

**ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI ASAM LAKTAT
(BAL) DARI BIJI KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) ASAL
KECAMATAN LAMNO JAYA SEBAGAI ANTIKAPANG
Aspergillus dan *Penicillium***

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

NUR ARFADILLA

NIM. 160703007

**Mahasiswa Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021 M / 1442 H**

PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI
ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI ASAM LAKTAT (BAL) DARI
BIJI KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) ASAL KECAMATA LAMNO JAYA
SEBAGAI ANTIKAPANG *Aspergillus* dan *Penicillium*

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Biologi

Oleh

NUR ARFADILLA

NIM. 160703007

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi

A R - R A N I R Y
جامعة الرانيري

Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Syafrina Sari Lubis, M. Si.
NIDN. 2025048003

**ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI ASAM LAKTAT (BAL) DARI
BIJI KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) ASAL KECAMATAN LAMNO
JAYA SEBAGAI ANTIKAPANG *Aspergillus* dan *Penicillium***

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 (S-1)
Dalam Ilmu Biologi

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 26 Januari 2021
13 Jumadil akhir 1442 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Syaffina Sari Lubis, M. Si
NIDN. 2025048003

Sekretaris,



Feizia Huslina, M. Sc
NIDN. 2012048701

Penguji I,



Dianita Harahap, M. Si
NIDN. 2022038701

Penguji II



Arif Sardi, M. Si
NIDN. 2019068601

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry



Dr. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Arfadilla
NIM : 160703007
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Kecamatan Lamno Jaya sebagai Antikapang *Aspergillus* dan *Penicillium*

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian 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 menggunkan karya orang lain yang menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan 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, 10 Februari 2021

Yang menyatakan,


(Nur Arfadilla)

METERAI TEMPEL
TGL. 20
F5968AFF705143559
6000
ENAM RIBU RUPIAH

ABSTRAK

Nama : Nur Arfadilla

NIM : 160703007

Program Studi : Biologi

Judul : Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Kecamatan Lamno Jaya sebagai Antikapang *Aspergillus* dan *Penicillium*

Kata Kunci : Bakteri Asam Laktat, Antikapang, *Aspergillus*, *Penicillium*

Isolasi bakteri asam laktat dilakukan dari biji kopi Robusta asal Lamno. Penumbuhan BAL menggunakan media selektif MRSA. Hasil isolasi diperoleh 7 isolat, semua isolat berbentuk batang dan bersifat Gram positif, warna putih susu dan krem. *Aspergillus niger* diperoleh dari isolasi biji kopi yang rusak dengan menggunakan metode Blotter test, dan isolat *Penicillium* diperoleh dari koleksi laboratorium Institut Teknologi Bandung. Pengujian aktivitas antikapang dari isolat BAL terhadap *Aspergillus niger* dan *Penicillium* dilakukan dengan metode difusi sumuran.. Tidak diperoleh aktivitas antikapang dari 7 isolat BAL terhadap *Aspergillus niger*. Tetapi pengujian aktivitas antikapang isolat BAL terhadap *Penicillium* menunjukkan hasil berbeda-beda yaitu : aktivitas lemah (BK5 4,65 mm, BK6 2,8 mm), sedang (BK7 5,1 mm), dan kuat (BK2 20,5 mm, BK3 15,15 mm, BK4 13,5 mm). Berdasarkan uji katalase semua isolat menunjukkan reaksi negatif katalase sehingga tidak dapat menghasilkan H₂S. Terdapat 1 isolat mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa, dan 6 isolat lainnya tidak mampu memfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa. Pada pengujian produksi gas CO₂ menunjukkan tiga isolat bersifat heterofermentatif yaitu isolat BK2; BK6; BK7, dan terdapat empat isolat bersifat homofermentatif yaitu isolat BK1, BK3, BK4, BK5.

