. Konidiosfor)

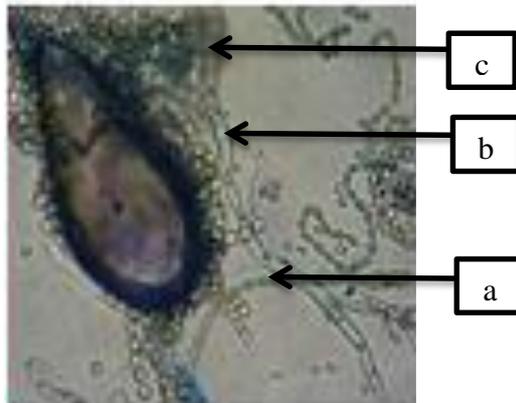
Gambar 4.8 *Curvularia* sp.

Klasifikasi *Curvularia* sp.

Kingdom : Fungi
 Divisi : Ascomycota
 Kelas : Dothideomycetes
 Ordo : Pleosporales
 Family : Pleosporaceae
 Genus : *Curvularia*
 Spesies : *Curvularia* sp.

c) *Mircoascus* sp.

Microascus sp. hanya terdeteksi pada substrat akhir fermentasi, terdapat septa, konidia dan konidiosfor. Jamur *Mircoascus* tidak terdapat pada substrat seawal fermentasi maupun pada substrat *Pliek U*. *Microascus* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.9.



(a. Septa, b. Konidia, c. Konidiosfor)

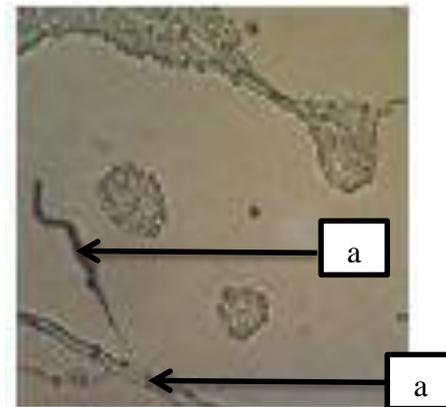
Gambar 4.9 *Microascus* sp.

Klasifikasi *Mircoascus* sp.

Kingdom : Fungi
 Divisi : Ascomycota
 Kelas : Sordariomycetes
 Ordo : Microascales
 Family : Microaceae
 Genus : *Mircoascus*
 Spesies : *Mircoascus* sp.

d) *Acremonium* sp.

Karakteristik morfologi *Acremonium* sp. terdiri dari hifa yang bersekat, tipis dan meruncing, diproduksi sendiri atau dalam kelompok-kelompok kecil. Konidia umumnya uniseluler, diproduksi di kepala berlendir. *Acremonium* sp. jamur yang bersifat phytopatogen yang dapat memungkinkan jamur ini berperan pada proses pembutan *Pliek U*. Gambar *Acremonium* sp. dapat dilihat pada Gambar 4.10.



(a. Septa, b. Konidia)

Gambar 4.10 *Acremonium* sp.

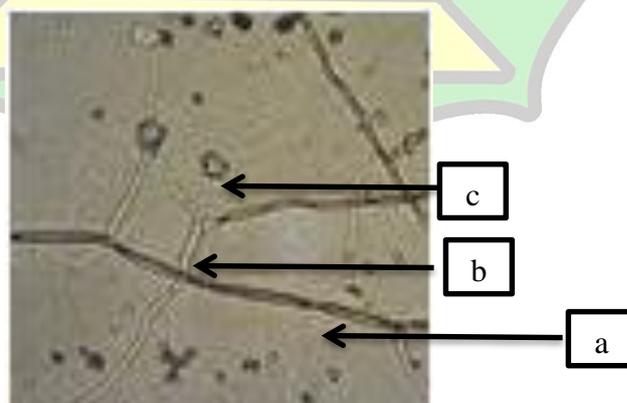
Klasifikasi *Acremonium* sp.

Kingdom : Fungi
 Divisi : Ascomycota
 Kelas : Zygomycetes
 Ordo : Hypocreales
 Family : Hypocreaceae
 Genus : *Acremonium*
 Spesies : *Acremonium* sp.

e) ***Mucor* sp.**

. Secara mikroskopis terlihat hifanya dan tidak bersekat, sporangiospora tumbuh pada seluruh miselium, bentuknya sederhana atau bercabang, columela berbentuk bulat silinder atau seperti buah advokat, spora halus dan teratur.

Mucor sp. dapat dilihat pada Gambar 4.11.



(a. Septa, b. Konidia, c. Konidiosfor)

Gambar 4.11 *Mucor* sp.

Klasifikasi *Mucor* sp.

Kingdom : Fungi
 Divisi : Zygomycotina
 Kelas : Mucormycotina
 Ordo : Mucorales
 Family : Mucoraceae
 Genus : *Mucor*
 Spesies : *Mucor* sp.

Tabel 4.4 Karakteristik Jamur Secara Makroskopis Dan Mikroskopis

No.	Tahapan	Jenis jamur	Mikroskopis	Makroskopis
1	Awal fermentasi	<i>Sordaria</i> sp.	Secara mikroskopis terlihat asci dengan 8 ascospora pada satu untaian. Jamur <i>Sordaria</i> sp. mampu bertahan pada substrat fermentasi sebelum dan sesudah fermentasi. Terdapat septa konidia dan konidiosfor	Bagian atas petridish berwarna putih dan kerutan di tengah, bentuk koloni jamur bulat sedangkan pada bagian bawah petridish terlihat koloni berwarna putih dan warna putih pekat pada bagian tengah, ukuran koloni besar, bentuknya <i>irregular</i> (tidak beraturan), elevasinya <i>flat</i> (datar) serta marginya berbentuk <i>lobate</i> (berlekuk).
		<i>Curvularia</i> sp.	Secara mikroskopis, bagian tengah sel berwarna biru tua dan agak gelap, memiliki septa A yang R hampir terpisah dengan masing-masing bagian. <i>Curvularia</i> sp. terdapat septa, konidia dan konidiosfor. <i>Curvularia</i> sp. terdapat pada tahap awal fermentasi.	Koloni bagian atas terlihat berwarna putih, pada bagian tengah koloni jamur <i>Curvularia</i> sp. berwarna krem dan pada bagian bawah terlihat koloni berwarna putih dan kekuningan, ukuran koloni besar, bentuknya <i>irregular</i> (tidak beraturan), elevasinya <i>flat</i> (rata) serta marginya berbentuk <i>lobate</i> (berlekuk).

- 2 Akhir fermentasi *Mircoascus* sp. *Microascus* sp. hanya terdeteksi pada substrat akhir fermentasi, terdapat septa, konidia dan konidiosfor, jamur *Mircoascus* sp. tidak terdapat pada substrat seawal fermentasi maupun pada substrat *Pliek U* koloni jamur *Micoascus* sp. berwarna krim, terlihat seperti terdiri atas 3 lapisan. pada bagian paling luar berwarna putih pekat, tengah putih kekuningan, dan paling dalam berwarna krim. Pada bagian bawah berwarna krim, pada bagian tengah terlihat seperti ada inti yang berwarna putih kekuningan, ukuran koloni besar, bentuknya *irregular* (tidak beraturan), elevasinya *flat* (rata) serta marginnya berbentuk *lobate* (berlekuk).
- 3 *Pliek U* *Acremonium* sp. Karakteristik morfologi *Acremonium* sp. terdiri dari hifa yang bersekat, tipis dan meruncing, diproduksi sendiri atau dalam kelompok-kelompok kecil. Konidia umumnya uniseluler, diproduksi di kepala berlendir. *Acremonium* sp. jamur yang bersifat phytopatogen yang dapat memungkinkan jamur ini berperan pada proses pembutan *Pliek U* koloni berwarna putih dan ditengahnya terdapat bintik-bintik kuning. Pada bagian bawah, koloni berwarna putih dan agak membulat dan terlihat bercak-bercak kuning. Karakteristik morfologinya terdiri dari hifa yang bersekat, tipis dan meruncing, diproduksi sendiri atau dalam kelompok-kelompok kecil, ukuran koloni besar, bentuknya *fillamenteus* (seperti benang), elevasinya *flat* (rata) serta marginnya berbentuk *filliform* (seperti benang).

Mocor sp. Secara mikroskopis koloni *irregular* (tidak terlihat hifanya dan beraturan), dengan tidak bersekat, pinggiran *undulate* (berombak), sporangiospora tumbuh pada seluruh miselium, bentuknya sederhana atau bercabang, *raised* (cembung) dan berwarna putih susu. Secara mikroskopis terlihat hifanya dan tidak bersekat, sporangiospora tumbuh pada seluruh miselium itu, bentuknya sederhana atau bercabang, columela berbentuk bulat silinder atau seperti buah advokat, spora halus dan teratur, ukuran koloni besar, bentuknya *irregular* (tidak beraturan), elevasinya flat serta marginnya berbentuk *undulate* (bergelombang).

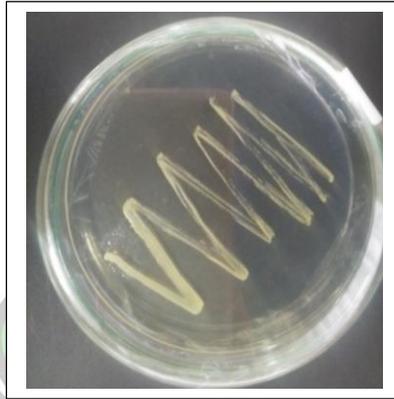
b) Bakteri

1). Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri

Koloni bakteri yang dikarakteristikan berasal dari olahan fermentasi *Pliek U*. Sampel bakteri diambil pada tahap sebelum fermentasi, awal fermentasi, akhir fermentasi dan pada tahap *Pliek U* untuk melihat bagaimana karakteristik morfologi koloni bakteri selama proses fermentasi dilakukan, dimana masing-masing sampel dilakukan pengenceran terlebih dahulu dan diambil pengenceran 10^{-4} dan 10^{-5} .

a) **Isolat *Bacillus subtilis***

Koloni *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada Gambar 4.12.

