

**KARAKTERISASI FUNGI PADA FERMENTASI BIJI KAKAO
(*Theobroma Cacao* L) DARI DESA MUSA BAROH PIDIE JAYA**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

FATILLAH

NIM. 160703024

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BAN3DA ACEH
2023 M / 1444 H**

LEMBARAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

KARAKTERISASI FUNGI PADA FERMENTASI BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L) DARI DESA MUSA BAROH PIDIE JAYA

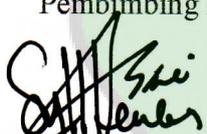
SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai salah satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana
dalam Ilmu / Prodi Biologi

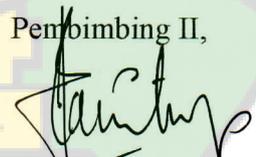
Oleh:
FATILLAH
NIM. 160703024
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

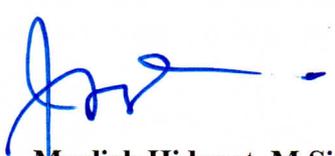
Pembimbing I,


Syarifah Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Pembimbing II,


Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701

Mengetahui:
Ketua program Studi


Muslich Hidayat, M.Si
NIDN. 2002037902

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR
KARAKTERISASI FUNGI PADA FERMENTASI BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L) DARI DESA MUSA BAROH PIDIE JAYA

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar - Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1)
dalam Prodi Biologi

Pada Hari/Tanggal : Kamis, 23 Februari 2023

2 Sya'ban 1444 H

Tempat : Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Syarifina Sari Lubis, M.Si
NIDN: 2025048003

Sekretaris,

Diannita Harahap, M.Si
NIDN: 2022038701

Penguji I,

Ayu Nirmala Sari, M.Si
NIDN: 2027028901

Penguji II,

Raudhah Hayatillah, M.Sc
NIDN: 2025129302

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIDN. 0002106203

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fatillah
NIM : 160703024
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Karakterisasi Fungi Pada Fermentasi Biji Kakao
(*Theobroma cacao L*) Dari Desa Musa Baroh Pidie Jaya

Dengan ini menyatakan dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak orang lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 20 Februari 2023

Yang menyatakan,


Fatillah

ABSTRAK

Nama : Fatillah
NIM : 160703024
Program Studi : Biologi Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Karakterisasi Fungi Pada Fermentasi Biji Kakao
(*Theobroma cacao L*) Dari Desa Musa Baroh Pidie Jaya
Tanggal Sidang : 23 Februari 2023
Tebal Skripsi : Halaman (44)
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Diannita Harahap, M.Si
Kata Kunci : Fermentasi, Biji Kakao, Fungi, *Torulaspota* sp,
Candida sp, *Pichia* sp, *Saccharomyces* sp, Karakteristik,
Desa Musa Baroh.

Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fungi yang terdapat pada fermentasi biji kakao. Pengambilan sampel biji kakao di kawasan Musa Baroh, Kecamatan Bandar Baru, Kabupaten Pidie Jaya. Sampel yang diambil buah kakao masak yang berwarna kuning atau orange diambil sebanyak 10 buah. Fermentasi dilakukan secara spontan dalam keranjang bambu selama 7 hari. Berdasarkan hasil karakteristik diperoleh 11 isolat yang terdiri dari genus *Torulaspota* sp yaitu YT 8, YT 9, YT 11, Genus *Candida* sp dengan isolate YT 1, YT 4, YT 5, YT 7, YT 10, genus *Pichia* sp isolat YT 2, YT 3, dan genus *Saccharomyces* sp dengan isolat YT 6.

Kata Kunci : Fermentasi, Biji Kakao, Fungi, *Torulaspota* sp, *Candida* sp, *Pichia* sp, *Saccharomyces* sp, Karakterisasi, Desa Musa Baroh.

ABSTRACT

Name : Fatillah
NIM : 160703024
Study Program : Biology
Title : *Fungi Characterization in Fermented Cocoa Beans (Theobroma cacao L) from Musa Baroh Village, Pidie Jaya*
Trial date : 23 February 2023
Number of pages : (44)
Mentor I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Mentor II : Diannita Harahap, M.Si
Keywords : *Fermentation, Cacao Beans, Fungi, Torulaspora sp, Candida sp, Pichia sp, Saccharomyces sp, Karakteritation, Musa Baroh Village*

Cocoa (Theobroma cacao L.) is one of the plantation commodities that has an important role for the national economy, especially as a provider of employment, a source of income and foreign exchange. This study aims to determine the characteristics of the fungi contained in the fermentation of cocoa beans. Sampling of cocoa beans in the Musa Baroh area, Bandar Baru District, Pidie Jaya Regency. Samples taken from ripe cocoa pods with yellow or orange color were taken as many as 10 pieces. Fermentation was carried out spontaneously in a bamboo basket for 7 days. Based on the characteristic results obtained 11 isolates consisting of the genus Torulaspora sp, namely YT 8, YT 9, YT 11, Genus Candida sp with isolates YT 1, YT 4, YT 5, YT 7, YT 10, genus Pichia sp isolates YT 2, YT 3, and the genus Saccharomyces sp with isolate YT 6.

Keyword : Fermentation, Cocoa Beans, Fungi, Torulaspora sp, Candida sp, Pichia sp, Saccharomyces sp, Karakteritation, Musa Baroh Village

KATA PENGANTAR



Puji beserta syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat-Nya berupa kesehatan, kesempatan dan karunia-Nya serta pengetahuan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Karakterisasi Fungi Pada Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L) dari Desa Musa Baroh Pidie Jaya**”. Shalawat dan salam penulis sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliah ke zaman islamiyah.

Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk menyelesaikan studi di Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Dalam menyelesaikan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari orang tua penulis, Ibu Husniah dan Bapak Abu Bakar Soerah atas ketulusan kasih sayangnya, sehingga memberi bantuan dalam bentuk doa dan material untuk kesuksesan penulis dalam menyelesaikan kuliah banyak pihak yang membantu baik bimbingan, arahan, dan saran, maupun dorongan untuk menyelesaikan skripsi Ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah. M. T., IPU Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
2. Muslich Hidayat, M.Si. selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negri Ar-Raniry.
3. Syafrina Sari Lubis, M.Si. selaku Sekretaris Prodi Bologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) serta selaku dosen pembimbing Skripsi, yang telah membimbing dan memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi, dan ilmu selama aktivitas kuliah, sampai bimbingan Skripsi terlaksanakan.
4. Diannita Harahap, M.Si. selaku dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi, dan ilmu selama aktivitas kuliah dan hingga sampai bimbingan skripsi.

5. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Kepada Abang dan Kakak saya Muzzibur Rochman A.Ma dan Aiza Zuhra A.Md. Keb yang telah memberi semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
7. Kepada sahabat saya Nurul Amalia S.Si, Sri Rizki, S.Si, Nova Irmayanti, S.Sidan Rossy Fatmawati.Az S.Si serta seluruh teman dari Biologi leting 2016 yang telah memberikan semangat, dukungan, serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini secara tepat waktu dengan baik dan benar. Semoga segala bantuan dan do'a yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Skripsi ini telah dibuat semaksimal mungkin dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Banda Aceh, 20 Maret 2023