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

ABSTRACT

Name : Nur Arfadilla
NIM : 160703007
Study Program : Biology
Title : The Isolation and Lactid Acid Bacteria (LAB) Testing of Coffea Robusta beans (*Coffea canephora*) From Lamno Jaya District as Antikapang *Aspergillus* and *Penicillium*
Keywords : *Lactate Acid Bacteria*, *Antikapang*, *Aspergillus*, *Penicillium*

The isolation of lactic acid bacteria comes from Lamno robusta coffee beans. Growing LAB was using selective media MRSA. The result of isolation was obtained 7 isolates, all of them were formed basil and it tended positive Gram. It was white as milk and cream. *Aspergillus niger* was obtained from the isolation of deformed coffee beans using blotter test method, and the *Penicillium* got from collection of Insitute Technology Bandung laboratory. Testing the activity of antikapang from LAB isolate to *Aspergillus niger* and *Penicillium* was done using Agar Well Diffusion Method. Could not be gotten of antikapang's activity from 7 isolate LAB to *Aspergillus niger*. But examination of antikapang isolate LAB to *Penicillium* indicated different result, these were: weak activity (BK5 4.65 mm, BK6 2.8 mm), medium (BK7 5.1 mm), and strong (BK2 20.5 mm, 15.15 mm, BK4 13.5 mm). Based on catalase testing all of isolates showed negative reactions of catalase could not produce H₂S. There was one isolation could ferment lactose and sucrose, and just six of isolate could not able to ferment glucose, sucrose, and lactose. In examination of CO₂ production showing three isolates tended heterofermentatif these were BK2, BK6, BK7, and there were four isolates tended homofermentatif there were BK1, BK3, BK4, BK5.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk-Nya dalam menyelesaikan skripsi dengan judul **“Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Kecamatan Lamno Jaya Sebagai Antikapang *Aspergillus* dan *Penicillium*.”** Shalawat dan salam penulis tujukan kepada Nabi Muhammad SAW yang mencintai umatnya tanpa memilih dan persyaratan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada yang terhormat:

1. Orang tua yang selalu mendukung dan mendoakan penulis selama pembuatan skripsi.
2. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si selaku pembimbing akademik dan pembimbing skripsi yang telah membimbing, memberi semangat, dan mendoakan hingga terselesainya skripsi ini.
3. Ibu Lina Rahmawati, M.Si selaku ketua program studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Dosen-dosen Biologi yaitu ibu Diannita Harahap, M. Si, ibu Feizia Huslina, M.Sc, ibu Ayu Nirmala Sari, M. Si, ibu Kamaliah, M. Si, bapak Arif Sardi, M. Si, bapak Muslich Hidayat, M. Si, bapak Ilham Zulfahmi, M. Si, ibu Nurhayati, M. Si, dan ibu Khairun Nisa, M. Bio
5. Staf prodi ibu Eliyanti, S.Pd. I dan bapak Firman Rija Arhas, S.Pd.I.

6. Kak Manda dan Nadia yang selalu memberi semangat, yang selalu membuat penulis bahagia saat penulis merasa sedih, dan mendoakan.
7. Hilwun, Ade, Zopie, Nailul, Asla, Ernia, Resi, Fitri, dan Riva yang selalu memberi semangat dan mendoakan.
8. Ikkal sebagai rekan yang selalu memberi semangat dan mendoakan.
9. Kak Yuni, kak Ocha, kak sugi dan kakak leting yang telah memberi semangat dan mendoakan.

Semoga kebaikan dan jasa Bapak, Ibu, Saudara/i sekalian menjadi amal ibadah, semoga dirhdai Allah SWT, dan mudah-mudahan Allah SWT akan membalasnya. Aamiin Ya Robbal Alamin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan proposal ini.

Akhirnya, hanya kepada Allah penulis mohon ampun, semoga selalu diberikan hidayah dan ridha-Nya kepada penulis dan kita semua. Semoga tulisan ini berguna bagi para pembaca sebagai pengetahuan. Aamiin.