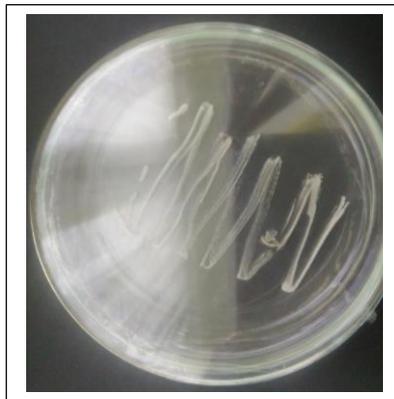


Gambar 4.12 Isolat *Bacillus subtilis* (Sumber: Hasil penelitian 2019)

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram positif yang dapat membentuk endospora yang berbentuk oval di bagian sentral sel. Hasil uji pewarnaan gram menunjukkan bahwa *B. subtilis* merupakan bakteri gram positif karena menghasilkan warna ungu saat ditetesi dengan larutan KOH. Koloni bakteri *Bacillus subtilis* secara makroskopis berwarna kuning.

b) **Isolat *Bacillus velezensis***

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram positif yang dapat membentuk endospora yang berbentuk oval di bagian sentral sel. Hasil uji pewarnaan gram menunjukkan bahwa *B. velezensis* merupakan bakteri gram positif karena menghasilkan warna ungu saat ditetesi dengan larutan KOH. Koloni bakteri *Bacillus velezensis* secara makroskopis berwarna putih cerah. Gambar koloni *Bacillus velezensis* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Isolat *Bacillus velezensis*. (Sumber: Hasil peneliian 2019)

c) Isolat *Bacillus pumilus*

Bacillus pumilus merupakan bakteri gram positif. Hasil uji pewarnaan gram menunjukkan bahwa *Bacillus pumilus* merupakan bakteri gram positif karena menghasilkan warna ungu saat ditetesi dengan larutan KOH. Koloni bakteri *Bacillus pumilus* secara makroskopis berwarna putih kuning pekat. Gambar koloni *Bacillus pumilus* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Isolat *Bacillus pumilus*. (Sumber: Hasil peneliian 2019)

Tabel 4.5 Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri

No	Tahap fermentasi	Pengenceran	Jenis bakteri	Bentuk sel	Pewarnaan Gram
1	Sebelum fermentasi	10 ⁻⁵		-	-
2	Awal fermentasi	10 ⁻⁵	<i>Bacillus subtilis</i>	Basil	Positif
3	Akhir fermentasi	10 ⁻⁵	<i>Bacillus velezensis</i>	Basil	Positif
4	<i>Pliet U</i>	10 ⁻⁵	<i>Bacillus pumilus</i>	Basil	Positif

Hasil pewarnaan Gram dari masing-masing isolat dapat diketahui bahwa isolat sebelum fermentasi merupakan bakteri Gram positif dan bentuk sel diketahui berbentuk *Basil*. Tahap awal fermentasi dengan pengenceran 10⁻⁵ memiliki bentuk sel *Basil* dan sifat Gram positif. Tahap akhir fermentasi dengan pengenceran 10⁻⁵ memiliki bentuk sel *Basil* dan sifat Gram positif, serta pada tahap *Pliet U* pada pengenceran 10⁻⁵ yang diperoleh bentuk sel *basil* dan sifat Gram positif.

2). Karakteristik Morfologi Bakteri secara Mikroskopis

Morfologi jamur secara mikroskopis dapat dilihat melalui pengamatan di bawah mikroskop berupa warna dan dengan menggunakan pewarnaan gram.

a) *Bacillus subtilis*

Sel *Bacillus subtilis* berbentuk batang, Permukaan sel bakteri ditumbuhi merata flagellum pristikus. *B. subtilis* merupakan bakteri gram positif dan berbentu batang (*basil*). *Basillus subtilis* terdpat pada tahap awal fermentasi.

Klasifikasi *Bacillus subtilis*

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacilales
 Family : Bacillaceae

Genus : *Bacillus*
 Spesies : *Bacillus subtilis*

b) *Bacillus velezensis*

Bacillus velezensis penghasil endospora,. Endospora tersebut berbentuk bulat. *Bacillus velezensis* terdapat pada substrat akhir fermentas,tergolong bakteri gram positif karena dapat menyerap KOH sehingga bakteri bewarna ungu.

Klasifikasi *Bacillus subtilis*

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacilales
 Family : Bacillaceae
 Genus : *Bacillus*
 Spesies : *Bacillus velezensis*

c) *Bacillus pumilus*

Bacillus pumilus, bacillus pumilus merupakan kelompok bakteri yang berbentuk batang (basil), terolong dalam bakteri gram positif, yang tumbuh pada medium yang mengandung oksigen, salah satunya *Pliek U*.

Klasifikasi *Bacillus subtilis*

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacilales
 Family : Bacillaceae
 Genus : *Bacillus*
 Spesies : *Bacillus pumilus*

3. Hasil Uji Kelayakan terhadap Modul Praktikum Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada *Pliek U*

Mikroorganisme yang telah di peroleh dari hasil penelitian isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U* akan dimanfaatkan pada Praktikum Mikrobiologi. Pemanfaatan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai

penunjang praktikum mikrobiologi dengan cara menyediakan informasi hasil penelitian dalam bentuk modul praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U*. Diharapkan modul praktikum yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai penunjang oleh mahasiswa sebagai tambahan pengetahuan tentang media praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U*. Tampilan cover modul praktikum dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Cover Modul Praktikum

Kelayakan modul praktikum Isolasi Fermentator pada *Pliek U* sebagai penunjang Praktikum Mikrobiologi dilakukan dengan uji kelayakan atau validasi. Kelayakan modul praktikum, Isolasi Fermentator pada *Pliek U* sebagai penunjang praktikum mikrobiologi dapat dilihat dari hasil uji produk penelitian yang dilakukan oleh validator. Hasil dari uji kelayakan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Kelayakan Modul Praktikum Isolasi Fermentator pada *Pliek U*

No	Indikator	Skor	Kategori
1.	Komponen Kelayakan Isi	3,4	Baik
2.	Komponen Kelayakan Penyajian	3,25	Baik
3.	Komponen Kelayakan Kegrafikan	3,3	Baik
4.	Komponen Pengembangan	3,8	Baik
Rata-Rata		3,4	Baik
Persentase		81%	Sangat Layak

Sumber: Hasil Penelitian 2019.

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa kevalidan modul praktikum yang telah ditentukan oleh validator diperoleh rata-rata 3,4 dengan bobot tertinggi tiap pernyataan yaitu 4 maka diperoleh persentase yaitu 81% dengan kriteria sangat layak direkomendasikan sebagai salah satu penunjang yang dapat digunakan sebagai salah satu media belajar pada Praktikum Mikrobiologi.

4. Hasil Respon Mahasiswa terhadap Modul Praktikum Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada *Pliek U*

Respon mahasiswa terhadap produk hasil penelitian modul praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U* dengan menggunakan lembar kuesioner, yang jumlah responden (mahasiswa) terdiri dari 33 mahasiswa yang sudah mengambil mata kuliah mikrobiologi. Adapun yang menjadi indikator yaitu efektifitas media, pemahaman materi, bahan media, motivasi belajar dan efektifitas belajar.

Penilaian respon diberikan kepada mahasiswa untuk memberikan penilaian terhadap sistematika penyajian materi, isi materi, bahasa, serta sejauh mana media hasil penelitian mampu membantu proses belajar mahasiswa. Respon ditunjukkan

oleh nilai yang masuk ke dalam kategori tertentu sehingga bisa disimpulkan media dapat dijadikan referensi.⁷⁶ Hasil dari respon mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.7 Respon Mahasiswa Terhadap Penggunaan Modul Praktikum Isolasi Mikroorganisme Fermentator Pada *Pliet U*.

Pernyataan	SS (%)	S (%)	RR (%)	TS (%)	STS (%)
Efektivitas media	15,5	80,1	6,0	0	0
Materi	27,2	78,7	6,0	0	0
Ketertarikan Media	34,95	64,9	0	0	0
Total (persentase) Positif	25,8	74,5	6,0	0	0
Rata-rata Persentase	50,5 ⁽⁺⁾		6,0 ⁽⁻⁾		
Motivasi Belajar	0	0	9,0	30,3	60,6
Aktivitas Belajar	0	0	6,0	30,3	63,3
Total (persentase) Negatif	0	0	7,5	30,3	61,95
Rata-rata Persentase	7,5 ⁽⁻⁾		46,1 ⁽⁺⁾		
Total Persentase Positif				96,6	

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Keterangan:

(+) Total Repon Positif

(-) Total Repon Positif

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai respon mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Mikrobiologi terhadap modul praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliet U* mempunyai jawaban positif serta jawaban negatif. Hal ini dibuktikan dengan jawaban siswa yang menjawab

⁷⁶ Tri Asih Wahyu Hartati, Dini Safitri, "Respon Mahasiswa Ikip Budi Utomo Terhadap Buku Ajar Matakuliah Biologi Sel Berbantuan Multimedia Interaktif", *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, Vol.3, Nomor.2, (2017), h. 166.

bervariasi mulai dari sangat setuju (SS), setuju (S), ragu-ragu (RR), tidak setuju (TS) dan sangat tidak setuju (STS).

Hasil perolehan nilai respon mahasiswa terhadap penggunaan media pernyataan dibagi kedalam beberapa aspek, aspek efektifitas media diperoleh data 15,5% dari 33 mahasiswa menjawab setuju. Aspek motivasi belajar diperoleh hasil 30,3% menjawab tidak setuju. Aspek materi diperoleh hasil 27,2 % dari mahasiswa yang menjawab sangat setuju. Kemudian pada aspek aktivitas belajar diperoleh data paling dominan yaitu 30,4% menjawab sangat tidak setuju. Total keseluruhan aspek diperoleh persentase yaitu 96,6% dengan kategori bahwa respon mahasiswa terhadap modul praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U* positif. Berdasarkan hasil persentase tentang respon siswa terhadap mahasiswa data tersebut membuktikan bahwa modul praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U* mencapai tujuan sebagai penunjang praktikum mikrobiologi.