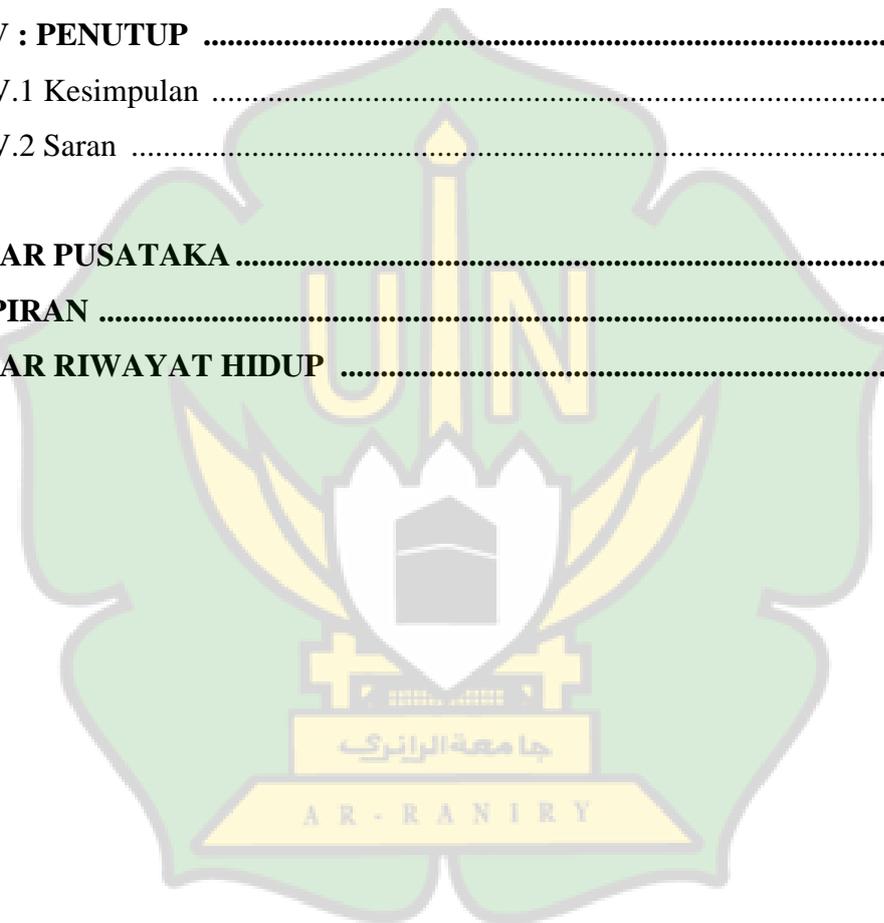
Penulis,

Fatillah

DAFTAR ISI

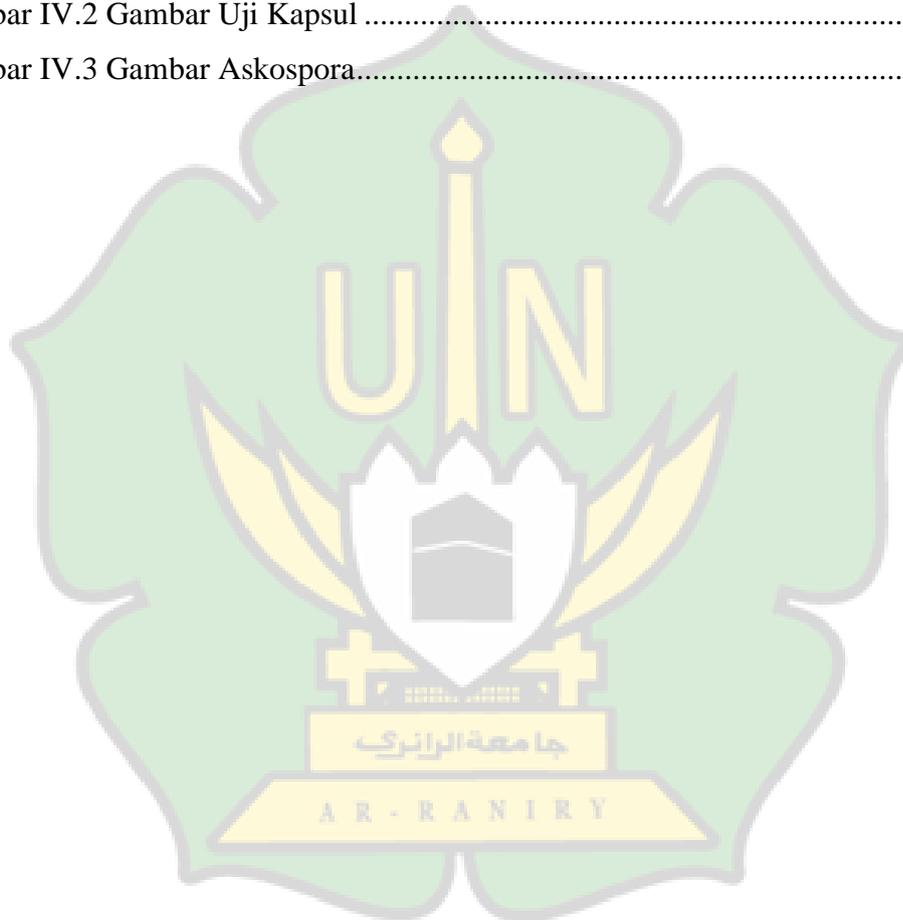
| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| | |
| BAB I : PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Rumusan Masalah | 5 |
| I.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| I.4 Manfaat Penelitian | 5 |
| | |
| BAB II : TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| II.1 Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.) | 6 |
| II.2 Fermentasi Biji Kakao | 12 |
| II.3 Keragaman Fungi Pada Fermentasi Biji Kakao | 14 |
| | |
| BAB III : METODELOGI PENELITIAN | 16 |
| III.1 Waktu dan Tempat | 16 |
| III.2 Bahan dan Alat | 16 |
| III.2.1 Alat aPenelitian | 16 |
| III.2.2 Bahan Penelitian | 16 |
| III.3 Cara Kerja | 17 |
| III.3.1 Pengambilan Sampel Biji Coklat | 17 |
| III.3.2 Fermentasi Biji Kakao | 17 |
| III.3.3 Isolasi Jamur dari Fermentasi Biji Kakao | 18 |

| | |
|---|-----------|
| III.3.4 Identifikasi Jamur | 18 |
| III.3.5 Pengujian Biokimia | 19 |
| III.4 Analisi Data | 20 |
| BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 21 |
| IV.1 Hasil Penelitian | 21 |
| IV.2 Pembahasan | 27 |
| BAB V : PENUTUP | 31 |
| V.1 Kesimpulan | 31 |
| V.2 Saran | 31 |
| DAFTAR PUSATAKA | 32 |
| LAMPIRAN | 36 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | 44 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar II.1 Tanaman Kakao dan Buah Kakao | 7 |
| Gambar II.2 Biji Kakao | 7 |
| Gambar II.3 Fungi <i>Hanseniospora guilliermondii</i> | 15 |
| Gambar III.1 Keranjang Fermentasi | 17 |
| Gambar IV.1 Biji Kakao Fermentasi, Isolasi Biji Kakao pada Media PDA dan Pembelahan Biji Kakao Setelah Fermentasi..... | 21 |
| Gambar IV.2 Gambar Uji Kapsul | 26 |
| Gambar IV.3 Gambar Askospora..... | 26 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel III.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian | 16 |
| Tabel IV.1 Karakteristik Morfologi Khamir | 22 |
| Tabel IV.2 Hasil Makroskopis dan Mikroskopis Khamir | 23 |
| Tabel IV.3 Hasil Uji Biokimia Khamir | 25 |
| Tabel IV.4 Karalterisasi Fungi pada Biji Kakao | 27 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 : Surat Keterangan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi | 36 |
| Lampiran 2 : Surat Keterangan Bebas Laboratorium | 37 |
| Lampiran 3 : Dokumentasi Kegiatan Penelitian | 38 |



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Indonesia masih memiliki lahan potensial yang cukup besar untuk pengembangan kakao yaitu lebih dari 6,2 juta ha terutama di Papua Barat, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Maluku dan Sulawesi Tenggara. Perkebunan kakao Indonesia mengalami perkembangan cukup pesat dalam kurun waktu 20 tahun terakhir dimana pada tahun 2015 luas areal perkebunan kakao Indonesia tercatat seluas 1,72 juta ha. Sebagian besar (88,48%) dikelola oleh perkebunan rakyat, 5,53% dikelola perkebunan besar negara dan 5,59% perkebunan swasta dengan sentra produksi utama adalah Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Lampung dan Sumatera Utara (Rahmawati dan Hartulistiyoso, 2020).

Uraian di atas menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun produktivitas kakao Indonesia semakin menurun. Disamping produktivitas yang semakin menurun, mutu kakao Indonesia khususnya biji kakao produksi perkebunan rakyat masih rendah. Rendahnya produktivitas dan mutu kakao Indonesia terutama disebabkan oleh beberapa hal, antara lain karena biji kakao yang diperdagangkan oleh petani pada umumnya tidak difermentasi terlebih dahulu, padahal mutu biji dan harga jual kakao yang telah difermentasi lebih baik dari pada yang belum difermentasi dan patokan harga di pasar internasional Rp 3.000,-/kg – Rp5.000,-/kg berdasarkan biji kakao yang telah difermentasi. Rendahnya mutu kakao tersebut terutama adalah karena kemampuan petani perkebunan kakao rakyat baik kemampuan untuk memanfaatkan teknologi maupun kemampuan terkait dengan pengetahuan manajerialnya sehingga perilaku petani perkebunan kakao pada umumnya cenderung memperdagangkan biji kakao yang tidak difermentasi. (Manalu, 2018).

Provinsi Aceh merupakan salah satu provinsi penghasil kakao. Pada tahun 2019, luas perkebunan kakao di Provinsi Aceh diperkirakan sudah lebih dari 100.000 ha dengan produksi sekitar 70.000 ton kakao kering per tahun. Areal tanaman kakao ini tersebar dipantai Timur Aceh yang terdapat di beberapa

kabupaten, terutama di Kabupaten Pidie, Pidie Jaya, Aceh Utara, Aceh Tenggara, dan Aceh Barat Daya. Kakao rakyat di Aceh pun terus bertambah dari tahun ke tahun (Perindustrian, 2018).

Produksi biji kakao di Indonesia terus meningkat, namun mutu yang dihasilkan masih beragam seperti: kurang terfermentasi, tidak cukup kering, ukuran biji tidak seragam, kadar kulit tinggi, keasaman tinggi, dan cita rasa sangat beragam (Wata, 2018). Tahapan penanganan pasca panen kakao secara umum dibedakan atas: pemeraman buah kakao, fermentasi, pengeringan, sortasi, pengemasan dan penggudangan. Penanganan pasca panen kakao yang baik dan benar diharapkan akan menghasilkan biji kakao yang berkualitas tinggi, sesuai dengan permintaan konsumen, terutama untuk tujuan ekspor dan industri pengolahan kakao (Hartuti *et al.*, 2020).

Faktor utama yang menyebabkan petani enggan melakukan fermentasi biji kakao adalah tidak terdapat perbedaan harga yang signifikan antara biji kakao fermentasi dan non fermentasi sehingga tidak muncul insentif harga akibat proses fermentasi. Perbedaan harga antara biji kakao fermentasi dan non fermentasi hanya terpaut sekitar Rp 2.000 hingga Rp 2.500 per kg biji kakao. Adanya insentif yang memadai terbukti mampu mendorong petani untuk melakukan proses fermentasi dan memelihara kebun kakao lebih baik seperti yang terjadi dikalangan anggota Koperasi Kerta Semaya Samaniya di Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. Perbedaan harga Rp 13.000 hingga Rp 16.000 per kg biji kering mampu mendorong petani untuk melakukan fermentasi dan melakukan praktik budidaya kakao yang baik (Ariningsih *et al.*, 2019).

Dalam proses fermentasi mikroba akan melakukan perombakan senyawa gula dalam *pulp* menjadi asam-asam organik selama fermentasi. Asam akan berdifusi masuk ke dalam biji dan menginduksi reaksi enzimatik untuk membentuk senyawa rasa, dan warna. Keberhasilan fermentasi biji kakao dipengaruhi oleh substrat dan jumlah mikrobia selama fermentasi (Apriyanto *et al.*, 2017).

Proses fermentasi menghasilkan cita rasa khas coklat, mengubah warna keping biji kakao dari ungu menjadi coklat dan berongga, serta mengurai rasa pahit dan sepat yang ada di dalam biji kakao sehingga menghasilkan biji kakao dengan mutu dan aroma yang baik (Pradnyawathi *et al.*, 2018). Keberhasilan proses

fermentasi umumnya dipengaruhi oleh alat atau proses fermentasi, serta berbagai faktor lainnya, yaitu: perubahan suhu udara, pengadukan atau pembalikan biji kakao untuk menciptakan aerasi selama fermentasi, pemeraman buah kakao, serta jumlah biji kakao yang difermentasikan. Peningkatan suhu udara fermentasi akan terjadi secara optimal apabila kebutuhan udara fermentasi terpenuhi dengan baik. Diketahui bahwa selama proses fermentasi umumnya terjadi perubahan suhu antara 25 - 52 °C (Hartuti *et al.*, 2018). Menurut Ariyanti, (2017), terdapat variasi yang sangat besar mengenai waktu fermentasi yang diterapkan oleh negaranegara penghasil kakao, yakni mulai 1,5 - 10 hari. Perbedaan utama terjadi karena varietas kakao, utamanya biji kakao mulia lama fermentasinya 2 - 3 hari, sedangkan kakao lindak 6 - 8 hari. Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu proses fermentasi antara lain: tebal pulp biji, metode fermentasi, dan jumlah biji yang diolah.

Proses fermentasi dilakukan dengan cara memeram biji kakao pada wadah tertutup selama 5 – 7 hari disertai dengan pembalikan setiap 2 hari sekali. Tanpa melalui proses fermentasi biji kakao akan terasa pahit, sepat, dan tidak akan menghasilkan aroma khas cokelat ketika diolah. Kualitas biji kakao hasil fermentasi ditentukan terutama oleh keasaman (pH) dan keasaman biji selama fermentasi. Selama fermentasi mikrobia mendegradasi gula pada pulp sehingga menghasilkan alkohol dan asam organik yang terdifusi kedalaam biji. Produksi asam dari degradasi pulp sangat penting dalam fermentasi, dengan terdifusinya asam ke dalam biji menjadi awal reaksi bikimia dalam biji dimulai yang akan menghasilkan biji kakao fermentasi yang baik (Apriyanto *et al.*, 2017).