Banda Aceh, 15 Januari 2021
Penulis,



Nur Arfadilla

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR JUDUL | i |
| PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI | ii |
| PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4. Manfaat Penelitian..... | 5 |
| | |
| BAB II LANDASAN TEORITIS | 6 |
| 2.1. Deskripsi Tanaman Kopi..... | 6 |
| 2.1.1. Sejarah Tanaman Kopi di Indonesia..... | 6 |
| 2.1.2. Sistematika dan Morfologi Tanaman Kopi (<i>Coffea</i> sp.)..... | 7 |
| 2.1.3. Reproduksi Tanaman Kopi (<i>Coffea</i> sp.)..... | 9 |
| 2.1.4. Varietas Kopi (<i>Coffea</i> sp.)..... | 10 |
| 2.2. Kandungan Fitokimia dan Mikrorganisme Pada Kopi (<i>Coffea</i> sp.)..... | 13 |
| 2.3. Bakteri Asam Laktat (BAL)..... | 15 |
| 2.4. Kerusakan Biji Oleh Kapang <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i> | 18 |
| 2.5. Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) Terhadap Antikapang..... | 21 |
| 2.5.1. Metode Difusi Sumur (modifikasi Agar Well Diffusion Method)..... | 21 |
| 2.5.2. Metode Pengujian Overlay (<i>Overlay assay</i>)..... | 22 |
| 2.5.3. Metode Cakram Disc (Disk Difussion)..... | 23 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| BAB III | METODE PENELITIAN | 24 |
| | 3.1. Waktu dan Tempat | 24 |
| | 3.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian | 24 |
| | 3.3. Objek Penelitian | 25 |
| | 3.4. Alat dan Bahan Penelitian | 25 |
| | 3.5. Metode Penelitian | 26 |
| | 3.6. Prosedur Kerja | 27 |
| | 3.6.1. Preparasi Sampel Biji Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)..... | 27 |
| | 3.6.2. Isolasi bakteri asam laktat (BAL) dari biji kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>)..... | 27 |
| | 3.6.3. Karakterisasi bakteri asam laktat (BAL)..... | 28 |
| | 3.6.4. Uji Biokimia BAL (Bakteri Asam Laktat)..... | 28 |
| | 3.6.5. Isolasi Kapang <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i> Dari Biji Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>) Dengan Metode Bloter Test..... | 29 |
| | 3.6.6. Uji Aktivitas bakteri asam laktat (BAL) dengan <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i> | 30 |
| BAB IV | HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 32 |
| | 4.1. Hasil Penelitian | 32 |
| | 4.1.1. Karakteristik Bakteri Asam Laktat Dari Biji Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)..... | 32 |
| | 4.1.2. Isolasi <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Penicillium</i> Dengan Metode Bloter Test..... | 33 |
| | 4.1.3. Pengujian Aktivitas Bakteri Asam Laktat Terhadap <i>Apergillus niger</i> dan <i>Penicillium</i> | 34 |
| | 4.1.4. Uji Biokimia Terhadap Bakteri Asam Laktat dari Biji Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)..... | 35 |
| | 4.2. Pembahasan..... | 36 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 43 |
| | 5.1. Kesimpulan..... | 43 |
| | 5.2. Saran | 43 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| | LAMPIRAN..... | 54 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Tanaman kopi (<i>Coffea</i> sp.)..... | 8 |
| Gambar 2.2 | Morfologi buah kopi (<i>Coffea</i> sp.)..... | 9 |
| Gambar 2.3 | Buah kopi ekselsa (<i>Coffea liberica</i> var. <i>Dewevrei</i>)..... | 11 |
| Gambar 2.4 | Buah kopi liberika (<i>Coffea liberica</i>) | 12 |
| Gambar 2.5 | Buah kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>), biji kopi arabika (<i>Coffea arabica</i>)..... | 12 |
| Gambar 2.6 | Buah kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>), biji kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) | 13 |
| Gambar 2.7 | Koloni <i>Aspergillus</i> sp., mikroskopis <i>Aspergillus</i> sp | 19 |
| Gambar 2.8 | Koloni <i>Penicillium</i> sp., mikroskopis <i>Penicillium</i> sp..... | 21 |
| Gambar 4.1 | Koloni <i>Aspergillus niger</i> , mikroskopis <i>Aspergillus niger</i> | 33 |
| Gambar 4.2 | Koloni <i>Penicillium</i> , mikroskopis <i>Penicillium</i> | 34 |
| Gambar 4.3 | Aktivitas zona hambat bakteri asam laktat terhadap <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Penicillium</i> | 35 |
| Gambar 4.4 | Uji biokimia katalase, TSIA dan produksi gas CO ₂ menggunakan MRS-Broth terhadap BAL | 36 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian | 24 |
| Tabel 4.1 Karakteristik isolat bakteri asam laktat dari biji kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) | 32 |
| Tabel 4.2 Aktivitas zona hambat bakteri asam laktat dari biji kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) dengan <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i> | 34 |
| Tabel 4.3 Identifikasi bakteri asam laktat dari biji kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) | 35 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Surat Izin Melaksanakan Penelitian | 54 |
| Lampiran 2. Surat Keterangan Pembimbing Skripsi | 55 |
| Lampiran 3. Surat Pembelian <i>Penicillium</i> | 56 |
| Lampiran 4. Surat Identifikasi Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)..... | 57 |
| Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan | 58 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Indonesia merupakan negara keempat penghasil kopi setelah Brazil, Kolombia dan Vietnam (Kahpi, 2017). Produksi kopi di Indonesia mencapai 726.000 ton pada tahun 2015, sedangkan pada tahun 2016 mengalami penurunan produksi kopi yaitu mencapai 636.000 ton. Aceh merupakan salah satu sentra produksi kopi di Indonesia. Tahun 2015 Aceh memproduksi kopi sebanyak 47.444 ton, sedangkan tahun 2016 hanya mencapai 47.378 ton (Martauli, 2018). Konsumsi kopi mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2016 sebesar 11,5 kg/kapita/tahun, sedangkan tahun 2015 hanya mencapai 1,09 kg/kapita/tahun (Jamilah *et al.*, 2016).