B. Pembahasan

1. Mikroorganisme Yang Terlibat dalam Proses Fermentasi pada *Pliek U*

a. Jamur

Berdasarkan hasil isolasi mikroorganisme dari substrat kelapa pada proses pembuatan *Pliek U* menunjukkan bahwa adanya keterlibatan jamur pada pembuatan *Pliek U* dan terdapat 5 spesies jamur. Jamur yang diperoleh dari tahap awal fermentasi, akhir fermentasi serta *Pliek U* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Menurut Rivan Rinaldi faktor fisik substrat seperti suhu dan pH juga sangat

mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan jamur.⁷⁷ Hasil penelitian jamur tersebut didapatkan 5 spesies jamur yaitu *Sordaria* sp., *Curvularia* sp. *Micoascus* sp., *Acremonium* sp., *Mucor* sp.. *Sordaria* sp. Spesies jamur yang paling banyak didapat adalah *Sordaria* sp. Menurut Rivan Rinaldi faktor fisik substrat seperti suhu dan pH juga sangat mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan jamur⁷⁸. Suhu dan pH pada substrat awal fermentasi masing-masing adalah 31°C dan 6,7, pada tahap akhir fermentasi 4,3 dan 29°C serta pada tahap *Pliek U* 28°C dan 3,4.

b. Bakteri

Berdasarkan hasil isolasi mikroorganisme dari substrat kelapa pada proses pembuatan *Pliek U* menunjukkan adanya keterlibatan bakteri pada pembuatan *Pliek U* dan terdapat 3 spesies bakteri. Bakteri yang diperoleh dari tahap awal fermentasi, akhir fermentasi serta *Pliek U* dapat dilihat pada tabel 4.2. Hasil penelitian jamur tersebut didapatkan spesies bakteri yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus velenzensis*, *Bacillus pumilus*. Faktor fisik substrat seperti suhu dan pH juga sangat mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan jamur. Suhu dan pH pada substrat awal fermentasi masing-masing adalah 31°C dan 6,7, pada tahap akhir fermentasi 4,3 dan 29 serta pada tahap *Pliek U* 28 dan 3,4.

Bacillus sp. digolongkan ke dalam kelas bakteri heterotrofik, yaitu protista bersifat uniseluler, termasuk dalam golongan mikroorganisme redusen atau yang

⁷⁷ Rivan Rinaldi, "Mikroorganisme Fermentor Pada Proses Pembuatan *Pilek U* " *Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, Vol. 2 No. 1, 2016.

⁷⁸ Rivan Rinaldi, "Mikroorganisme Fermentor Pada Proses Pembuatan *Pilek U* " *Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, Vol. 2 No. 1, 2016 .

lazim disebut sebagai dekomposer. Sebagian besar bakteri laut termasuk dalam kelompok bakteri bersifat heterotrofik dan saprofitik.⁷⁹

2. Karakteristik Morfologi Mikroorganisme Yang Terlibat dalam Proses Fermentasi Pada *Pliek U*

a. Jamur

Berdasarkan hasil isolasi mikroorganisme dari substrat kelapa pada proses pembuatan *Pliek U* menunjukkan bahwa adanya keterlibatan jamur pada pembuatan *Pliek U* dan terdapat 5 spesies jamur yaitu *Sordaria* sp. *Curvularia* sp. *Micoascus* sp. *Acremonium* sp. *Mucor* sp. yang memiliki karakteristik tersendiri antara lain *Sordaria* sp. Secara mikroskopis terlihat asci dengan 8 ascospora pada satu untaian. Spora jamur jenis ini dapat tumbuh pada suhu yang ekstrim yaitu dari suhu 7°C hingga 33 °C sedangkan pengamatan makroskopis jamur pada spesimen ini terlihat pada bagian atas petridis berwarna putih dan kerutan ditengah, bentuk koloni jamur bulat .

Curvularia sp. secara mikroskopis, bagian tengah sel berwarna putih pekat dan agak gelap, memiliki septa yang hampir terpisah dengan masing-masing bagian. Koloni bagian atas terlihat koloni berwarna putih, pada bagian tengah koloni jamur *Curvularia* sp. berwarna kekuningan dan pada bagian bawah terlihat koloni berwarna putih dan kekuningan.

Micoascus sp. Identifikasi secara makroskopis terlihat koloni jamur *Micoascus* sp. berwarna krim, terlihat seperti terdiri atas 3 lapisan. Pada bagian

⁷⁹ Ariani Hatmanti ,”Pengenalan *Bacillus* Spp. “ *Jurnal Oseana*, Vol 25, No 1, hal, 2, 2000.

paling luar berwarna putih pekat, tengah putih kekuningan, dan paling dalam berwarna krim.

Acremonium sp. Karakteristik morfologinya terdiri dari hifa yang berseka, tipis dan meruncing, diproduksi sendiri atau dalam kelompok-kelompok kecil. Konidia umumnya uniseluler, diproduksi di kepala berlendir. Secara makroskopis terlihat pada bagian atas koloni berwarna putih dan ditengahnya terdapat bintik-bintik kuning. Pada bagian bawah, koloni berwarna putih dan agak membulat dan terlihat bercak-bercak kuning.

Mucor sp. secara mikroskopis terlihat hifanya dan tidak bersekat, sporangiospora tumbuh pada seluruh miselium itu, bentuknya sederhana atau bercabang, columela berbentuk bulat silinder atau seperti buah advokat, spora halus dan teratur. Secara makroskopis, bentuk koloni irregular, dengan pinggiran undulate, elevasi raiet dan berwarna putih susu. Secara mikroskopis terlihat hifanya dan tidak bersekat, sporangiospora tumbuh pada seluruh miselium itu, bentuknya sederhana atau bercabang.

b. Bakteri

Berdasarkan hasil isolasi mikroorganismenya dari substrat kelapa pada proses pembuatan *Pleik U* menunjukkan bahwa adanya keterlibatan bakteri pada pembuatan *Pleik U* dan terdapat 3 spesies bakteri yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus velenzensis*, dan *Bacillus pumilus* yang memiliki karakteristik tersendiri yaitu merupakan bakteri gram positif, karena menghasilkan warna ungu saat ditetesi dengan larutan KOH. Warna ungu yang muncul pada pewarnaan Gram tersebut dikarenakan dinding sel *B. subtilis* mampu mempertahankan zat warna kristal

violet, bentuk tidak beraturan dan menyebar, koloni berwarna krem, elevasi koloni timbul, tepian koloni bergelombang, permukaan koloninya halus mengkilap.

Koloni yang berbeda-beda pada medium agar cawan Nutrien Agar. Warna koloni pada umumnya putih sampai kekuningan atau putih suram, tepi koloni bermacam-macam namun pada umumnya tidak rata, permukaannya kasar dan tidak berlendir, bahkan ada yang cenderung kering berbubuk, koloni besar dan tidak mengkilat. Bentuk koloni dan ukurannya sangat bervariasi tergantung dari jenisnya. Selain itu setiap jenis juga menunjukkan kemampuan dan ketahanan yang berbeda-beda dalam menghadapi kondisi lingkungannya, misalnya ketahanan terhadap panas, asam, kadar garam, dan sebagainya.⁸⁰

3. Kelayakan Penunjang Praktikum Mikrobiologi dari Hasil Penelitian Isolasi Mikroorganisme Fermentator Pada *Pliek U*

Hasil penelitian akan digunakan sebagai penunjang praktikum mikrobiologi. Bentuk penunjang yang dihasilkan berupa modul praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U*. Penunjang praktikum tersebut dimanfaatkan oleh mahasiswa dalam proses pelaksanaan praktikum khususnya pada materi mikroorganisme pada makanan fermentasi sehingga membantu mahasiswa dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Penelitian dengan menggunakan media pernah dilakukan oleh Tejo Nurseto, menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran dapat membuat pembelajaran yang lebih efektif, mempercepat proses belajar, meningkatkan kualitas proses belajar mengajar, mengkongkritkan

⁸⁰ Ariani Hatmanti ,”Pengenalan *Bacillus* Spp. “ *Jurnal Oseana*, Vol 25, No 1, hal, 2, 2000

yang abstrak sehingga dapat mengurangi terjadinya penyakit verbalisme, serta penggunaan media pembelajaran berupa modul praktikum dapat menciptakan praktikum lebih efektif.⁸¹

Pengujian tingkat kelayakan media pembelajaran dilakukan dengan tujuan agar media yang dihasilkan dapat dimanfaatkan mahasiswa sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian tingkat kelayakan media praktikum mikroorganisme fermentator yaitu menggunakan instrumen yang diisi oleh dosen ahli. Sebelum digunakan, instrumen diteliti terlebih dahulu oleh dosen pembimbing dengan memberikan masukan dan saran agar lebih baik. Instrumen menguji tingkat kelayakan praktikum mikroorganisme fermentator yaitu menggunakan penilaian atau skor 1 sampai 4. Hasil penilaian dari ahli media pembelajaran sesuai dengan kategori yang ditetapkan sebelumnya, yaitu 0-40% berarti kurang layak, layak, 41-60% berarti cukup layak, 61-80% berarti layak dan 81-100% berarti sangat layak.⁸²

Penilaian kelayakan oleh ahli media akan memberikan masukan agar media yang dihasilkan menjadi lebih baik dan perbaikan yang dilakukan berdasarkan rekomendasi atau saran yang diberikan oleh ahli media.⁸³ Media modul praktikum terdiri dari 4 komponen. Adapun 4 komponen tersebut diantaranya yaitu komponen kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan

⁸¹ Tejo Nurseto, Membuat Media Pembelajaran Yang Menarik, *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, Vol.8, No.1, (2011), h. 19-35.

⁸³ Fahtria Yuliani dan Lina Herlina, "Pengembangan Buku Saku Materi Pemanasan Global Untuk Smp", *Jurnal Biologi Edukasi*, Vol.4, No.1, (2015), h. 104.

kegrafikan dan komponen kebahasaan. Komponen kelayakan isi diperoleh skor 3,2 dengan kategori valid.