Berbagai spesies mikroba berperan penting selama proses fermentasi. Fermentasi kakao merupakan proses mikrobiologis dan enzimatis yang terjadi secara spontan berlangsung dalam jangka waktu dan kondisi tertentu. Suksepsi mikrobia terjadi secara konsisten. Khamir yang dominan pada awal fermentasi, digantikan oleh bakteri asam laktat selama 48 jam berikutnya, dan akhirnya digantikan oleh bakteri asam asetat (Haliza *et al.*, 2019).

Mikroorganisme yang ada dalam fermentasi kakao, jamur berfilamen sangat penting, karena jamur tumbuh subur di habitat, dimana terdapat senyawa polimerik, seperti yang ditemukan di *pulp* kakao (pektin, pati, dan selulosa). Jamur memiliki keunggulan dibandingkan mikroorganisme lain karena kemampuannya

mengasimilasi berbagai substrat untuk menghasilkan enzim. Sebuah studi yang dilakukan di Brazil pada keberadaan jamur berfilamen selama fermentasi kakao mengidentifikasi spesies *Absidia corymbifera*, *Aspergillus candidus*, *A. sydowii*, *A. versicolor*, *Eurotium amstelodami*, *Geotrichum candidum*, *Monascus ruber*, *Mucor sp.*, *Paecilomyces variotii*, *Pencillium paneum*, *Rhizopus*, and *Syncephalastrum sp* (Araújo *et al.*, 2019).

Kabupaten Pidie Jaya dikenal sebagai salah satu daerah penghasil kakao terbesar di Aceh dengan luas kebun kakao sekitar 12.000 ha dan produksi sekitar 2.362 ton, salah satu wilayah penghasil kakao pada daerah ini adalah Desa Musa Baroh. Selama ini, petani menjual kakao dalam bentuk biji mentah tanpa ada proses nilai tambah sedikit pun. Biji kakao dijual kepada tengkulak yang langsung mendatangi kebun petani sehingga harga yang diterima petani cenderung murah dan oleh karenanya petani tidak mendapatkan keuntungan yang optimal. Menurut (Handayani *et al.*, 2017). saat ini, rata-rata harga jual biji kakao mentah di pasar sekitar Rp. 35.000 kg. Potensi untuk meningkatkan pendapatan petani dapat ditempuh antara lain dengan meningkatkan nilai tambah biji kakao mentah menjadi barang setengah jadi berupa tepung kakao atau bahkan mengolah menjadi makanan siap saji.

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi mutu biji kakao adalah keberhasilan proses fermentasi, yang antara lain dipengaruhi oleh wadah dan ketebalan tumpukan biji dalam wadah fermentasi, cara pengadukan, interval pengadukan, tingkat kematangan buah dan lama pemeraman di dalam buah setelah panen. Namun, untuk kasus di Aceh, jumlah dan jenis mikroorganisme yang berperan aktif dalam fermentasi kakao belum diketahui dan literturnya belum ditemukan. Jenis dan populasi mikroorganisme ini sangat terkait dengan sumber mikroorganisme yang ada dan berkembang di tingkat lokal (Muzaifa *et al.*, 2017).

Berdasarkan hal di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Karakterisasi Fungi pada Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao L*) dari Desa Musa Baroh Pidie Jaya”. Proses fermentasi akan dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan keranjang bambu. Penelitian ini akan dilakukan pengujian fermentasi biji kakao dan untuk melihat jenis jamur yang terdapat pada biji kakao.

I.2 Rumusan Masalah

Bagaimana karakteristik fungi yang terdapat pada fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao L*)?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fungi yang terdapat pada fermentasi biji kakao.

I.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai sumber informasi mengenai karakteristik isolasi jamur pada fermentasi biji kakao.
2. Sebagai sumber informasi untuk meningkatkan manfaat dan nilai ekonomi dari produksi biji kakao.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L).

Tanaman kakao merupakan jenis tanaman asli hutan tropis Amerika Selatan dan telah dibudidayakan di Indonesia yaitu sejak jaman tanam paksa. Dari sejarah asalnya, beberapa penelitian menemukan bukti bahwa tanaman kakao berkembang menjadi 22 genus *theobroma* namun yang diusahakan secara komersial hanya tanaman kakao (Sahardi dan Djufry, 2015). Sistematika tanaman kakao secara lengkap dapat diklasifikasikan sebagai berikut: menurut . www.itis.gov. (2020)

| | |
|---------|-----------------------------|
| Kindom | : <i>Plantae</i> |
| Divisio | : <i>Tracheophyta</i> |
| Class | : <i>Magnoliopsida</i> |
| Order | : <i>Malvales</i> |
| Famili | : <i>Malvaceae</i> |
| Genus | : <i>Theobroma</i> L. |
| Spesies | : <i>Theobroma cacao</i> L. |

Sekitar tahun 1880, ada percobaan penanaman kakao di kebun kopi milik orang-orang Belanda yang tinggal di daerah Jawa Tengah. Selang beberapa tahun tepatnya pada tahun 1888, Henri D. Macgilavry yang mengenal sifat-sifat baik kakao Venezuela, terutama mengenai mutunya, mendatangkan puluhan semaian baru kakao dari Venezuela. Namun, hasilnya tidak sesuai harapan. Hanya sedikit benih yang bertahan hidup. Buah yang dihasilkan pun sangat kecil, bijinya gepeng, dan warna kotiledonnya ungu. Biji yang gepeng itu kemudian disemai ulang dan ditanam, hasilnya sangat bertolak belakang dengan tanaman yang pertama. Pohon tumbuh sehat, buah dan bijinya besar, serta tahan serangan hama penggerek buah kakao dan Helopeltis. Untuk mengembangkan kakao secara klonal, pohon-pohon dipilih yang terbaik untuk dijadikan induk (KPRI, 2019).



Gambar II.1. (a). Tanaman Kakao, (b). Buah Kakao
(Sumber: (KPRI, 2019).



Gambar II.2. Biji Kakao (KPRI, 2019).

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) termasuk tanaman tahunan yang tergolong dalam kelompok tanaman caulifloris, yaitu tanaman yang berbunga dan berbuah pada batang dan cabang. Tanaman ini pada garis besarnya dapat dibagi atas dua bagian, yaitu bagian vegetatif yang meliputi akar, batang, daun dan bagian generatif yang meliputi bunga dan buah. Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon-pohon yang tinggi, curah hujan tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembaban tinggi yang relatif tetap (Riono, 2020).

1. Batang dan Cabang

Tanaman kakao asal biji, setelah mencapai tinggi 0,9 – 1,5 meter akan berhenti tumbuh dan membentuk jorket (jorquette). Jorket adalah tempat percabangan dari pola percabangan ortotrop ke plagiotrop dan khas hanya pada tanaman kakao. Pembentukan jorket didahului dengan berhentinya pertumbuhan tunas ortotrop karena ruas-ruasnya tidak memanjang. Pada ujung tunas tersebut, stipula (semacam sisik pada kuncup bunga) dan

kuncup ketiak daun serta tunas daun tidak berkembang. Dari ujung perhentian tersebut selanjutnya tumbuh 3 - 6 cabang yang arah pertumbuhannya condong ke samping membentuk sudut 0 – 60° dengan arah horisontal. Cabang-cabang itu disebut dengan cabang primer (cabang plagiotrop). Pada cabang primer tersebut kemudian tumbuh cabang-cabang lateral (fan) sehingga tanaman membentuk tajuk yang rimbun (Alba, 2019).

2. Daun

Daun kakao merupakan daun tunggal (folium simplex), pada tangkai daun hanya terdapat satu helaian daun. Tangkai daun (petiolus) berbentuk silinder dan bersisik halus (tergantung pada tipenya), pangkal membulat, ujung runcing sampai meruncing dengan panjang ± 25-28 mm dan diameter ± 3 - 7,4 mm. Warna tangkai daun bervariasi, yaitu hijau, hijau kekuningan, dan hijau kecokelatan. Daun muda berwarna kuning, kuning cerah, cokelat, merah kecokelatan, hijau kecokelatan, hijau kemerahan, dan hijau, panjang daun 10 - 48 cm dan lebar antara 4-20 cm. Permukaan atas daun tua hijau dan bergelombang, sedangkan permukaan bawah daun tua berwarna hijau muda, kasar, dan bergelombang. Bangun daunnya bulat memanjang (oblongus). Ujung daun (apex folii) meruncing (acuminatus) dan pangkal daun (basis folii) berbentuk runcing (acutus), kedua tepi daunnya di kanan dan kiri ibu tulang daun sedikit demi sedikit menuju ke atas dan pertemuannya di puncak daun yang membentuk sudut lancip. Tepi daun (margo folii) rata (integer) sampai agak bergelombang, daging daun tipis tetapi kuat seperti perkamen. Susunan tulang daun (nervatio) menyirip (penninervi) hanya mempunyai satu ibu tulang daun yang berjalan dari pangkal ke ujung daun dan merupakan terusan dari tangkai daun, alur tulang daun tampak jelas (Sary, 2020).

3. Akar

Tanaman kakao yang berasal dari biji (generatif) mempunyai akar tunggang (*radix primaria*). Panjangnya dapat mencapai 8 meter ke arah samping dan dapat mencapai 15-20 meter ke arah bawah. Sebaliknya tanaman yang diperbanyak dengan cara vegetatif pada awal pertumbuhannya tidak menumbuhkan akar tunggang tetapi akar serabut yang banyak jumlahnya. Setelah dewasa tanaman tersebut menumbuhkan dua akar tunggang, sehingga tanaman tegak, kuat dan tidak roboh. Perkembangan akar sangat dipengaruhi oleh struktur tanah, terutama yang berkaitan dengan air dan udara di dalam tanah (Alba, 2019).

4. Bunga

Bunga kakao terdapat hanya sampai cabang sekunder, bunga kecil dan halus berwarna putih sedikit ungu kemerahan dan tidak berbau, diameter bunga 1-2 cm. Bunga kakao tergolong bunga sempurna, yang terdiri atas daun kelopak (*calyx*) sebanyak 5 helai dan benang sari (*androecium*) sejumlah 10 helai. Diameter bunga mencapai 1,5 cm. Tumbuhnya secara berkelompok pada bantalan bunga yang menempel pada batang tua, cabang atau ranting. Bunga yang keluar pada ketiak akhirnya akan jadi gemuk membesar. Inilah yang disebut bantalan bunga atau buah. Bantalan yang ada pada cabang tumbuh bunga disebut *tramiflora* dan yang ada pada batang tumbuh bunga disebut *cauliflora*. Serbuk sarinya hanya berdiameter 2-3 mikron dan sangat kecil (Sary, 2020).