Jenis kopi yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia yaitu kopi robusta (*Coffea canephora*) sebanyak 72,8% sementara sisanya kopi arabika (*Coffea arabica*) sebesar 27,2% (Septianti, 2019). Kopi robusta dan kopi arabika dibudidayakan oleh masyarakat Aceh. Kopi jenis arabika terdapat di wilayah dataran tinggi tanah Gayo, Aceh Tenggara dan Gayo Lues, sedangkan kopi robusta ada di wilayah Kabupaten Pidie, Aceh Barat, dan Lamno (Aceh Jaya). Biji kopi Ulee Kareng dikatakan sebagai kopi yang berasal dari Lamno memiliki kopi yang berkualitas (Mentari *et al.*, 2017).

Indikator untuk menilai mutu biji kopi yang baik yaitu tidak terkontaminasi kapang sehingga tidak menimbulkan bau busuk. Faktor-faktor yang mempengaruhi

perkembangan kapang pada tanaman kopi yaitu suhu dan kelembaban gudang tempat penyimpanan, kadar air dari biji kopi, dan aktivitas serangga (Defitri, 2016). Pada biji kopi kering terdapat beberapa jenis kapang yaitu *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Sporedonema* sp., *Alternaria* sp., *Lasdosporium* sp., dan *Fusarium* sp. Selama penyimpanan kopi di dalam gudang sering ditemukan kapang *Aspergillus ochareceus* dan *Penicillium verrucosum*. Beberapa spesies *Aspergillus* dan *Penicillium* menghasilkan toksin jenis okratoksin yang berbahaya bagi kesehatan (Septianti, 2019).

Aspergillus dan *Penicillium* juga dapat menghasilkan mikotoksin yang salah satunya dapat menyebabkan kerusakan ginjal pada manusia ataupun hewan (Rasyidah, 2018). Mikotoksin pada *Aspergillus* dan *Penicillium* juga dapat menyebabkan keracunan apabila dikonsumsi (Wiryoseoendjojo *et al.*, 2019). *Aspergillus* dan *Penicillium* akan menghasilkan senyawa toksik bersifat nephrotoxic, karsinogenik, dan mutagenik yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Ciri-ciri biji terserang kapang yaitu berubah warnanya, terjadi kenaikan suhu, berubahnya kelembapan didalam biji, terjadi perubahan susunan kimia didalam biji dan produksi serta akumulasi mikotoksin didalam biji yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Apriliana, 2017).

Penggunaan bahan kimia banyak digunakan untuk mengurangi kerusakan akibat tahap panen dan pascapanen. Namun, penggunaan bahan kimia ini dapat menyebabkan efek buruk pada konsumen dan lingkungan, dan dapat menyebabkan kasus ekstrim toksisitas akut dan kronis. Pada saat ini sejumlah besar formulasi,

menggunakan jamur dan spesies bakteri, telah digunakan secara komersial (Pererira *et al.*, 2015). Agen antikapang salah satu yang dapat digunakan yaitu bakteri asam laktat (BAL) (Rahmiati dan Mugi, 2017).

Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu bakteri yang dapat mengurai laktosa yang dipecah menjadi glukosa dan galaktosa kemudian akan diubah menjadi asam laktat (Kumalasari *et al.*, 2013). BAL dapat ditemukan pada bahan pangan, antara lain sayur, buah, biji, produk susu dan daging (Ismail, 2017). BAL menghasilkan asam laktat, asam asetat, 3phenyllacticacid (PLA) senyawa dipeptida, dan asam lemak, hidroksi sebagai antikapang dan menghambat senyawa protein karena terdapat senyawa protein seperti bakteriosin dan senyawa dengan berat molekul rendah (Septianti, 2019).

Pengujian antagonis BAL dari genus *Lactobacillus* terhadap *Aspergillus* yang terdapat di biji kopi menunjukkan BAL menyerang miselium dan memproduksi metabolit ekstra-seluler yang beracun (Pereira *et al.*, 2015). Penelitian terkait lainnya yang berhubungan dengan uji aktivitas BAL yaitu spesies *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum* yang mampu menghambat kapang *Aspergillus* dan *Penicillium* (Septianti, 2019). Uji potensi BAL selanjutnya terhadap patogen biji kakao fermentasi menghasilkan 5 total BAL yaitu *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus paramesenterodes* mampu menghasilkan senyawa kapang terhadap *Aspergillus* dan *Penicillium* (Putri *et al.*, 2014). Uji potensi BAL dari genus *Lactobacillus fermentum* mampu menghambat patogen biji kakao kering yaitu *Mucor* sp., *Aspergillus*

fumigatus, dan *Aspergillus niger* (Fitriyana *et al.*, 2015). Beberapa uji hasil fermentasi susu kedelai menghasilkan *Lactobacillus plantarum* yang juga memiliki sifat antikapang yang cukup luas (Rahayu *et al.*, 2011).

Kopi robusta asal Kecamatan Lamno Jaya diisolasi BAL sebagai antikapang dari *Aspergillus* dan *Penicillium*. Kopi robusta tersebut sangat dikenal sebagai kopi Ulee Kareng yang diminati oleh masyarakat. Maka, berdasarkan uraian diatas dilakukan penelitian tentang **“Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Kecamatan Lamno Jaya Sebagai Antikapang *Aspergillus* dan *Penicillium*”**.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Apakah terdapat BAL (bakteri asam laktat) pada biji kopi robusta (*Coffea canephora*) asal Kecamatan Lamno Jaya?
2. Bagaimana kemampuan daya hambat BAL (bakteri asam laktat) yang diisolasi dari biji kopi terhadap *Aspergillus* dan *Penicillium*?