Komponen kelayakan penyajian diperoleh skor 3,5 dengan kategori valid. Kelayakan penyajian terdiri dari dua sub komponen yaitu teknik penyajian dan kemutakhiran penyajian. Validator mengatakan pada komponen kelayakan penyajian perlu ditambahkan ilustrasi gambar. Penilaian kelayakan penyajian diamati dari beberapa aspek yaitu dari teknik penyajian, pendukung materi, penyajian pembelajaran, dan kelengkapan penyajian.⁸⁴

Komponen kelayakan kegrafikan diperoleh skor 3,5 dengan kategori valid. Komponen kelayakan kegrafikan terdiri dari dua sub komponen yaitu artistik, estetika dan pendukung penyajian materi. Penilaian kelayakan kegrafikan ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan yaitu ukuran buku, desain cover, huruf dan desain isi buku.⁸⁵

Komponen pengembangan diperoleh skor 3,8 dengan kategori valid. Komponen pengembangan terdiri dari dua sub komponen pendukung penyajian materi dan teknik penyajian. Validator mengatakan pada komponen pengembangan rujukan atau sumber acuan perlu ditambahkan rujukan terbaru dalam 5 tahun terakhir. Penilaian kelayakan pengembangan dilihat dari kesesuaian dengan perkembangan mahasiswa, keterbacaan, kemampuan motivasi, kelugasan, koherensi, dan keruntutan alur pikir, kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia,

⁸⁴ Hanum Slavia, et.al, “ Pengembangan Buku Saku ..., h. 24.

⁸⁵ Farida Nurlaila Zunaidah dan Mohamad Amin, Pengembangan Bahan Ajar Matakuliah Bioteknologi Berdasarkan Kebutuhan Dan Karakter Mahasiswa Universitas Nusantara PGRI Kediri, *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, Vol. 2, No.1, (2016), h. 21

serta penggunaan istilah dan simbol.⁸⁶ Hasil persentase yang diperoleh untuk modul praktikum yaitu 88% dengan kategori yaitu sangat layak direkomendasikan sebagai salah satu referensi mata kuliah Mikrobiologi yang dapat digunakan sebagai sumber belajar.

4. Respon Mahasiswa terhadap Penunjang Praktikum Mikrobiologi Dari Hasil Penelitian Isolasi Mikroorganisme Fermentator Pada *Pliek U*

Berdasarkan hasil penelitian tentang respon mahasiswa terhadap penunjang praktikum mikrobiologi berupa modul praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U*, diukur menggunakan lembar angket yang terdiri dari 10 pernyataan yaitu 5 soal positif dan 5 soal negatif yang terbagi ke dalam beberapa aspek. Lembar angket yang dibagikan kepada 33 orang mahasiswa, didapatkan jawaban yang bervariasi.

Persentase jawaban mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4.7 diketahui bahwa respon mahasiswa terhadap modul praktikum Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada *Pliek U*, pada aspek efektivitas diperoleh nilai rata-rata 36,6% dari 33 mahasiswa sangat setuju dan terdapat 43,3% menjawab setuju. Efektivitas adalah pengukuran dalam arti tercapainya tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Pembelajaran dikatakan efektif jika proses pembelajaran sudah sesuai dengan tujuan dan mencapai hasil pembelajaran yang diharapkan.⁸⁷ Hal tersebut membuktikan bahwa media praktikum isolasi mikroorganisme

⁸⁶ Hanum Slavia, et.al, “ Pengembangan Buku Saku..., h. 24.

⁸⁷ Handyaningrat dalam Marsudi, “Efektifitas Bahan Ajar Buku “ Panduan Pembelajaran Kebencanaan Kabupaten Klaten” pada Bencana Angin Badai Melalui Strategi Card Sort di SMA N 1 Karangom”, *Artikel Publikasi Ilmiah*, Pendidikan Geografi FKIP Universitas Muhamadiyah Surakarta, (2016), h. 3

fermentator pada *Pliek U* dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa, efektif digunakan sebagai penunjang praktikum mikrobiologi.

Respon mahasiswa pada aspek materi diperoleh hasil 43,3% dari 33 mahasiswa menjawab sangat setuju pada pertanyaan mengenai pemahaman materi. Mahasiswa mengatakan bahwa modul praktikum sangat membantu dalam proses praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U*. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa merasa media pembelajaran dapat menambah informasi, pengetahuan dan dapat memudahkan proses pembelajaran.

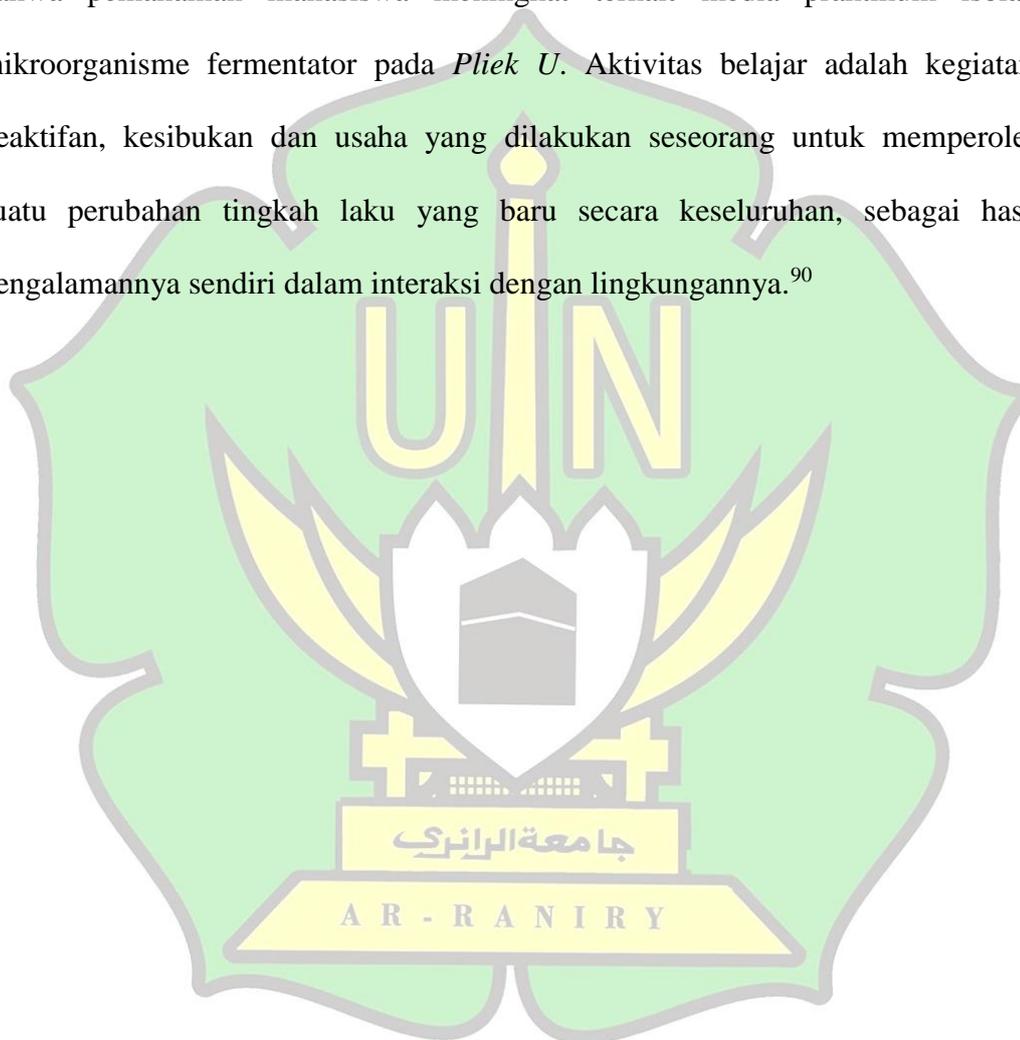
Aspek bahasa media diperoleh hasil 20% dari 33 mahasiswa yang menjawab sangat setuju dan 66,6% yang menjawab setuju. Hal ini menunjukkan bahwa aspek bahasa pada buku ajar kalimat dan bahasa yang digunakan sangat jelas dan disertai gambar. Suatu kalimat dikatakan efektif apabila kalimat tersebut membuat proses penyampaian informasi berlangsung sempurna dan maksud yang ingin disampaikan penulis tersampaikan secara sempurna kepada pembaca.⁸⁸

Hasil respon mahasiswa pada aspek motivasi belajar diperoleh hasil 49,9% dari 33 mahasiswa menjawab sangat tidak setuju. Media pembelajaran yang dihasilkan dapat menghadirkan pengetahuan baru bagi mahasiswa serta bersyukur terhadap kebesaran Allah Ta'ala. Motivasi dapat mendorong seseorang, sehingga dapat menyebabkan seseorang menjadi lebih ingin tahu tentang sesuatu. Motivasi

⁸⁸ Putrayasa dalam Nurria Marfi Atun, et.al, "Penggunaan Bahasa Indonesia dalam Buku Teks Matematika Kelas VII Terbitan KEMDIKBUD" *Jurnal Kata (Bahasa, Sastra, dan Pembelajarannya)*, Prodi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia FKIP Universitas Lampung, (2015), h. 3.

dapat meningkatkan keinginan mahasiswa untuk mempelajari sesuatu dan meningkatkan aktivitas belajar sehingga tercapainya tujuan dari pembelajaran.⁸⁹

Respon mahasiswa yang diperoleh pada aspek aktivitas belajar yaitu 44,2% dari 33 mahasiswa menjawab sangat tidak setuju. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa meningkat terkait media praktikum isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U*. Aktivitas belajar adalah kegiatan, keaktifan, kesibukan dan usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya.⁹⁰



⁸⁹ Syardiansah, “ Hubungan Motivasi Belajar Terhadap Prestai Belajar Mahasiswa Mata Kuliah Pengantar Manajemen (Studi Kasus Mahasiswa Tingkat I EKM A Semester II)” *Jurnal Manajemen dan Keuangan*, Vol. 5, No. 1, (2016), h. 441.

⁹⁰ Daitin Tarigan, Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa dengan Menggunakan Model Make A Match Pada Mata Pelajaran Matematika di Kelas V SDN 050687 Sawit Seberang, *Jurnal Kreano*, Vol.5, No.1, (2014), h. 58.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang “Isolasi Mikroorganisme Fermentator pada *Pliek U* Sebagai Penunjang Praktikum Mikrobiologi” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Isolasi mikroorganisme fermentator pada *Pliek U* menunjukkan bahwa adanya peranan mikroorganisme dalam proses pembuatannya.
2. Jamur yang berhasil diisolasi dari *Pliek U* teridentifikasi diantaranya *Culvularia* sp., *Sordaria* sp. dan *Micoascus* sp., *Acremonium* sp. dan *Gonitrium* sp.
3. Hasil penelitian disusun dalam bentuk modul praktikum sangat layak digunakan sebagai penunjang mata kuliah mikrobiologi
4. Respon mahasiswa terhadap modul praktikum mendapat hasil 89% dengan kategori positif.