5. Buah dan Biji

Warna buah kakao sangat beragam, tetapi pada dasarnya hanya ada dua macam warna. Buah yang ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih jika sudah masak akan berwarna kuning. Sementara itu, buah yang ketika muda berwarna merah, setelah masak berwarna jingga (*orange*). Biji kakao tersusun dalam lima baris mengelilingi poros buah. Jumlahnya beragam, yaitu 20 – 50 butir per buah. Jika dipotong melintang, tampak bahwa biji disusun oleh dua kotiledon yang saling melipat dan bagian pangkalnya menempel pada poros lembaga (*embryo axis*). Warna kotiledon putih untuk tipe *criollo* dan ungu untuk tipe *forastero* (Alba, 2019).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman ditentukan oleh dua faktor yaitu faktor genetik yang merupakan sifat tetap dari tanaman dan faktor lingkungan yang dapat berubah setiap saat. Faktor lingkungan merupakan faktor tumbuh yang menentukan tingkat pertumbuhan dari suatu gen tertentu. Faktor lingkungan yang terpenting adalah faktor tanah, iklim dan topografi. Kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman ditentukan oleh kondisi fisik, kimia dan perharahan tanah. Produktivitas tanaman sangat ditentukan oleh faktor genetika tersebut dan oleh faktor lahan, yakni tergantung kelas kesesuaian lahan. Beberapa hal tersebut sangat berpengaruh pada produksi dari tahun ke tahun dan berbeda pada masing-masing wilayah meskipun kesesuaian iklim mirip bahkan sama (Sasmono, 2017).

Menurut Maulani A, (2020), Iklim mempengaruhi sebaran tanaman sehingga beberapa kalsifikasi iklim yang ada didasarkan pada dunia tumbuh – tumbuhan, sebaliknya tanaman dapat pula mempengaruhi iklim. semakin banyak tutupan vegetasi maka suhu udara akan semakin dingin. tentunya sinar matahari yang datang sebagian besar dipantulkan oleh tajuk vegetasi. Iklim merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Faktor pembatas lingkungan dalam persyaratan tumbuh kakao sangat berhubungan dengan beberapa hal, yang pertama yaitu faktor tanah/lahan antara lain tinggi tempat, topografi, drainase, jenis tanah, sifat fisik tanah, dan sifat kimia tanah. Faktor lingkungan kedua adalah iklim yang meliputi curah hujan dan suhu.

(Ilham *et al.*, 2017) menyebutkan tanaman kakao memerlukan sebaran hujan yang relatif merata sepanjang tahun, hal ini karena kekurangan air atau kekeringan dapat berpengaruh terhadap penurunan laju pertumbuhan dan perkembangan seperti laju perluasan duan serta penurunan ketersediaan hara di daerah perakaran sehingga dapat menurunkan produksi buah kakao. Selain itu (Maulania, 2020) juga melaporkan pada musim kemarau tanaman kakao biasanya akan menggugurkan daunnya sehingga mengakibatkan kemampuan fotosintetisnya menjadi berkurang. (Ilham *et al.*, 2017) menyebutkan bahwa curah hujan yang berlebihan juga akan berdampak buruk terhadap produksi kakao. Curah hujan yang terlalu banyak akan mengurangi penyinaran sinar matahari, mengurangi

pembungaan serta meningkatkan terjadinya penyakit busuk buah kakao (BBK) yang secara langsung dapat menurunkan produksi buahnya.

Komponen iklim yang berperan penting dalam pertumbuhan dan produksi tanaman kakao adalah suhu. Suhu udara ideal untuk tanaman kakao sekitar 25 °C, sehingga semakin rendah tempat penanaman kakao maka semakin tinggi tingkat kesesuaiannya. Tanaman kakao sangat rentan terhadap perubahan suhu, semakin tinggi tempat maka suhu semakin rendah. Suhu yang terlalu rendah bisa menghambat pembentukan bunga dan perkembangan tanaman kakao yang pada akhirnya berpengaruh terhadap produksi (Maulani A, 2020). Oleh karena itu, perbedaan suhu yang terdapat di wilayah pengembangan tanaman kakao akan berpengaruh terhadap hasil tanaman kakao itu sendiri.

Tanaman kakao dalam proses pertumbuhan dan perkembangannya sangat dipengaruhi oleh tersedia atau tidaknya air pada lahan pertanaman terutama ketika tanaman kakao memasuki fase reproduksi. Ketersediaan air yang cukup menjadi sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya hasil produksi tanaman kakao sehingga ketersediaan air pada lahan menjadi sangat perlu untuk diperhatikan. Kekurangan ketersediaan air proses produksi menjadi sangat terbatas karena tanaman kakao mengalami degradasi akibat dari pemenuhan kebutuhan air yang sangat berkurang (Rubiyo *et al.*, 2017). Reproduksi seksual pada tumbuhan tingkat tinggi melibatkan produksi gamet, berupa sel telur dan sperma yang terjadi dalam gametofit. Gametofit betina pada angiospermae adalah kantong embrio yang berkembang dalam ovul, sedangkan gametofit jantan adalah tepung sari. Tepung sari hanya terdiri dari 2 atau 3 sel yang dilapisi oleh sel-sel vegetatif yang besar. Gametofit betina terdiri dari sel telur dan sel induk yang mengandung dua inti. Pembuahan pada tanaman tingkat tinggi merupakan pembuahan ganda, satu sel sperma membuahi sel telur menghasilkan zigot, dan membuahi sel induk menghasilkan endosperm (Wattimena, dkk (2017).

II.2 Fermentasi Biji Kakao

Fermentasi adalah proses perombakan gula dan asam sitrat dalam pulp menjadi asam-asam organik yang dilakukan oleh mikroba pelaku fermentasi. Asam-asam organik tersebut akan menginduksi reaksi enzimatik yang ada didalam

biji sehingga terjadi perubahan biokimia yang akan membantu senyawa yang memberi aroma, rasa, dan warna pada kakao (Apriyanto *et al.*, 2017).

Fermentasi biji kakao merupakan fermentasi tradisional yang melibatkan mikroorganisme *indigen* dan aktivitas enzim antioksidan. Fermentasi biji kakao tidak memerlukan penambahan kultur *starter* (biang), karena *pulp* kakao yang mengandung banyak glukosa, fruktosa, sukrosa dan asam sitrat dapat menyebabkan mikroorganisme sehingga terjadi fermentasi (Ariyanti, 2017).

Fermentasi yang ukuran sedikit biasanya menggunakan keranjang bambu. Keranjang bambu merupakan salah satu wadah fermentasi tradisional. Keranjang tersebut terbuat dari anyaman bambu, keranjang ini dengan produksi biji kakao sedikit, keranjang tersebut berkapasitas 15 – 30 kg. Dalam proses fermentasi dibutuhkan dua keranjang untuk pembalikan biji kakao. Pembalikan biji kakao menggunakan tenaga yang lebih besar untuk mengangkat dan menumpuhkan biji kakao dari keranjang ke keranjang lain. Cairan yang terbentuk selama fermentasi akan keluar melalui bagian bawah dan samping anyaman bambu (Hatmi *et al.*, 2017).

Proses fermentasi mikrobial pelaku fermentasi akan merombak *pulp* menjadi asam-asam organik. Asam akan berdifusi masuk ke dalam biji dan menginduksi reaksi enzimatik untuk membentuk senyawa rasa, aroma dan warna (Apriyanto *et al.*, 2017). Etanol, asam asetat akan masuk ke dalam kotiledon dan kenaikan suhu akan menghilangkan biji. Turunnya pH akibat diproduksi asam-asam organik menyebabkan hidrolisis sukrosa, degradasi protein dan aktivasi polifenol oksidase sehingga dihasilkan *precursor flavour* seperti gula pereduksi, peptide hidrofilik, asam amino hidrofobik dan munculnya warna coklat pada biji kakao (Vuyst *et al.*, 2018).

Proses fermentasi terbagi 3 tahapan yaitu:

(1). Tahap anaerobik (tanpa oksigen)

terjadi pada 24-36 jam pertama. Yeast akan mengkonversi gula menjadi alkohol dalam kondisi rendah oksigen dan pH dibawah 4;

- (2). Tahap bakteri asam laktat, keberadaannya mulai dari awal fermentasi, tetapi hanya menjadi dominan antara 48 dan 96 jam. Bakteri asam laktat mengkonversi gula dan sebagian asam organik menjadi asam laktat;
- (3). Tahap bakteri asam asetat, keberadaan bakteri asam asetat juga terjadi selama fermentasi, tetapi menjadi sangat signifikan hingga akhir ketika terjadi peningkatan aerasi. Bakteri asam asetat berperan dalam mengkonversi alkohol menjadi asam asetat. Konversi tersebut akibat reaksi eksotermik yang sangat kuat yang berperan dalam peningkatan suhu. Pada tahap ini suhu bisa mencapai 50 °C atau lebih tinggi pada sebagian fermentasi (Apriyanto *et al.*, 2017).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses fermentasi biji kakao, antara lain lama fermentasi, keseragaman terhadap kecepatan pengadukan/pembalikan, aerasi, iklim, kemasakan buah, wadah dan kuantitas fermentasi. Fermentasi untuk biji kakao jenis lindak membutuhkan waktu lebih lama, yaitu 5 hari, sedangkan biji kakao mulia lebih pendek berkisar 3 hari. Fermentasi yang terlalu lama meningkatkan kadar biji kakao berjamur dan berkecambah, sedangkan fermentasi yang singkat menghasilkan kadar *slaty* (biji tidak terfermentasi) tinggi. Selain lama fermentasi, wadah fermentasi juga ikut menentukan kualitas biji kakao yang dihasilkan. Wadah fermentasi yang baik terbuat dari kayu dengan kuantitas minimal 40 kg. Kurangnya kuantitas biji kakao yang difermentasi menyebabkan suhu fermentasi tidak tercapai sehingga bukan fermentasi biji yang dihasilkan, tetapi biji yang berjamur (Arinata *et al.*, 2020).

II.3 Keragaman Fungi pada Fermentasi Biji Kakao

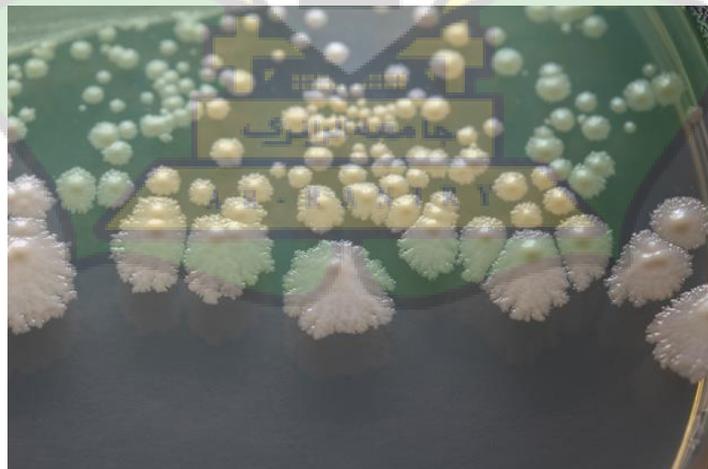
Fungi atau jamur ada yang berbentuk uniseluler, tetapi pada umumnya berbentuk filamen atau serat yang disebut hifa atau miselium. Beberapa jenis fungi dapat membentuk tubuh buah, yaitu kumpulan masa hifa menyerupai jaringan, tidak berklorofil, karena hidupnya secara saprofit, beberapa parasitik, hidup bebas atau bersimbiosi dengan jasad lain.