1.3.Tujuan Penelitian

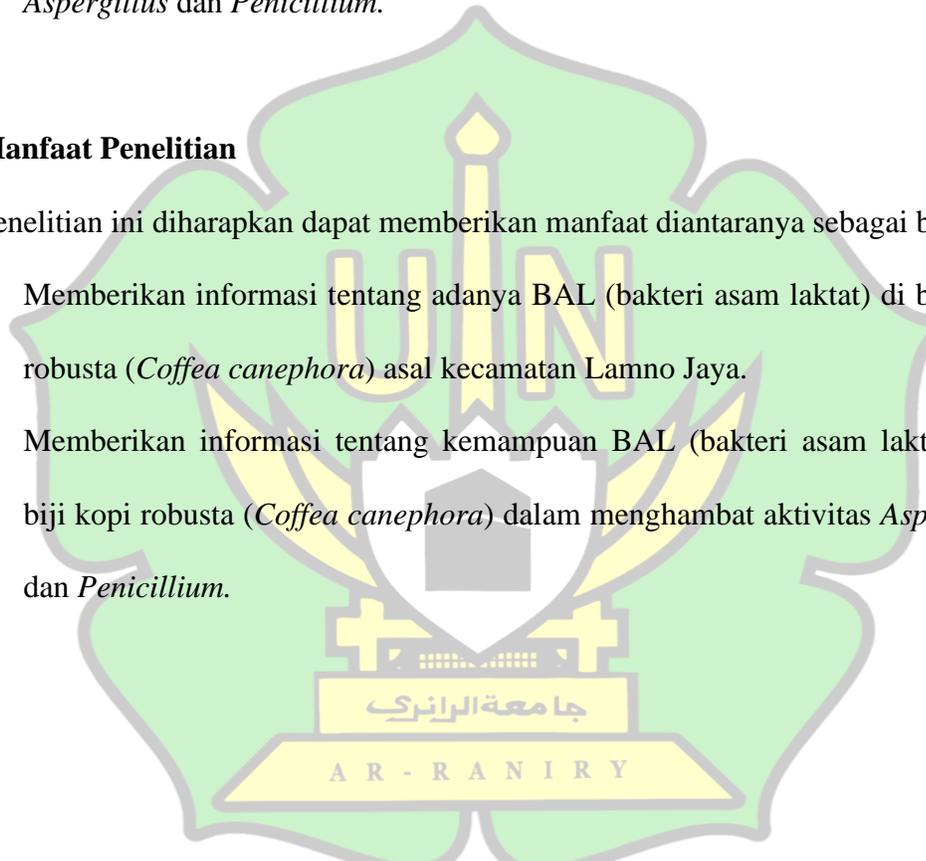
Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi keberadaan BAL (bakteri asam laktat) pada biji kopi robusta (*Coffea canephora*) asal Kecamatan Lamno Jaya melalui identifikasi secara morfologi dan uji biokimia.
2. Mengetahui kemampuan aktivitas BAL (bakteri asam laktat) yang diisolasi dari biji kopi robusta (*Coffea anephora*) dalam menghambat aktivitas *Aspergillus* dan *Penicillium*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang adanya BAL (bakteri asam laktat) di biji kopi robusta (*Coffea canephora*) asal kecamatan Lamno Jaya.
2. Memberikan informasi tentang kemampuan BAL (bakteri asam laktat) dari biji kopi robusta (*Coffea canephora*) dalam menghambat aktivitas *Aspergillus* dan *Penicillium*.



BAB II

LANDASAN TEORITIS

2.1. Deskripsi Tanaman Kopi (*Coffea* sp.)

2.1.1. Sejarah Tanaman Kopi (*Coffea* sp.)

Kopi berasal dari Ethiopia, Afrika Timur, kopi dikonsumsi oleh masyarakat setempat sejak abad ke-8. Pada abad ke-9 dan 10 kopi digunakan sebagai bahan berobat yang dikenalkan oleh Al-Razy dan Ibnu Sina. Setelah itu, kopi tersebar ke jazirah Arab tepatnya di Yaman. Sejak saat itu kopi mulai diolah menjadi bentuk minuman. Kopi yang sudah diolah menjadi minuman mulai dikonsumsi oleh para sufi untuk melakukan ibadah saat malam. Sejak abad ke-15 kopi semakin menyebar ke seluruh Arab dan Turki. Saat itu, di Turki mulai terjadi perdagangan kopi antara Asia dan Eropa, sehingga perdagangan kopi dianggap sebagai komoditas yang menarik dan menginisiasi VOC untuk membawa bibit (Taqwadin *et al.*, 2019).

Bibit kopi di Indonesia pertama kali didatangkan oleh VOC dari Malabar-India ke Batavia pada abad ke-16 (Gumulya dan Ivana, 2017). Namun, untuk memenuhi permintaan pasar dunia terbatas karena pada masa VOC budidaya kopi dilakukan hanya untuk pembayaran pajak. Pada tahun 1830 terjadi perluasan penanaman kopi, tetapi masih mempertahankan sistem wajib tanam. Pemerintah melakukan penyeteroran wajib pajak tanah dan melakukan monopoli perdagangan kepada pribumi (Kahpi, 2017).