B. Saran

Penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan dan masih banyak hal -hal yang perlu dikaji dan dikembangkan kembali. Peneliti memiliki saran untuk penelitian atau pengembangan selanjutnya antara lain:

1. Bagi peneliti lain, untuk melakukan identifikasi jamur dan bakteri pada *Pliek U* sampai pada tingkat spesies.
2. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji biokimia tentang kemampuan jamur terhadap aktibakteri.
3. Bagi peneliti lain, untuk melakukan penelitian terkait isolasi dan karakterisasi konsorsium jamur dan bakteri pada *Pliek U*



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad fauzan, (2017) “ Analisis Kelayakan Media Pembelajaran Perakitan Media Ajar untuk Siswa Sekolah menengah Kejuruan “, *Skripsi*,.Yogyakarta; UNY
- Aminollah, (2012) “Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Patogen *Escherichia Coli* Dan *Salmonella Sp.* Pada Kotoran Kelelawar Di Gua Pongangan, Gresik Dan Gudang Talun Bojonegoro, Jawa Timur” *Jurnal Sains*, 2 (2):28
- Anas Sujino, (2001) *Pengantar Statistic Pendidikan*. Jakarta : PT Raja Grafindi Persada.
- Anna Rachmawati, (2012) *Klasifikasi jamur*, UIN: Yogyakarta.
- Arum Krisna Miranti, MG Isworo dan Agung Suprihadi, (2015) “Diversitas Kapang Serasah Daun Talok (*Muntingia calabura L.*) di Kawasan Desa Sukolilo Barat, Kecamatan Labang, Kabupaten Bangkalan, Madura”, *Jurnal Bioma*, 6(2):58.
- Ayunasari, (2009) “Diversitas dan Visualisasi Karakter Fungi Dekomposer Serasah Daun *Avicennia marina (Forsk)* Vierh pada berbagai Tingkat Salinitas”. *Skripsi*, (Medan, Indonesia: Universitas Sumatera Utara,. 26-29.
- Campbell, Reece dan Mitchell. (2003) *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Daitin Tarigan, (2014) “Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa dengan Menggunakan Model Make A Match Pada Mata Pelajaran Matematika di Kelas V SDN 050687 Sawit Seberang”, *Jurnal Kreano*,5 (1) 58.

Djamal, R. (1998) *Prinsip-prinsip dasar kerja dalam kimia bahan alam*. Padang: FMIPA Universitas Andalas.

Edno Kamelta, (2013) “Pemanfaatan Internet oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universitas Negeri Padang”, *Jurnal CIVED ISSN 2302-3341*. 1(2) 144

Edno Kamelta, “Pemanfaatan Internet oleh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universitas Negeri Padang”, *Jurnal CIVED ISSN 2302-3341*. 1(2) 144

Fahtria Yuliani dan Lina Herlina, (2015) “Pengembangan Buku Saku Materi Pemanasan Global Untuk Smp”, *Jurnal biologi edukasi*, 4 (1) 104.

Fakhur Rahman, Ayu Lusiana, “ Pengembangan Modul Pratikum Mandiri sebagai Asesmen Keterampilan proses Sains dan Keterampilan Sosial Mahasiswa, *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*,1(.2) 50

Farida Nurlaila Zunaidah dan Mohamad Amin (2016) Pengembangan Bahan Ajar Matakuliah Bioteknologi Berdasarkan Kebutuhan Dan Karakter Mahasiswa Universitas Nusantara PGRI Kediri, *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(1) 21

Febrian Widya Kusuma, 2012 “Implementasi Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Akutansi Siswa Kelas XI IPS 1 SMA Negeri 2 Wonosari Tahun Ajaran 2011/2012”, *Jurnal Pendidikan Akutansi Indonesia*, 10(2) 4.

Filza Yulina Ade, (2013) “Isolasi Dan Identifikasi Jamur-Jamur Pendegradasi Amilosa Pada Empelur Tanaman Sagu (*Metroxylon Sagu* Rottb.)” *Jurnal Ilmiah Edu Research* Vol.2 No.1. 2013

Foto hasil penelitian 2019

Handayani Ratnawati dan Marsudi, (2016) “Efektifitas Bahan Ajar Buku “ Panduan Pembelajaran Kebencanaan Kabupaten Klaten” pada Bencana Angin Badai Melalui Strategi Card Sort di SMA N 1 Karanganyar”, *Artikel Publikasi Ilmiah*, Pendidikan Geografi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Hanum Slavina, et.al, “ Pengembangan Buku Saku

Hasanuddin. 2010. “Mikroflora pada Tempoyak”, *Jurnal Agritech* ,30(4) 16

Hasrul Satria, (2003) “Pembentukan Asam Organik oleh Isolat Bakteri Asam Laktat pada Media Ekstra Daging Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.)” *Jurnal Bioscientiae*, 2(1) 16.

Indrawati Gandjar, dkk., (2006) *Mikologi Dasar dan Terapan*, Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Kamus Besar Bahasa Indonesia, Diakses pada tanggal 19 November 2018, melalui link: <https://kbbi.web.id/buku>.

Kamus Besar Bahasa Indonesia, <https://kbbi.web.id/buku>, Diakses pada Tanggal 20 Mei

Kuntjojo, 2019. *Metodelogi Penelitian*, Kediri.

Lembaga Administrasi Negara, *Pedoman Penulisan Modul*, (Jakarta: Lembaga

Lindquist, J.” (1998)General Overview of The Lactic Acid Bacteria Departement of Bacteriology, University of Wisconsin. Madison”, *Food Science*, 324(102)

Lud Waluyo.2007. *Mikrobiologi Umum*, Malang: UMM Press.

Maria Y.E., dan Surya R.P., 2012.“ Isolasi dan Identifikasi Bakteri Setelah Dua Hari Inkubasi” ,*Jurnal Teknik Pomits*, 1(1) 1

Merisa Yunita, “Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan (*Aerofood ACS*) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (*Total Plate Count*) Dengan Metode *Pour Plate*”

Michelle V. Holderman, 2017. Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado, *Jurnal Ilmiah Sains* 17(1)

Michelle V. Holderman, Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado, *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 17, No. 1, 201*,hal.4

Muhammad Machmud, (2016)Teknik Penyimpanan Dan Pemeliharaan Mikroba, Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, *Jurnal Buletin AgroBio*,4 (1) 24

Muhammad Nurdianto.(2015)”Total Jamur, Jenis Kapang dan Khamir Pellet Ayam Kampung Super dengan Penambahan Berbagai Level Pollard Berprobiotik”, *Jurnal Peternakan*, 15, (2).

Muhammad Quraish Shihab, *Tafsir Al-Misbah*.

Neti Yuliana, (2008), “KinetikaPertumbuhan Bakteri Asam Laktat Isolat t5 yang Berasal dari Tempoyak”, *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*,13(2).

Noer Rohmah. 2012. *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta : Teras

Nuniek Herdyastuti,.2013.“Kitinase dan Mikroorganisme Kitinolitik”, *Jurnal Chem*,

Nur Hidayat, (2006) *Mikrobiologi Industri*. Malang : Penerbit Andi Publisher.

Nur Hidayat. (2006)*Mikrobiologi Industri*.Yogyakarta: Andi Publisher.

Nurliana. (2009) .” Prospek Makanan Tradisional Aceh sebagai Makanan Kesehatan: Deteksi Awal Aktivitas Antimikrob Minyak *Pliek u* dan Ekstraksi Kasar dari *Pliek u*”. *Disertasi*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Olive, Lidsay, (2009) Genetics Of *Sordaria Fumicola*. I. Ascospore Color Mutans, *American Journal of Botany*. 43 (2): 97-107.

Pusat Bahasa Depdiknas,(2015) *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta: Balai Pustaka,.

Putrayasa. (2015) “Penggunaan Bahasa Indonesia dalam Buku Teks Matematika Kelas VII Terbitan KEMDIKBUD” *Jurnal Kata (Bahasa, Sastra, dan Pembelajarannya)*, Prodi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia FKIP Universitas Lampung.

Romadhan, Subagiyo, dan Margina, 2012, “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Usus udang Penghasil Bakteriosin Sebagai Agen Antibiotik pada Produk-Produk Hasil Perikanan” *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol.8, No.1, h.60.

Samosir, A. (2018) “ Hubungan Perilaku Penjamah Pembuatan *Pliek U* pada Industri Rumah Tangga dengan Terdapatnya Jamur *Aspergillus niger* di Kecamatan Darul Imarah Aceh Besar”. *Tesis*. Medan: Univeristas Sumatera Utara.

Sudjana, *Metode Statistik*, (Bandung : Tarsito, 1989), h. 49.

Syardiansah, (2016) “ Hubungan Motivasi Belajar Terhadap Prestai Belajar Mahasiswa Mata Kuliah Pengantar Manajemen (Studi Kasus Mahasiswa Tingkat I EKM A Semester II)” *Jurnal Manajemen dan Keuangan*, 5(1) 441.

Sylvia T. Pratiwi, (2018) *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.

Sylvia T. Pratiwi. (2018) *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.

Syukri, M. (2018) . Kuah *Pliek u*, Gulai Para Raja. (Online). (<http://www.kompasiana.com/muhammadsyukri/kuah-plied-ugulai-para-raja-aceh>).

Tatang Sopandi. 2018. *Mikrobiologi Pangan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Tejo Nurseto.(2011) Membuat Media Pembelajaran Yang Menarik, *Jurnal Ekonomi dan Pendidika*, 8(1)19-35.

Tjahjadi Purwoko, *Fisiologi Mikroba*, (Jakarta : Bumi Aksara, 2007), h. 33.

Tri Asih Wahyu Hartati, Dini Safitri. (2017) “Respon Mahasiswa Ikip Budi Utomo Terhadap Buku Ajar Matakuliah Biologi Sel Berbantuan Multimedia Interaktif”, *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*,3(2)166.