Fungi dibedakan atas dua golongan yaitu kapang dan khamir. Kapang (Mold) merupakan fungi yang berfilamen dan multiseluler, sedangkan khamir (yeast) ialah fungi bersel tunggal dan tidak berfilamen. Bagian tubuh kapang berupa thallus yang dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu miselium dan spora.

Miselium merupakan kumpulan beberapa filamen yang disebut hifa. 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 pemanjangannya mencapai bagian atas permukaan media tempat fungi ditumbuhkan (Hakiki, 2019).

Proses fermentasi merupakan langkah yang paling menentukan dalam pembentukan cita rasa dan aroma pada biji kakao. Mikroorganisme yang sering ditemukan dalam fermentasi biji kakao di Ghana adalah kelompok khamir, bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat. Fermentasi secara tradisional dan spontan merupakan fermentasi mikrobial yang melibatkan khamir bakteri asam laktat, bakteri asam asetat dan kapang. Selama fermentasi, mikroorganisme tersebut berkembang secara sekuensial sesuai dengan ketersediaan nutrisi dalam masa kakao (Muzaifa *et al.*, 2017).

Menurut Haliza *et al.*, (2019). Peranan khamir dalam fermentasi kakao sangat esensial. kakao yang difermentasi tanpa khamir menghasilkan biji dan kualitas coklat inferior. *Hanseniaspora guilliermondii*, *Pichia kudriavzevii*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae*, memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan citarasa coklat pada fermentasi biji kakao.



Gambar II.3. Fungi *Hanseniaspora guilliermondii* (Haliza *et al.*, 2019).

Menurut Ariyanti dan Suprapti (2019), *A. flavus*, *A. niger*, *A. wentii*, *P. citrium* dan *P. spinulosum* adalah jamur-jamur yang paling dominan terdapat dalam biji kakao kering fermentasi dan berpotensi menghasilkan mikotoksin. Mikotoksin

ini berada dalam produk pangan sehingga perlu adanya tindakan pencegahan untuk menjaga keamanan pangan (food security) dimulai dari bahan baku yaitu biji kakao.



BAB III METODELOGI PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2021 sampai Desember 2021. Pengambilan sampel biji kakao di kawasan Musa Baroh, Kecamatan Bandar Baru, Kabupaten Pidie Jaya. Kegiatan penelitian akan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tabel III.1. Rincian Pelaksanaan Penelitian

| No | Kegiatan | Sep | | | | Okt | | | | Nov | | | | Des | | | |
|----|------------------------------------|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Persiapan Alat dan Bahan | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 2. | Pengambilan Sampel Biji Coklat | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. | Fermentasi Biji Coklat | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. | Isolasi Biji Coklat Pada Media PDA | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 5. | Karakterisasi dan Morfologi Jamur | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 6. | Pemurnian Jamur | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 7. | Uji Biokimia | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |

III.2. Bahan dan Alat

III.2.1 Alat Penelitian

Cawan petri, tabung reaksi, *beaker glass*, kaca objek, kaca penutup, pinset, sarung tangan, kertas hisap, *inkubator*, *Laminar Air Flow*, mikroskop oven, autoklaf, *water bath*, *hot plate*, aluminium foil, kertas *wrap* dan keranjang fermentasi.

III.2.2 Bahan Penelitian

Biji coklat, aquades, klorin, SA (Saburoud Agar), Vaseline, TSIA (Triple Sugar Iron Agar), Urea Base, YMB (Yeast Malt Extract), Malachite green 0,5%, Safranin 0,5%, kristal violet, larutan CuSO₄, PDA (Potatao Dextrose Agar), NaOCL 1%, Larutan *Lactophenol Cotton Blue*, Methylene Blue, aquades dan alkohol 70%.

III.3. Prosedur Kerja

III.3.1. Pengambilan Sampel Biji Kakao

Buah kakao masak yang berwarna kuning atau *orange* diambil sebanyak 10 buah, buah kakao yang siap dipanen mengeluarkan bunyi berongga ketika diketuk. Kemudian buah dibelah untuk mengeluarkan bijinya (Apriyanto *et al.*, 2017).

III.3.2. Fermentasi Biji Kakao

Fermentasi dilakukan dengan meletakkan biji kakao dalam keranjang fermentasi. Mengikuti prosedur Pradnyawathi *et al.*, (2018) dengan modifikasi yaitu proses fermentasi menggunakan keranjang bambu dengan berat biji basah 500 gram. Biji kakao dialasi dan ditutup daun pisang, paling atas ditutup dengan plastik tebal. Penggunaan keranjang bambu sebagai wadah fermentasi dengan lama fermentasi selama 7 hari.



Gambar III.1. Keranjang Fermentasi (Hatmi *et al.*, 2017).

III.3.3 Isolasi Jamur dari Fermentasi Biji Kakao

Untuk mengisolasi jamur sesuai metode Rahmadi *et al.*, (2017). dilakukan perubahan media dengan menggunakan PDA. Sampel biji kakao dibilas dengan larutan NaOCL 1% disiapkan dengan melarutkan klorin. Kemudian 5 biji kakao direndam dalam 1% klorin selama 2 menit. Setelah direndam, biji kakao dibilas dengan aquades selama 2 menit. Selanjutnya biji kakao diletakkan dalam cawan

petri yang berisi agar PDA. Kemudian cawan petri diinkubasi pada suhu 25 °C selama 2 - 6 hari. Isolat jamur yang tumbuh dengan karakter morfologi meliputi warna koloni, permukaan koloni, pinggiran dan tepian koloni kemudian diisolasi dan dipindahkan pada media PDA yang baru untuk dilakukan proses pemurnian. Pemindahan isolat (pemurnian) diulang sebanyak tiga kali sampai isolat benar-benar murni dan diamati secara mikroskopis dan diidentifikasi. Pewarnaan preparat untuk pengamatan pada mikroskop menggunakan larutan *Lactophenol Cotton Blue*.

III.3.4. Identifikasi Jamur

Identifikasi dilakukan dengan dua cara, yaitu secara makroskopis dan mikroskopis. Pemeriksaan dengan cara makroskopis yaitu dengan melihat bentuk dan warna koloni jamur, sedangkan secara mikroskopis dengan melihat struktur atau susunan dari hifa dan spora jamur. Pemeriksaan dengan mikroskopis dilakukan dengan cara membuat media kamar basah (*moist chamber*). Cawan petri dialasi kertas saring, kemudian letakkan kaca objek dan kaca penutup, lalu sterilkan. Agar Sabouroud ditetaskan secukupnya pada kaca objek dan dibiarkan membeku. Setelah agar membeku, satu sisi dari tetesan agar ini dipotong. Jamur ditanam pada bagian sisi agar yang dipotong tadi. Oleskan Vaseline pada tiga sisi kaca penutup, kemudian tutup agar yang telah ditanam tadi dengan kaca penutup, dengan bagian yang diberi Vaseline tadi tepat di atas irisan agar yang telah ditanam (dengan maksud untuk memberikan suasana aerob). Untuk memberikan suasana lembab, akuades steril ditetaskan pada kertas saring yang ada di dalam cawan petri. Mikrokultur dieramkan selama 24 - 48 jam pada suhu kamar. Setelah dieramkan, mikrokultur siap diamati langsung di bawah mikroskop. Seluruh langkah yang dilakukan di atas harus secara steril (Indrawati *et al.*, 2018).

III.3.5. Pengujian Biokimia

Pengujian biokimia yang dilakukan meliputi uji TSIA, uji pertumbuhan pada media cair, uji urea base, uji kapsul dan uji askospora, mengikuti metode (Ashliha *et al.*, 2018).

a. Uji TSIA

Uji TSIA dilakukan dengan menginokulasi isolat sebanyak 1 ose yang telah berumur 48 – 78 jam dalam tabung reaksi sebanyak 10 ml. Hasil positif tampak jika perubahan warna pada media menjadi kekuningan.

b. Uji Pertumbuhan pada Media Cair

Pertumbuhan khamir dalam media cair dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat khamir ke dalam 10 ml media YMB. Isolat khamir yang berumur 48-72 jam diinokulasikan sebanyak 1 ose dalam media YMB secara aseptis dan kemudian divortex. Isolat yang telah diinokulasikan kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari. Hasil positif jika terjadi perubahan warna pada media menjadi kekuningan. Selain itu, diamati juga pertumbuhannya pada media cair, seperti keberadaan cincin, pelikel pada permukaan media, serta endapan pada dasar media (sedimen).

c. Uji Urease

Uji urease menggunakan media Agar Base Urea (Christensen's urea agar). Dengan modifikasi Isolat khamir diinokulasi pada media agar miring Christensen secara aseptis dan diinkubasi pada suhu 25 - 30 °C. Pertumbuhan khamir diamati setiap hari selama 7 hari. Jika khamir positif menghasilkan urease, media akan berubah warna dari kuning menjadi merah keunguan.

d. Uji Askospora

Uji ini dilakukan dengan metode modifikasi Schaeffer-Fulton's. isolat khamir dari cawan petri yang menggunakan media PDA diolesi pada kaca objek dan diberi malachite green 0.5%. Kemudian dipanaskan dengan uap air (di atas air mendidih) selama 5 menit dengan sesekali ditetesi malachite green. Setelah kaca objek cukup dingin, kaca objek dimiringkan dan dibilas dengan aquades selama 30 detik dengan hati-hati. Selanjutnya, smear khamir diberi warna tandingan safranin 0.5% selama 30 detik. Preparat diamati di bawah mikroskop dengan minyak imersi. Askospora dewasa akan berwarna hijau, sedangkan sel vegetatif akan tampak merah.

e. Uji Kapsul

Pewarnaan kapsul dilakukan dengan membuat olesan (*smear*) pada kaca objek. Kemudian ditetesi Kristal violet selama 5 menit lalu dibilas dengan CuSO₄. Kapsul tampak sebagai lingkaran biru pucat yang mengelilingi sel berwarna ungu (Widiastutik *et al.*, 2018).