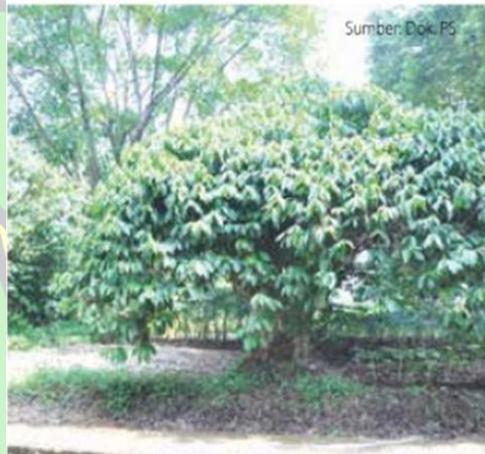
Saat abad ke-12 hubungan dagang Jazirah Arab ke Aceh atau sebaliknya telah terjadi. Warung-warung kopi di Kutaraja (Banda Aceh) menjadi tempat persinggahan para kuli pelabuhan yang didominasi oleh orang Tionghoa pada masa Sultan Iskandar Muda. Maka dari itu jelas kopi masuk ke wilayah Aceh sebelum datangnya Belanda. Tahun 1899 budaya kopi diyakini telah lama hadir dalam masyarakat Aceh, karena kebiasaan Teuku Umar sebelum berperang mengkonsumsi kopi (Taqwadin *et al.*, 2019).

2.1.2. Sistematika dan Morfologi Tanaman Kopi (*Coffea* sp.)

Indonesia mempunyai wilayah yang cocok untuk budidaya kopi. Tanaman kopi dapat tumbuh pada semua tempat karena jenis tanaman tropis, tetapi daerah yang terlalu panas seperti padang pasir dan daerah yang sangat dingin tidak cocok bagi kehidupannya. Tanaman kopi hidup pada suhu 15-30 °C. Tanaman kopi harus hidup pada tanah yang memiliki kesediaan air tanah yang cukup yang sifatnya berpasir dengan cukup humus dan dalam drainase yang cukup baik (Kahpi, 2017).

Tanaman kopi apabila dibiarkan dapat mencapai tinggi 12 meter, batangnya bercabang dan tumbuh tegak (Asti, 2015). Jenis tanaman kopi yaitu berkeping dua (dikotil) dan mempunyai akar tunggang yang mencapai 45-50 cm. Akar tunggang pada tanaman kopi berbentuk lurus kebawah, pendek serta kuat. Akar pada tanaman kopi memiliki cabang di samping dengan panjang 1-2 m secara horizontal, dapat menembus sedalam ± 30 cm, serta bercabang merata. Bagian cabang akar tanaman kopi yaitu akar rambut, bulu-bulu akar, dan tudung akar (Anggari, 2018).

Ciri-ciri dari daun kopi yaitu berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing dan daun tumbuh berhadapan dengan batang, cabang serta ranting-rantingnya. Tanaman kopi setelah umur \pm 2 tahun akan mulai berbunga. Tempat keluarnya bunga pada tanaman kopi yaitu dari sela-sela daun yang disebut cabang primer. Bunga berasal dari kuncup-kuncup sekunder. Kuncup sekunder dikatakan sebagai kuncup bunga yang akan berkembang menjadi bunga secara serempak dan bergerombol (Asti, 2015).



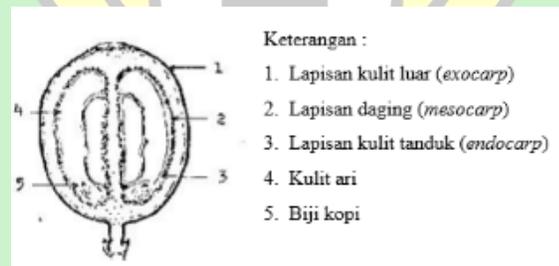
Gambar 2.1. Tanaman Kopi (*Coffea* sp.) (Rahadrjo, 2017)

Sistematika tanaman kopi (*Coffea* sp.) menurut Cronquist (1981) adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae
- Sub kingdom : Tracheobionta
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Sub Kelas : Asteridae
- Ordo : Rubiaceae
- Genus : Coffea

Spesies : *Coffea* sp.

Buah kopi yang dapat dipanen yaitu berwarna kuning sampai kemerarahan. Bagian-bagian buah yaitu daging buah dan biji. Daging buah kopi terdapat 3 bagian yaitu bagian lapisan kulit luar (eksokarpium), lapisan daging (mesokarpium), dan lapisan kulit tanduk (endokarpium) yang memiliki struktur tipis dan keras (Anggari, 2018). Bagian dalam dari buah kopi adalah biji. Sebagian buah kopi hanya mengandung satu butir biji, tetapi kebanyakan memiliki dua butir biji. Bagian biji yaitu terdapat kulit biji dan endosperm. Sepasang biji dibungkus oleh kulit tanduk yang memiliki struktur agak keras. Susunan morfologi biji kopi yaitu: (1) Kulit ari; (2) Lembaga; (3) Celah atau center cut. Bagian daging buah kopi yang sudah matang terdapat lendir dan senyawa gula yang rasanya manis dan bagian yang dimanfaatkan untuk bahan pembuatan kopi yaitu bagian endosperm (Asti, 2015).