Uswatun. (2014) “Hasanah,Kurva Pertumbuhan Jamur Endofit Anti Jamur Candida Dari Tumbuhan Raru (Cotylelobium Melanoxilon) Genus *Aspergillus*”, *Jurnal Biosains*,4(02)2

Wasty Soemanto (2003) *Psikologi Pendidikan : Landasan Kerja Pemimpin Pendidikan*. Jakarta : PT Rhineka Cipta.

Wawancara dengan masyarakat Gampong Pasie Lubuk Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar

Wawancara dengan mahasiswa yang telah mengambil Mata Kuliah Mikrobiologi.

Wawancara dengan Zuraidah, Dosen Pengampu Mata Kuliah Mikrobiologi

Widiwurjani, *Menggali Potensi Serasah Sebagai Media Tumbuh Jamur Tiram Putih*

Yosi Wulandari dan Wachid E, Purwanto, (2017) “Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”, *Jurnal Gramatika*, 3,(2) : 162-172.

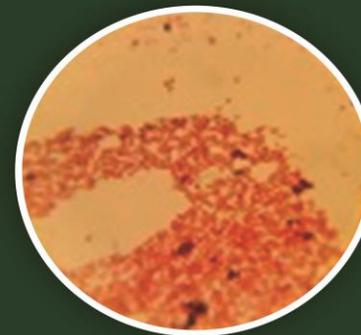
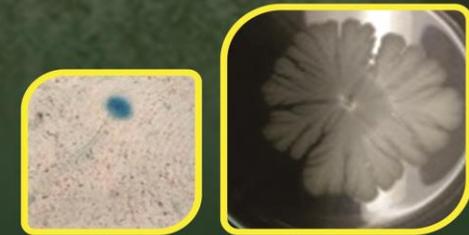
Yosi wulandari dan Wachid E. Purwanto (2017) “ Kelayakan Aspek Materi dan Media dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”, *Jurnal Gramatika*. 3(2)172.



MIKROBIOLOGI

Shape						
	Filamentous	Spindle	Irregular	Circular	Rhizoid	
Margin						
	Entire	Undulate	Lobate	Curled	Rhizoid	Filamentous
Elevation						
	Flat	Raised	Convex	Pulvinate	Umbonate	
Size						
	Punctiform	Small	Moderate	Large		

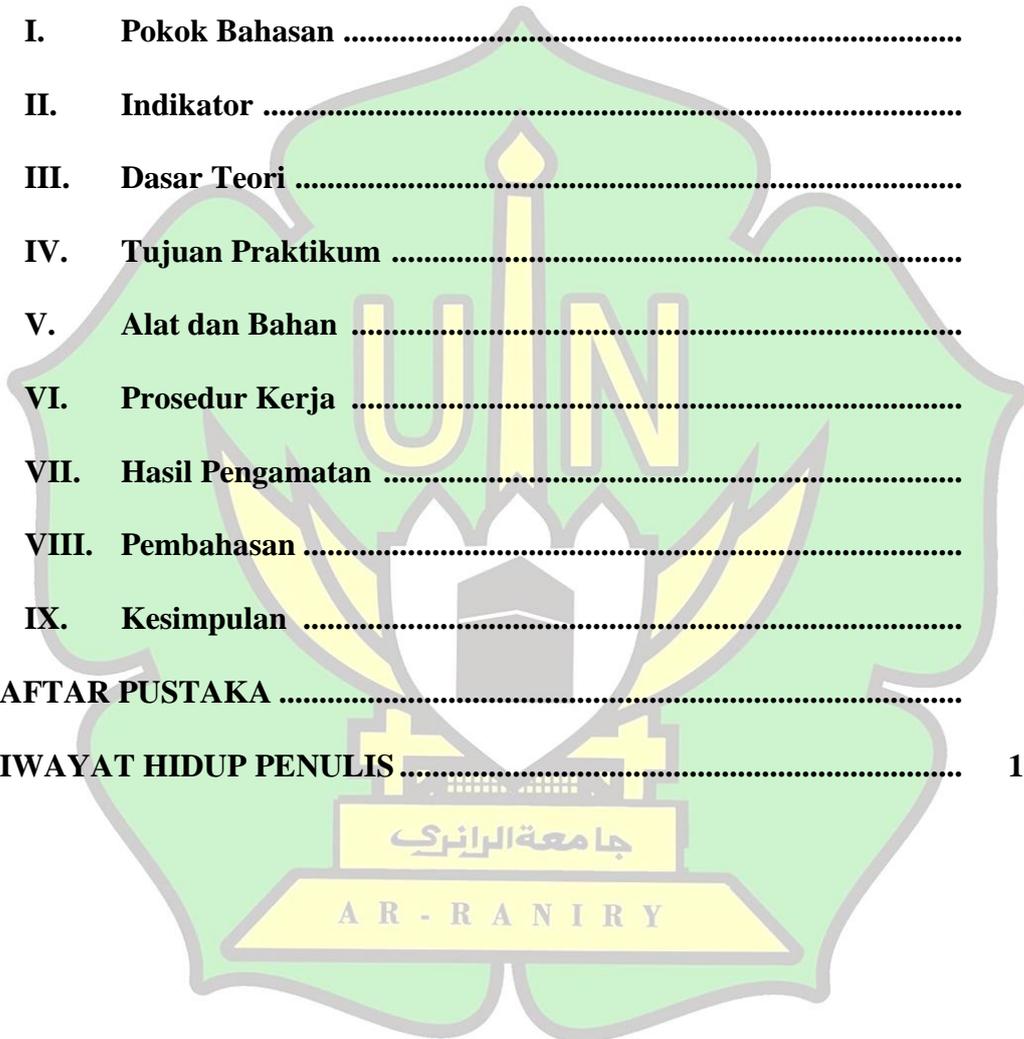
ISOLASI MIKROORGANISME FERMENTATOR PADA PLIEK U SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI



Oleh : Suryani
NIM : 150207075

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	iii
I. Pokok Bahasan	1
II. Indikator	1
III. Dasar Teori	1
IV. Tujuan Praktikum	2
V. Alat dan Bahan	3
VI. Prosedur Kerja	4
VII. Hasil Pengamatan	6
VIII. Pembahasan	7
IX. Kesimpulan	8
DAFTAR PUSTAKA	9
RIWAYAT HIDUP PENULIS	10



PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti karena dalam modul akan tampak kedudukan modul yang sedang anda pelajari ini antara modul yang lain.
2. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pekerjaan dengan benar untuk mempermudah dalam memahami suatu proses pekerjaan, sehingga diperoleh hasil yang optimal.
3. Pahami setiap teori dasar yang akan menunjang penguasaan materi dengan membaca secara teliti, bilamana terdapat evaluasi maka kerjakan evaluasi tersebut sebagai sarana latihan.
4. Jawablah tes formatif dengan jawaban yang singkat dan jelas serta kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
5. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bila perlu konsultasikan hasil penugasan tersebut kepada guru/instruktur.
6. Catatlah kesulitan anda dalam mempelajari modul ini untuk dinyatakan kepada guru/instruktur pada saat tatap muka. Bacalah referensi lain yang ada hubungan dengan materi modul ini agar anda mendapatkan pengetahuan tambahan.

I. Pokok Bahasan : Isolasi Mikroorganisme Fermentator Pada *Pliek U* Sebagai Penunjang Praktikum Mikrobiologi

II. Indikator :

Setelah mempelajari modul ini mahasiswa diharapkan :

1. Dapat menjelaskan Mikroorganisme apa sajakah yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek u*.
2. Dapat menjelaskan karakteristik morfologi Mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek u*.

III. Dasar Teori :

Mikroba memiliki peran yang sangat penting dalam proses pembuatan *Pliek u*.¹ Kelompok mikroba yang berperan dalam pembuatan *pliek u* diantaranya jamur dan ²bakteri. Jenis jamur yang dapat menimbulkan kerusakan pada daging buah kelapa yang basah adalah *Aspergillus niger* yang menyebabkan warna hitam pada permukaan buah kelapa dan *Aspergillus flavus* yang dapat menyebabkan warna hijau pada permukaan daging buah kelapa. Sedangkan mikroba yang terdapat pada *pliek u* yang telah disimpan beberapa bulan adalah bakteri *Bacillus*

¹ Nurliana, Prospek Makanan Tradisional Aceh sebagai Makanan Kesehatan: Deteksi Awal Aktivitas Antimikrob Minyak *Pliek u* dan Ekstraksi Kasar dari *Pliek u*. *Disertasi*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2009), h. 7.

² Samosir, A, Hubungan Perilaku Penjamah Pembuatan *Pliek U* pada Industri Rumah Tangga dengan Terdapatnya Jamur *Aspergillus niger* di Kecamatan Darul Imarah Aceh Besar. *Tesis*. Medan: Univeristas Sumatera Utara.

subtilis, dan jamur yang tumbuh adalah *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, dan *Aspergillus fumigat*^{3 4}

Mikroorganisme Fermentor Pada Proses Pembuatan Pilek u dari hasil penelitian Rivan Rinaldi, dkk., diperoleh 6 jenis jamur dan 3 jenis bakteri dari kelompok bakteri Gram positif yang berbentuk Cocus dan Basil. Jenis jamur hasil isolasi yaitu *Microascus* sp., *Sordaria* sp., dan *Curvularia* sp., yang berasal dari substrat kelapa sebelum fermentasi dan *Trhicurus* sp., *Acremonium* sp., *Sordaria* sp., dan *Gonytrhicum* sp., yang berasal dari substrat kelapa setelah proses fermentasi.⁵

IV. Tujuan Praktikum :

1. Mampu menjelaskan Mikroorganisme apa sajakah yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek u*.
2. Mampu menjelaskan karakteristik morfologi Mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi pada *Pliek u*.