III.4. Analisa Data

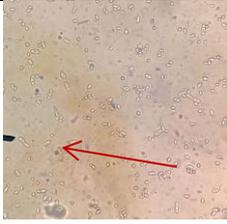
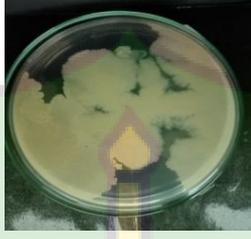
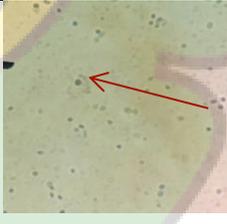
Metode analisis data yang digunakan adalah metode analisis deskriptif, yaitu analisis untuk menggambarkan keadaan data secara umum. Untuk karakterisasi fungi pada biji kakao menggunakan buku identifikasi *Introductory Mycology* Alexopoulos dan *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Ariyanti, 2017).

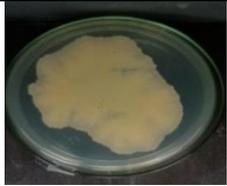
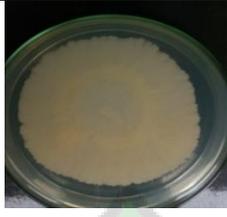
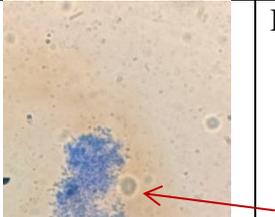
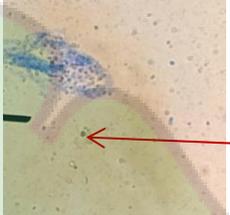
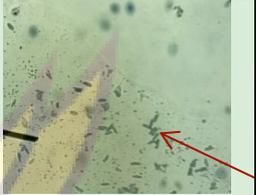


Tabel IV.1 Karakteristik Morfologi Khamir

| Isolat | Warna | Bentuk | Tesktur | Balik Koloni | Permukaan | Elevasi | Tepi |
|--------|-------------|-----------------|---------|--------------|-----------|---------|------------|
| YT 1 | Putih | Tidak beraturan | Licin | Kream | Licin | Datar | Tidak rata |
| YT 2 | Putih kream | Tidak beraturan | Kusam | Putih kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 3 | Putih kream | Tidak beraturan | Kusam | Kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 4 | Putih kream | Tidak beraturan | Licin | Kream | Licin | Datar | Tidak rata |
| YT 5 | Putih | Tidak beraturan | Kusam | Kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 6 | Kream | Tidak beraturan | Kusam | Kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 7 | Putih kream | Tidak beraturan | Kusam | Putih kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 8 | Putih kream | Bundar | Kusam | Kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 9 | Putih kream | Tidak beraturan | Kusam | Kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 10 | Kream | Tidak beraturan | Kusam | Kream | Kusam | Datar | Tidak rata |
| YT 11 | Kream | Tidak beraturan | Kusam | Kream | Kusam | Datar | Tidak rata |

Tabel IV.2 Hasil Makroskopis dan Mikroskopis Khamir

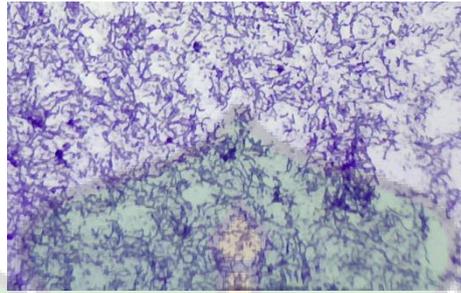
| Isolat | Tampak Atas | Tampak bawah | Mikroskopis | Keterangan |
|--------|---|---|--|------------------|
| YT 1 |  |  |  | Bentuk sel oval |
| YT 2 |  |  |  | Bentuk sel bulat |
| YT 3 |  |  |  | Bentuk sel bulat |
| YT 4 |  |  |  | Bentuk sel bulat |
| YT 5 |  |  |  | Bentuk sel bulat |
| YT 6 |  |  |  | Bentuk sel bulat |

| | | | | |
|-------|---|---|--|------------------|
| YT 7 |  |  |  | Bentuk sel bulat |
| YT 8 |  |  |  | Bentuk sel bulat |
| YT 9 |  |  |  | Bentuk sel bulat |
| YT 10 |  |  |  | Bentuk sel oval |
| YT 11 |  |  |  | Bentuk sel oval |

Tabel IV.3 Hasil Uji Biokimia Khamir

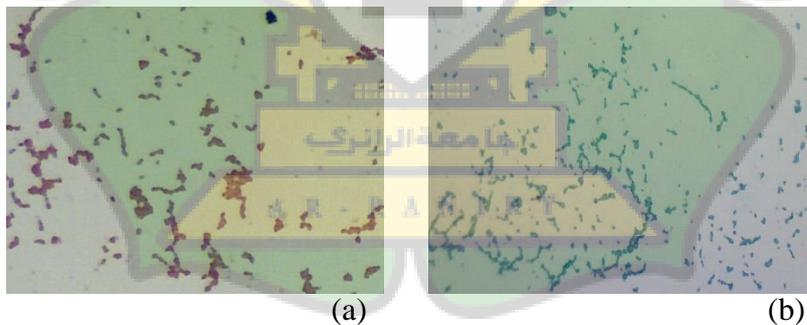
| Isolat | Uji Kapsul | Uji Urease | Uji Fermentasi Gula (TSIA) | | | | Ciri Pertumbuhan Pada Media Cair (YMB) |
|--------|------------|------------|----------------------------|---------|---------|------------------|---|
| | | | Glukosa | Laktosa | Sukrosa | H ₂ S | |
| YT 1 | + | - | + | + | + | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 2 | + | - | + | - | - | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 3 | + | - | + | - | - | + | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 4 | + | - | + | - | - | + | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna kuning |
| YT 5 | + | - | + | - | - | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 6 | + | - | - | - | - | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna kuning |
| YT 7 | + | - | + | - | - | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 8 | + | - | + | + | + | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 9 | + | - | + | + | + | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 10 | + | - | + | + | + | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna putih |
| YT 11 | + | - | - | - | - | - | Tumbuh di permukaan dan ada endapan berwarna kuning |

Hasil uji kapsul semua isolat yang diamati dengan menggunakan mikroskop 40x (Gambar IV.2) menunjukkan bahwa semua isolat berwarna ungu dan hasil uji askospora berbentuk sel vegetatif dan askospora dewasa (Gambar IV.3). Hal ini mengindikasikan bahwa isolat khamir yang diperoleh dari biji kakao hasil yang didapatkan pada uji kapsul positif.



Gambar IV.2 Uji Kapsul

Berdasarkan uji kapsul khamir dari biji kakao merupakan isolat berwarna ungu, pewarnaan kapsul akan menyerap kristal violet dan CuSO_4 , sedangkan sel vegetatif akan berwarna merah dikarenakan pewarnaan safranin dan askospora dewasa akan berwarna hijau menyerap pewarnaan malachite green.



Gambar IV.3 (a) Uji Askospora (Desawa) Uji Askospora (sel Vegetatif)

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Karakterisasi fungi pada biji kakao (*Theobroma Cacao L.*)

Tabel IV.4 Data Karakteristik Khamir dan Perbandingan

| Genus | Ciri-ciri | Uji biokimia | | | | | | Uji Askospora | Uji YMB | Sumber |
|---|---|--------------|------------|---------|--------------|---------|---|---|--|--------|
| | | Uji kapsul | Uji urease | Glukosa | TSIA Laktosa | Sukrosa | | | | |
| <i>Torulaspota</i> sp. YT 8, YT 9, YT 11 | <i>Torulaspota</i> sp. memiliki bentuk sel bulat, elips atau oval dengan pseudohifa mungkin terbentuk tapi tidak membentuk hifa. Reproduksi aseksual dengan pertunasan multilateral dan secara seksual askospora. | + | - | + | + | + | + | + | Pratiwi , (2020) Periadnadi, (2018) Linawati, (2021) | |
| <i>Candida</i> sp. YT 1, YT 4, YT 5, YT 7, YT 10 | Ciri khas yang dimiliki <i>Candida</i> sp. bentuk sel bervariasi mulai dari bulat, oval silindris hingga memanjang, ogival, jarang apikulat, triangular atau bentuk botol tanpa pseudohifa. Reproduksi aseksual dengan pertunasan multilateral. <i>Candida</i> sp. tidak dapat membentuk askospora, arthrospora, blastora atau teliospora, tetapi klasmidospora mungkin akan terbentuk pada beberapa spesies tidak memiliki pigmen karotenoid sehingga koloni berwarna putih atau krem. | + | - | + | + | + | + | Pratiwi, (2020) Periadnadi, (2018) Linawati, (2021) | | |

| Genus | Ciri-ciri | Uji biokimia | | | | | Uji Askospora | Uji YMB | Sumber |
|----------------------------------|--|--------------|------------|----------|---------|---------|---------------|---------|---|
| | | Uji Kapsul | Uji Urease | TSIA | | | | | |
| | | | | Gliukosa | Laktosa | Sukrosa | | | |
| <i>Pichia</i> sp. YT 2, YT 3 | <i>Pichia</i> memiliki bentuk sel bulat, elips atau memanjang, sering membentuk pseudohifa namun sangat jarang membentuk <i>true</i> hifa. Reproduksi aseksual dengan pertunasan multilateral dan secara seksual dengan askospora. | + | - | + | - | - | + | + | Pratiwi, (2020) Linawati, (2021) Periadnadi, (2018) |
| <i>Saccharomyces</i> sp. YT 6 | <i>Saccharomyces</i> memiliki karakteristik sel berbentuk bulat, elips atau silindris, dengan mungkin membentuk pseudohifa tapi tidak untuk hifa sejati. Reproduksi aseksual dengan pertunasan multilateral dan secara seksual dengan askospora. | + | - | - | - | - | + | + | Pratiwi, (2020) Periadnadi, (2018) Linawati, (2021) |

Proses fermentasi merupakan langkah dalam proses pembentukan cita rasa dan aroma pada biji kakao. Golongan mikroorganisme yang sering ditemukan dalam proses fermentasi kakao yaitu kelompok dari asam laktat, bakteri asam laktat dan khamir (Muzaifa *et al.*, 2017). Beberapa genus yang terdapat dalam fermentasi biji kakao adalah *Torulaspota* sp, *Candida* sp, *Pichia* sp dan *Saccharomyces* sp.

Yeast dari jenis *Pichia* sp. memiliki potensi yang sangat bagus untuk digunakan sebagai kultur starter dalam fermentasi kopi atau pun coklat. Keunggulan dengan adanya *Pichia* sp berdasarkan sekresi enzimnya yang akan menghidrolisa lapisan lendir coklat terbukti mempercepat dan meningkatkan kualitas fermentasi. Selain itu, penelitiannya menunjukkan bahwa produksi asam organik dan senyawa volatil yang diproduksi oleh *Pichia* sp berkontribusi penting pada kualitas akhir (Panjaitan, 2020).

Saccharomyces sp. merupakan jamur bersel tunggal, serta mikroorganisme yang pertama dikembangkan oleh manusia untuk membuat makanan. *Saccharomyces* sp mempunyai kemampuan untuk memfermentasi bermacam-macam gula yaitu sukrosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, manosa, maltose, dan maltotriose (Albus, 2017).