⁵Rivan Rinaldi, dkk., Mikroorganisme Fermentor Pada Proses Pembuatan Pilek u, *Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, Vol. 2, No. 1, (2016), h. 14. Diakses 2/10/2018

V. Alat dan Bahan :

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian Isolasi Mikroorganisme Fermentator Pada *Plick U* Sebagai Penunjang Praktikum Mikrobiologi Sebagai Penunjang Praktikum Mikrobiologi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan dalam Penelitian Isolasi Mikroorganisme Fermentator Pada *Plick U* Sebagai Penunjang Praktikum Mikrobiologi

No	Nama alat dan bahan	Fungsi
Alat		
1	Laminar Air Flow	Ruang steril sebagai tempat penanaman mikroorganisme
2	Autoklaf	Tempat steril secara basah
3	Oven	Tempat steril secara kering
4	Inkubator	Untuk mengeramkan medium yang telah ditanami mikroorganisme
5	Petridish	Tempat pertumbuhan mikroorganisme
6	Nidle	Untuk mengambil suspensi hifa jamur
7	Tabung Reaksi	Tempat pengenceran
8	Ose	Untuk mengambil mikroorganisme secara goresan
9	Hot Plate	Tempat untuk memanaskan dan memasak media
10	Labu Erlenmeyer	Sebagai wadah medium
11	Timbangan	Untuk menimbang bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan medium
12	Bunsen	Untuk mengfiksasi peralatan, tabung reaksi, nidle, dan ose.
13	Pipet mikro	Untuk mengambil sampel dalam jumlah sedikit

14	Mikroskop	Untuk melihat jasad renik
15	Kaca benda	Untuk meletakkan preparat
16	Sendok	Untuk mengambil <i>plik u</i>
17	Toples T	Tempat untuk fermentasi <i>plik u</i>
18	Pipet tetes	Untuk mengambil zat warna
19	Kamera	Untuk dokumentasi hasil penelitian.
20	Gelas baker	Untuk menampung media, akuades dan lain-lain.
21	Colony counter	Untuk menghitung jumlah koloni

No Nama Bahan

1	Kristal violet	Untuk pewarnaan
2	Larutan iodine	Untuk pewarnaan
3	Media NA	Untuk penanaman isolat bakteri
4	Alkohol 96%	Untuk proses pewarnaan
5	Media PDA	Untuk penanaman isolat jamur
6	Aquadest	Untuk pengenceran
7	<i>Plik u</i>	Untuk bahan fermentasi
9	Media MRS agar	Untuk penanaman isolat

VI. Prosedur Kerja :

1. Pengambilan Sampel Kelapa.

Pengambilan sampel kelapa dilakukan melalui 2 (Dua) tahapan. Pada setiap tahapan dilakukan pengukuran faktor fisik terhadap sampel tersebut. Tahapan pertama saat setelah kelapa dikukur (sebelum fermentasi). Tahap kedua yaitu ketika kelapa selesaidifermentasikan dan siap untuk dijemur. Masingmasing

sample diambil sebanyak 2 sendok makan steril dan dimasukkan kedalam erlenmayer steril.

2. **Isolasi Mikroorganisme.**

Metode isolasi yang dilakukan ialah menggunakan metode cawan sebar dan cawan gores. Dilakukan pengenceran sebanyak 5 kali kemudian ditanam kedalam medium agar nutrisi dan medium agar kentang dekstrosa. Kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 7-9 hari hingga koloni tumbuh dan bisa dibedakan secara makroskopis.

3. **Pemurnian Biakan Mikroorganisme.**

Isolat yang telah tumbuh selanjutnya dipurifikasi (pemurnian) dan dipindahkan ke media pertumbuhan baru sesuai ciri dari masing-masing koloni. Biarkan koloni tumbuh hingga 5-7 hari dan memungkinkan untuk dilakukan proses ketahap berikutnya.

4. **Identifikasi molekuler metode chelex**

Identifikasi molekuler diawali dengan ekstraksi DNA. Ekstraksi DNA dilakukan menggunakan metode Chelex. Metode ini dilakukan dengan cara, 3 ose kultur khamir umur 48 jam kedalam *tube* yang telah diberi 100 μ L ddH₂O dan 1mL saponin 0,5%, perendaman kultur dalam saponin dilakukan pada suhu 4°C selama 24 jam (*overnight*).

Sampel disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 12.000 rpm. Kemudian supernatan dibuang menggunakan mikropipet untuk menghilangkan saponin tanpa merusak pelet. Setelah itu PBS 1x sebanyak 1 Ml ditambahkan dan disentrifugasi kembali dengan kecepatan 12.000 rpm selama 5 menit, Selanjutnya

sampel ditambahkan ddH₂O sebanyak 100µL dan 20 % larutan Chelex 50 µL. Sampel kemudian dididihkan selama 10 menit, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan dipisahkan dari pelet.

Uji kuantitas DNA hasil ekstraksi dilakukan menggunakan NanoDrop spektrofotometer. *Software* dibuka, kemudian pilih *Nucleid acid*. Kalibrasi dilakukan sebelum pengukuran menggunakan blanko berupa aquadest steri sebanyak 3 µL selama 3 menit. ddH₂O sebanyak 1µL dimasukkan lalu klik *blank*. Sampel DNA sebanyak 1µL dimasukkan dan ditutup lalu klik *Measure*. Konsentrasi DNA dilihat pada perangkat komputer. Amplifikasi DNA dilakukan menggunakan PCR dengan tiga tahapan, yaitu denaturasi awal pada suhu 94°C selama 2 menit, *denaturasi* 94°C selama 15 detik, kemudian *annealing* pada suhu 53°C selama 30 detik, dan ekstensi pada suhu 72°C selama 1 menit, setelah itu *ekstensi* akhir pada suhu 72°C selama 10 menit 40 detik dan suhu penyimpanan pada tahap akhir 4°C. *Primer* yang digunakan yaitu ITS1 (5'TCC GTA GGT GAA CCT TGC GG 3') dan ITS4 (5'TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3'). Keberhasilan PCR diuji melalui elektroforesis dengan *gel agarose* 1% ditambah dengan 2 µL *GoodView Nucleic Acid Stain*. 5µL produk PCR dan *marker* (1 µL *loading dye* dan 1 µL *DNA low mass ladder marker*) dimasukkan kedalam sumuran *gel agarose* 1% yang telah direndam larutan buffer TAE 1x. Kemudian dielektroforesis dengan tegangan 100 volt selama 45 menit. Hasil produk PCR akan tervisualisasikan menggunakan *gel documentation*.

Produk PCR disekuensing untuk mengetahui jumlah dan urutan basanya di PT. Genetika Science Indonesia. Sekuens yang diperoleh dianalisis dengan cara

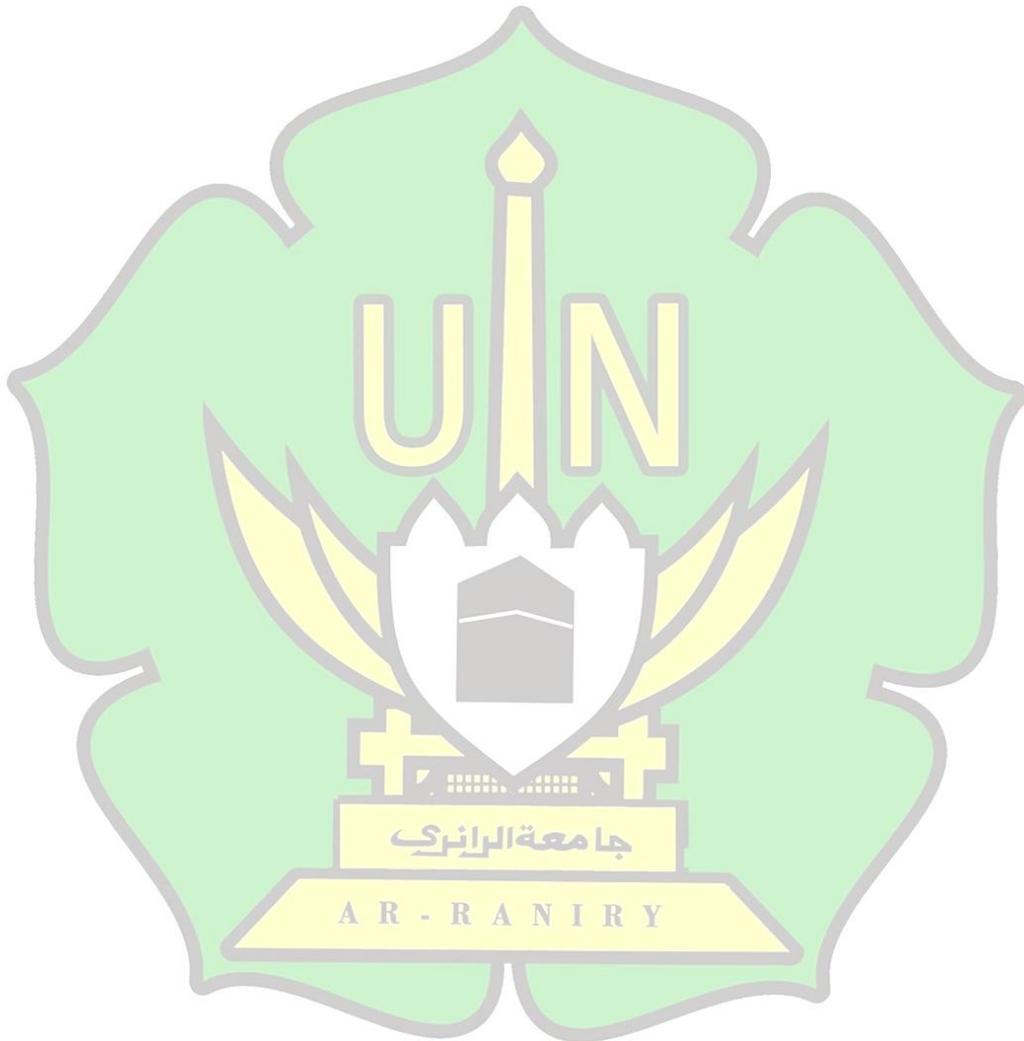
penyejajaran dengan BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) untuk menentukan presentase kesamaan pasangan basa dengan referensi yang terdapat di *Genbank*. Pembuatan pohon filogenetik dilakukan menggunakan software MEGA 7. Sekuen isolat dianalisis dan dibandingkan dengan isolat lainnya. Pohon filogenetik direkonstruksi menggunakan *Neighbour joining* dan diuji menggunakan *Bootstrap method*.

5. Penyajian Data.

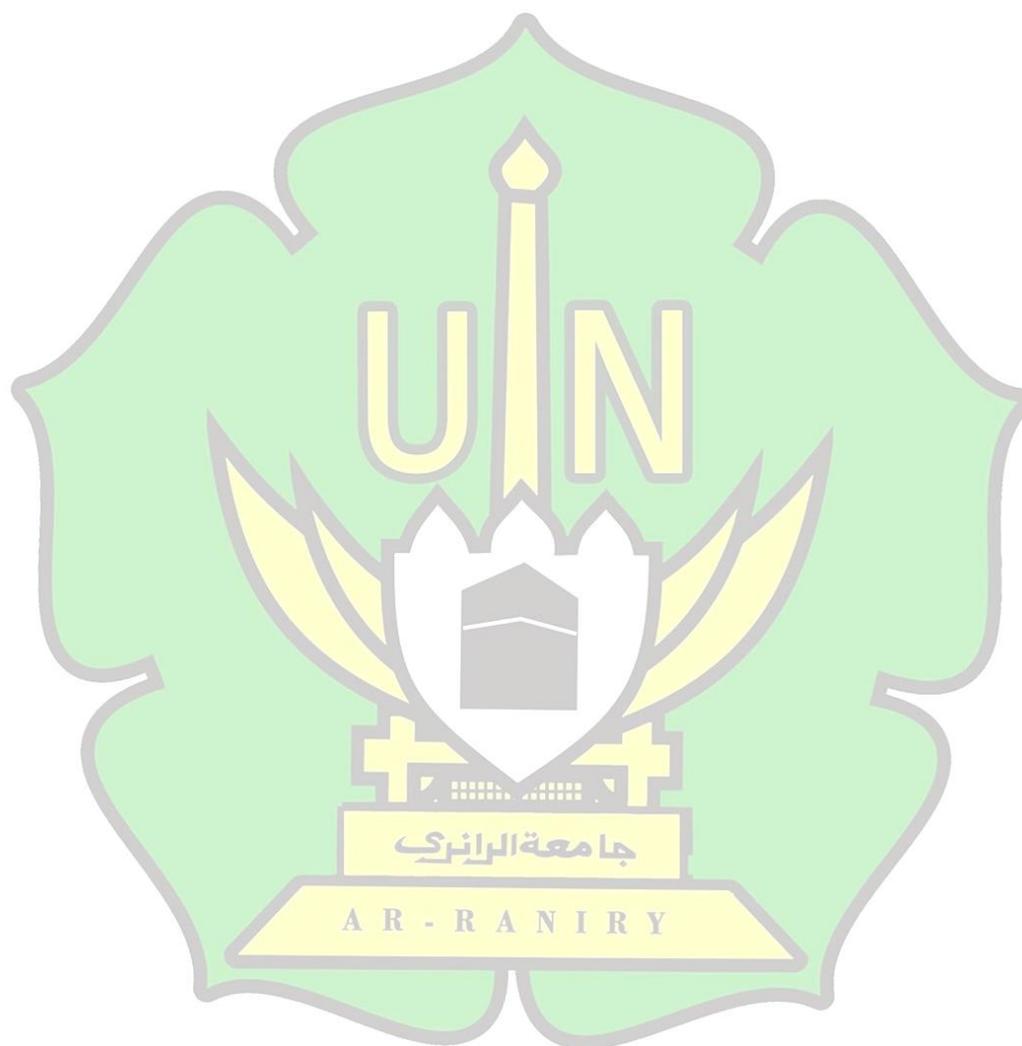
Data disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar mikroorganisme fermentor *plik u*.



VIII. Pembahasan :



IX. Kesimpulan :



DAFTAR PUSTAKA

- Nurliana. 2009. Prospek Makanan Tradisional Aceh sebagai Makanan Kesehatan: Deteksi Awal Aktivitas Antimikrob Minyak *Pliek u* dan Ekstraksi Kasar dari *Pliek u*. *Disertasi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rivan Rinaldi, dkk.,2016. Mikroorganisme Fermentor Pada Proses Pembuatan Pilek u, *Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, Vol. 2, No. 1.
- Samsir, A, 2017. Hubungan Perilaku Penjamah Pembuatan *Pliek U* pada Industri Rumah Tangga dengan Terdapatnya Jamur *Aspergillus niger* di Kecamatan Darul Imarah Aceh Besar. *Tesis*. Medan: Univeristas Sumatera Utara.



ANGKET TANGGAPAN MAHASISWA TERHADAP PENGGUNAAN
 MEDIA PEMBELAJARAN (MODUL PRAKTIKUM) PENUNJANG DARI
 HASIL PENELITIAN ISOLASI MIKROORGANISME FERMENTATOR
 PADA *PLIEK U* SEBAGAI PENUNJANG PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI

Nama :

Nim :

Petunjuk :

1. Pada angket ini terdapat 10 pertanyaan. Pertimbangkanlah baik-baik setiap pertanyaan dalam kaitannya yang kalian alami.
2. Pertimbangkanlah setiap pertanyaan secara terpisah dan tentukan kebenarannya.
3. Berikan tanda pada setiap jawaban yang kamu anggap cocok dengan pilihan kalian.
4. Pilihan jawaban tersebut adalah

SS = Sangat Setuju
 S = Setuju
 RR = Ragu-Ragu
 TS = Tidak Setuju
 STS = Sangat Tidak Setuju

No	Respon Mahasiswa	Jawaban				
		SS	S	RR	TS	STS
1	Modul Pratikum mikrobiologi ini, dapat memudahkan saya dalam belajar materi mikrobiologi mikroorganisme fermentator.	5	28			
2	Modul pratikum membuat saya tidak fokus dalam memahami prosedur kerja pada materi mikroorganisme fermentator.			6	27	
3	Modul pratikum membuat saya tidak fokus dalam memahami prosedur pada materi mikroorganisme fermentator pada <i>Pliek u</i> .			12	21	

4	Belajar mikroorganisme fermentator membuat saya tidak bersyukur kepada Allah Ta'ala dan tidak mensyukuri berbagai macam karakteristik makhluk hidup yang ada disekitar.			11	22	
5	Modul pratikum membuat saya lebih paham dalam memahami prosedur pada materi mikroorganisme fermentator pada <i>Pliek u.</i>	12	21			
6	Modul praktikum dapat membuat saya memahami materi mikroorganisme fermentator lebih mendalam.					
7	Modul pratikum mikroorganisme fermentator pada <i>Pliek u.</i> membuat saya tidak bersyukur kepada Allah Ta'ala dan tidak mensyukuri berbagai macam keunikan karakteristik makhluk hidup yang ada disekitar.			10	23	
8	Materi pada modul penunjang praktikum mikrobiologi telah disajikan dengan menarik	9	26			
9	Belajar mikroorganisme fermentator membuat saya bersyukur kepada Allah Ta'ala dan tidak mensyukuri berbagai macam karakteristik makhluk hidup yang ada disekitar.	10	23			
10	Modul pratikum membuat saya tidak fokus dalam memahami prosedur kerja pada materi mikroorganisme fermentator.			9	26	

Lampiran 1 Proses Pembuatan *Pliek U*



Desa Pembuatan *Pliek U*



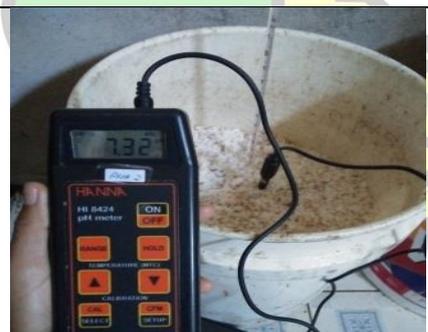
Alat peras *Pliek U* (klah)



Pliek U yang sedang difermentasi



Proses perasan *Pliek U*



Pengukuran faktor fisik *Pliek U*



Pengukuran faktor fisik *Pliek U*

Lampiran II Pembuatan Media



Pembuatan media



Pembungkusan alat dan bahan



Pengukuran kadar media



Sterilisasi alat dan bahan



Penuangan media pada petridish

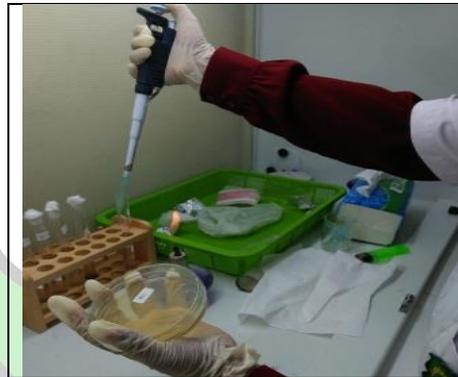


Media yang sudah siap ditanam

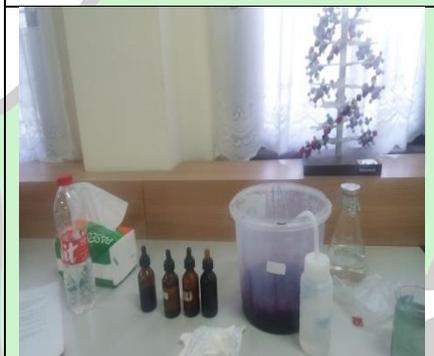
Lampiran III Isolasi Jamur



Penimbangan *Pleik U*



Purifikasi



Pewarnaan gram



Penimbangan media



Bahan pewarnaan gram

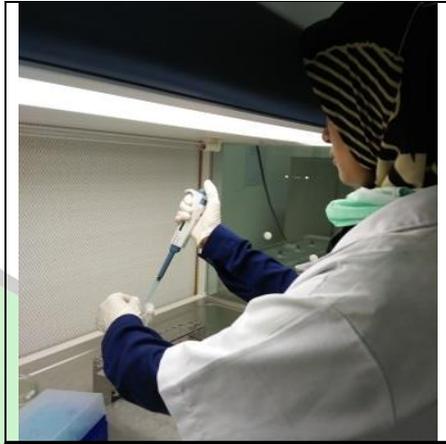


Penghalusan media

Lampiran IV Purifikasi Jamur



Vortek



Pngenceran



Pengeringan alat



Bahan yang siap dituang



Isolasi



Koloni jamur

Lampiran V Identifikasi Jamur