Torulaspota sp. termasuk salah satu mikroorganisme jenis khamir yang sering terdapat pada saat proses fermentasi biji-bijian atau biji kopi. Khamir jenis ini mempunyai peranan yang cukup penting dalam proses kinerja fermentasi, pengembangan rasa dapat memberikan peningkatan aroma serta dapat memperkaya rasa minuman akhir (Neto *et al.*, 2017).

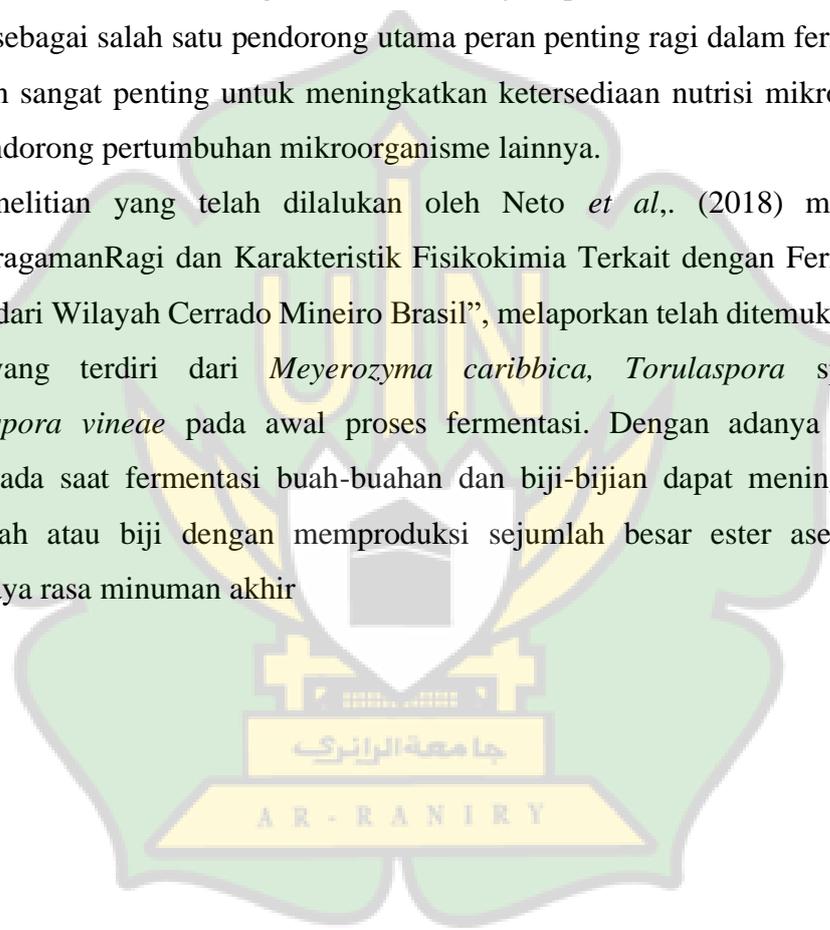
Candida sp. dapat menghasilkan enzim lipase extra seluler sehingga dapat menghidrolisis lemak sebagai sumber karbon dan energi pada saat proses fermentasi berlanjut. Khamir *Candida* sp dapat menghasilkan beberapa metabolit flavol seperti aldehid, beberapa asam organik, ketol, setel dan alkohol (Bastian *et al.*, 2021).

Hasil penelitian yang telah dilakukan Jamili *et al.*, (2019), keragaman tujuh isolat khamir dari biji kakao yang difermentasi secara spontan di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara cukup tinggi, yang identik dengan lima spesies khamir yaitu *Candida krusei*, *Candida tropicalis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Kloeckera* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae*. Ketujuh isolat khamir berperan dalam proses

fermentasi biji kakao dan dapat meningkatkan kualitas biji kakao dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan fermentasi spontan.

Hal ini juga dilakukan oleh Ospina *et al.*, (2020), menunjukkan bahwa *Pichia kudriavzevii*, diikuti oleh *S. cerevisiae* dan *Pichia manshurica*, merupakan khamir yang beradaptasi dengan baik yang ditemukan dalam sampel biji kakao kering varietas Criollo Kolombia. Selain itu, juga menemukan bahwa ragi yang diteliti berbeda dalam aktivitas enzimnya, dan keragaman ini mungkin dapat mempengaruhi fermentasi biji kakao. Faktanya, perbedaan aktivitas enzim dianggap sebagai salah satu pendorong utama peran penting ragi dalam fermentasi kakao, dan sangat penting untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi mikroba dan untuk mendorong pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Neto *et al.*, (2018) mengenai “Keanekaragaman Ragi dan Karakteristik Fisikokimia Terkait dengan Fermentasi Biji Kopi dari Wilayah Cerrado Mineiro Brasil”, melaporkan telah ditemukan jenis khamir yang terdiri dari *Meyerozyma caribbica*, *Torulaspota* sp. dan *Hanseniaspora vineae* pada awal proses fermentasi. Dengan adanya khamir tersebut pada saat fermentasi buah-buahan dan biji-bijian dapat meningkatkan aroma buah atau biji dengan memproduksi sejumlah besar ester asetat dan memperkaya rasa minuman akhir



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Karakterisasi fungi pada fermentasi biji coklat diperoleh 11 isolat yang terdiri dari 4 genus. Isolat YT 8, YT 9, YT 11 merupakan genus *Torulaspota* sp, isolat YT 1, YT 4, YT 5, YT 7, YT 10 ialah genus *Candida* sp, isolat YT2, YT 3 adalah genus *Pichia* sp dan isolat YT 6 yaitu genus *Saccharomyces* sp.

V.2 Saran

Disarankan untuk perlu dilakukan optimalisasi fermentasi biji coklat untuk mendapatkan hasil fermentasi yang terbaik



DAFTAR PUSTAKA

- Alba. (2019). Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Sulawesi 1 Pada Komposisi Bokashi Kotoran Sapi dan Tanah yang Berbeda. *Skripsi*. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. Diakses 26 April 2021.
- Algus., F., L. (2017). Isolasi Khamir dari Tetesan Tebu (Molase) dan Potensinya Dalam Menghasilkan Etanol. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri. Malang. Diakses 2 Juni 2020.
- Arinata., N., I. Yulianti., L., dan N. dan Arda., G. (2020). Pengaruh Variasi Dimensi Wadah dan Fermentasi terhadap Kualitas Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Kering. udi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*. Vol 8(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.36499/psnst.v1i1.5201>.
- Ariyanti., M. (2017). Karakteristik Mutu Biji Kakao (*Theobroma cacao* L) Dengan Perlakuan Waktu Fermentasi Berdasar SNI 2323-2008. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. DOI: <http://dx.doi.org/10.33104/jihp.v12i1.2757>
- Ariyanti., M. dan Suprpti. (2019). Cemaran Mikrobiologi Biji Kakao Asal Sulawesi Barat dan Tenggara Kaitannya Dengan Keamanan Pangan. *Jurnal Standardisasi*. DOI: <http://dx.doi.org/10.31153/js.v18i1.697>.
- Araujo., J., A., d. Ferreira., R., N. Silva., S., H., M., d. Oliveira., G. Montero., R., C. Alves., Y., F., M. dan Lopes., A., S. (2019). Filamentous Fungi Diversity in the Natural Fermentation of Amazonian cocoa Beans and the Microbial Emzyme Activities. *Original Article*. ISSN: 69:975987. <https://doi.org/10.1007/s13213-019-01488-1>.
- Ariningsih., E. Purba., H., J. Sinuraya., J., F. Suharyono., S. dan Septianti., K., S. (2019). Kinerja Industri Kakao di Indonesia. *Jurnal Forum Penelitian Agro Ekonomi*. Vol 37(1). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.11.064>.
- Apriyanto., M. Sutardi., S. Supriyanto., S. dan Harmayani., E. (2017). *Fermentasi Biji Kakao Kering Menggunakan Saccharomyces cerevisiae, Lactobacillus lactis dan Acetobacter aceti*. *Agritech*, Vol. 37, No.3. ISSN: 25273825 (online). DOI: <http://doi.org/10.22146/agritech.17113>.
- Ashliha., N., I. Alami., H., N. (2018). Karakterisasi Khamir dari Pulau Poteran Madura. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 3(2). ISSN: 2337-3520. [doi:10.1111/jam.13045](https://doi.org/10.1111/jam.13045).
- Bastian., F. Hutabarat., O., S. Dirpan., A. Nainu., F. Harapan., H. Emran., T., B. dan Gandara., J., S. (2021). From Plantation to Cup: Changes in Bioactive Compounds during Coffee Processing. <https://doi.org/10.15408/ess.v6i1.3138>.

- Handayani., F. Ismayani. dan Sofyan. (2017). Analisis Harga Pokok Produksi Pada Perusahaan Socolatte di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Agribisnis Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. Vol 2(2). ISSN: 279287. DOI: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v2i2.2935>
- Hakiki., I. (2019). Jenis Kapang pada Substrat Serasah Daun Tumbuhan di Kota Jantho Sebagai Referensi Mata Kuliah Mikrobiologi. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Ar Raniry. Banda Aceh. Diakses 20 September 2021.
- Haliza., W. Purwani., E., Y. Fardiaz., D. dan Suhartono., M., T. (2019). *Kakao Fermentasi Pelepasan Peptida Bioaktif dan Manfaat Bagi Kesehatan*. Bogor. Vol. 18 No. 2(112-127) ISSN: 14128004. DOI:<http://dx.doi.org/10.21082/psp.v18n2.2019.111-127>.
- Hartuti., S. Juanda. dan Khathir., R. (2020). Upaya Peningkatan Kualitas Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*) Melalui Tahap Penanganan Pasca Panen (ulasan). *Jurnal Industry Hasil Perkebunan*. Banda Aceh. <https://doi.org/10.22146/agritech.35412>
- Hatmi, R. U. Kobarsih., M. dan Cahyaningrum., N. (2017). *Fungi Level Analysis of Cocoa Based on fermentation Box Type and Duratoin*. Yogyakarta. doi: [10.1016/j.profoo.2015.01.041](https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.041).
- Ilham. Nudin., A. dan Malik., A., A. (2017). Analisis Sistem Informasi Geografis Dalam Perwilayahan Komoditas Kakao (*Theobroma cacao L.*) di Kabupaten Enrekang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, Vol. 3, 203-211. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.04.008>.
- Indrawati., I. dan Fakhrudin., D., S. (2018). Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen Pada Air Sumur dan Air Sungai di Pemukiman Warga Desa Karangwangi, Jawa Barat. *Jurnal Biodjati* Vol. 1(1). ISSN: 25414208. DOI: <https://doi.org/10.15575/biodjati.v1i1.1017>
- Jamli. Yanti., A., N. dan Susilowati., E., P. (2019). Diversity and the role of Yeast in Spontaneous Cacao Bean Fermentation From Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*. Vol 17 (1). ISSN : 1412033x. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d170113>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. (2019). *Hulu Hilir Kakao*. Bogor. ISBN 978-602-3220328.
- Linawati. Rusmiyanto., E. dan Kurniatuhadi. (2021). Khamir Potensial Probiotik Hasil Isolasi dari Fermentasi Jus Jeruk Siam (*Citrus Nobilis var. microcarpa*). *Jurnal Biologica Samudra* 3(2): 115-132 (2021) DOI:<https://doi.org/10.33059/jbs.v2i1.4101>.

- Maulani A., F., M. (2020). Analisis Hubungan Data Iklim dan Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L*) di Kecamatan Tompobulu dan Gantarangeke Kabupaten Bantaeng. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Makassar. Diakses 26 juni 2022.
- Manalu., R. (2018). Pengolahan Biji Kakao Produksi Perkebunan Rakyat Untuk Meningkatkan Pendapatan Petani. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*. Vol. 9, No. 2. ISSN: 25284673. DOI: <https://doi.org/10.22212/jekp.v9i2.1006>
- Muzaifa., M. Abubakar., Y. Haris., F. (2017). Profil Pertumbuhan Mikroorganisme Pada Fermentasi Biji Kakao Aceh. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Universitas Syiah Kuala. DOI:<https://doi.org/10.17969/jtipi.v9i2.5975>.
- Neto., D., P., d., C. Pereira., G., V., d., M. Tanobe., V., O., A. Soccol., V., T. Silva., B., J., G., d. Rodrigues., C. Soccol., C., R. (2017). *Yeast Diversity and Physicochemical Characteristics Associated with Coffee Bean Fermentation From the Brazilian Cerrado Mineiro Region*. <https://doi.org/10.3390/fermentation3010011>
- Ospina., D., J. Triboletti., S. Alessandria., V. Serio., A. Sergi., M. Paparella., A. Rantsiou., K. Lopez., C., C. (2020). Functional Biodiversity of Yeast Isolated From Colombia Fermented and Dry Cocoa Beans. *Article Microorganisms*. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071086>
- Panjaitan., Y., F., H. (2020). Fermentasi Kopi Arabika Varietas Mandailing Pengaruh Variasi Jenis Mikroorganisme dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Mutu Kopi. *Skripsi*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. Diakses 2 Juni 2020.
- Periadnadi. Sari., K., D. dan Nurmiati. (2018). Isolasi dan Keberadaan Khamir Potensial Pemfermentasi Nira Aren (*Areng Pinnata Merr*) dari Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Sumatera Barat. ISSN 24601365 Doi:<https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i1.3282>.
- Perindustrian Kementrian. (2018). *Gambaran Sekilas Industri Kakao*. Departemen Perindustrian. Diakses 17 Februari 2021.
- Pradnyawathi., N., L., M. Wijaya., I., K., A. Sutedja., N., I. Astiningsih., A., M. (2019). *Kajian Beberapa Cara Fermentasi yang Dilakukan Oleh Petani Terhadap Mutu Biji Kakao (Theobroma cacao L.)*. Universitas UdayanAgrup, 8 (2): 189 -196. e-ISSN: 2654-4008, p-ISSN: 2088-155X. <https://doi.org/10.24843/AJoAS.2018.v08.i02.p10>.

- Pratiwi., E. dan Akhdiya., A. (2020). Keragaman Karakter Morfologi dan Biokimia Isolat Khamir Rizosfer dan Endofit Tanaman Padi. *Buletin Plasma Nutfah*. Vol. 26. No,1, [doi: 10.1016/s1002-0160\(07\)60065-4](https://doi.org/10.1016/s1002-0160(07)60065-4).
- Rahmadi., A. G., H., dan Fleet. (2017). *The Occurrence of Mycotoxigenic Fungi in Cocoa Beans From Indonesia and Queensland, Australia*. Proceeding of International Seminar Soegiyapranata, Semarang, Indonesia. ISSN: 25276271. DOI: <https://doi.org/10.28932/jam.v12i1.2287>
- Rahmawati., A. dan Hartulistiyoso., E. (2020). Analisis Potensial Peluang Pengembangan Kakao Desa Sidomulyo, Kecamatan Lebakbarang, Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. Vol 2 (3) 2020: 330–337. ISSN: 2721897X. DOI: <https://doi.org/10.47729/inovasi3i2.8>.
- Riono., I. (2020). Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L) dengan Berbagai Pemberian Dosis Serbuk Gergaji pada Varietas (Bundo-F1) di Tanah Gambut. *Jurnal Selodang Mayang*. 6(3), 163-171. ISSN: 2620-3332. <https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v6i3.175>
- Sary., W. (2020). Komponen Pohon Pada Kebun Kakao di desa Parenring Kecamatan Lilirilau Kabupaten Soppeng. *Skripsi*. Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. Diakses 26 juni 2022.
- Sasmono., S., M. (2017). Alternatif Strategi Peningkatan Produktivitas Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L) di Kabupaten Luwu. *Tesis*. S3 Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin. Diakses 26 juni 2022.
- Vuyst., L., V. dan Weckx., S. (2018). The Cocoa bean Fermentation Processn: From Ecosystem Analysis to Starter Culture Development. *J Appl Microbiologi*. Vol.121. <https://doi.org/10.1111/jam.13045>
- Wattimena., G., A. Nurhajati., A., M. Windie., N., M. Purwinto., A. Efendi., D. Purwoko., B., S. dan Khumaida., N. (2017). *Bioteknologi dalam pemulihan Tanaman*. IPB Press. Bogor. ISBN: 9789794932896. Diakses 1 2 Maret 2022.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Keterangan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-390/Un.08/FST/KP.07.6/06/2021

TENTANG

**PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.

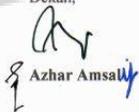
Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 80 Tahun 2020 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2021 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 04 Juni 2021.

Menetapkan Kesatu :
: Menunjuk Saudara:
1. Syafrina Sari Lubis, M.Si Sebagai Pembimbing I
2. Diannita Harahap, M.Si Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi:
Nama : **Fatillah**
NIM : **160703024**
Prodi : **Biologi**
Judul Skripsi : **Karakterisasi Fungi pada Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao L*) dari Desa Musa Baroh Pidie Jaya**

Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2021/2022 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 11 Juni 2021
Dekan,

Azhar Amsari

Tembusan:
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2 : Surat Keterangan Bebas Laboratorium



LABORATORIUM BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
Jl. Syeikh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id, Email: biolab.arraniry@gmail.com



SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM

No: B-105/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/07/2022

Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa:

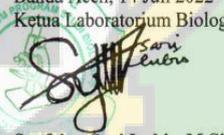
Nama : Fatillah
NIM : 160703024
Program Studi : S1-Biologi
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat : Kajhu. Kec. Baitussalam Kab. Aceh Besar

Benar yang namanya tersebut diatas adalah mahasiswa biologi yang melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas alat dan bahan Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh sehingga tidak ada tanggungan biaya alat laboratorium (kecuali bahan & jasa), dan telah menyelesaikan biaya pemakaian bahan laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:

“Karakterisasi Fungi pada Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L) dari Desa Musa Baroh Pidie Jaya”

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

Banda Aceh, 14 Juli 2022
Ketua Laboratorium Biologi


Syafrina Sari Lubis, M.Si

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Lampiran 3 : Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Pengambilan Sampel Buah Kakao



Pembelahan Buah Kakao dalam Keranjang Bambu



Biji Kakao dalam Keranjang Bambu dialasi Daun Pisang



Biji Kakao dalam Keranjang untuk Fermentasi



Biji Kakao Setelah Fermentasi



Biji Kakao Sebelum Dibelah Setelah Fermentasi



Biji Kakao Setelah Dibelah



Perendaman Biji Kakao dalam NaOCL dan Klorin



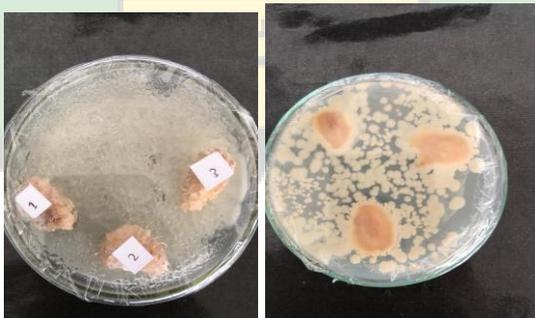
Pencucian Biji Kakao dengan Aquades



Pembuatan Media PDA



Penanaman Biji Kakao pada Media PDA



Biji Kakao pada Media PDA yang berumur 24 Jam



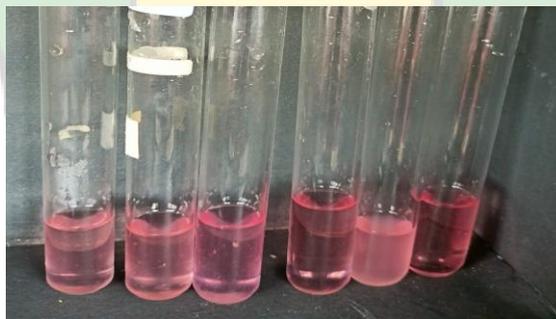
Biji Kakao pada Media PDA yang berumur 6 hari



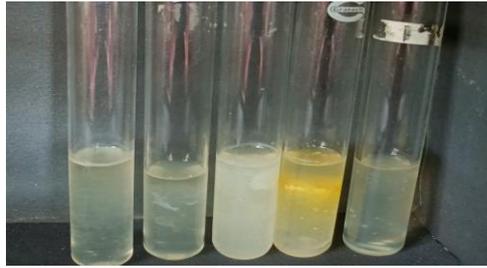
Pemurnian Jamur



Pembuatan Metode Moist Chamber



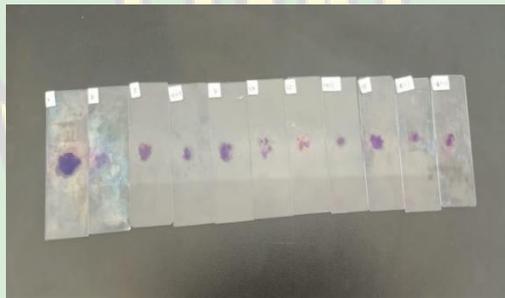
Uji Urea Base



Uji Pertumbuhan Pada Media Cair



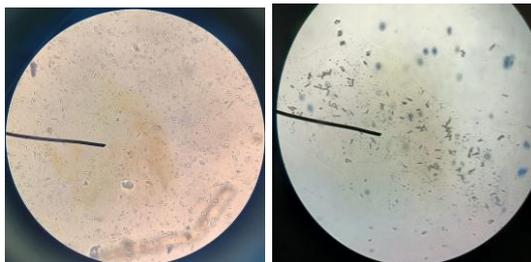
Uji Kapsul



Uji Askospora



Khamir Secara Makroskopis



Khami Secara Mikroskopis