Gambar 2.2. Morfologi buah kopi (*Coffea* sp.) (Ridwansyah, 2003)

2.1.3. Reproduksi Tanaman Kopi (*Coffea* sp.)

Awal perkembangan bunga pada kopi yaitu pembentukan bakal (primordia), setelah itu terjadi pertumbuhan bunga, pemekaran bunga, dan pembuahan bunga. Mata tunas merupakan pembentuk bunga pada tanaman kopi yang terletak di ketiak daun pada cabang plagiotrop (cabang yang mengarah mendatar). Organ

vegetatif (cabang dan daun) akan membentuk pada mata tunas, organ generatif (bunga buah dan biji) terbentuk atau tetap dalam keadaan dorman. Tanaman kopi memiliki bagian bunga yaitu kepala sari, benang sari, dan bakal buah (Rahardjo, 2017).

Penyerbukan pada tanaman kopi yaitu autogami (penyerbukan sendiri) yaitu serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga itu sendiri. Keberhasilan tanaman kopi berbunga tergantung cuaca. Penyerbukan biasanya terjadi setelah musim hujan. Bunga akan muncul pada tanaman kopi yang berumur 2-2,5. Sementara itu, pergantian dari bunga menjadi buah tergantung dari varietas tanaman kopi. Membutuhkan waktu 7-10 bulan untuk pergantian bunga menjadi buah pada kopi arabika (*Coffea arabica*), sedangkan kopi robusta (*Coffea canephora*) membutuhkan 9- 12 bulan pergantian bunga menjadi buah. Penyerbukan (*pollinatio*) yaitu terjadinya perkawinan putik dari kandungan lembaga di bakal biji dengan suatu inti yang berasal dari serbuk sari sehingga menghasilkan pembuahan (*fertilisatio*). Pembuahan akan terbentuk buah, biji dan lembaga pada bakal biji (Anggari, 2018).

2.1.4. Varietas Kopi (*Coffea sp.*)

Terdapat 4 jenis kopi yang dikembangkan di Indonesia, yaitu kopi arabika (*Coffea arabica*), kopi robusta (*Coffea canephora*), kopi liberika (*Coffea liberica*), dan kopi ekselsa (*Coffea liberica* var. *Dewevrei*). Kopi liberika dan kopi ekselsa memiliki nilai komersial dan kurang ekonomis karena terdapat banyak variasi, bentuk biji, ukuran biji dan kualitas rasanya yang berbeda. Kopi ekselsa habitatnya di daerah panas serta sedikit kering. Cara memperoleh kopi ekselsa yaitu dengan melakukan

seleksi dan persilangan (Rahadrjo, 2017). Kopi ekselsa merupakan variasi dari kopi liberika. Ciri-ciri kopi ekselsa yaitu diameter buahnya berkisar 0,1-3,2 cm secara horizontal, ukuran buahnya berkisar 1,8-2.6 cm, ukuran biji mencapai $2,2 \pm 0,1$ cm dan ketebalan pada biji $1,7 \pm 0,1$ cm. Ciri-ciri daun pada kopi ekselsa yaitu daunnya berbentuk bulat, dan tumpul dibagian ujung daunnya. Daunnya meruncing dibagian pangkal daun dan terlihat rata pada bagian tepi daun (Udarno dan Rubi, 2015).



Gambar 2.3. Buah kopi ekselsa (*Coffea liberica* var. *Dewevrei*.) (Udarno dan Rubi, 2015).

Ciri-ciri pohon kopi liberika yaitu pohonnya tergolong tipe tinggi yaitu dapat tumbuh sampai 5 meter, diameter pohonnya 3,5-4 meter. Daun kopi liberika ciri-cirinya yaitu permukaan daunnya berwarna merah kecoklatan dan ujung daunnya meruncing. Tipe buah kopi liberika yaitu berukuran besar dibandingkan jenis kopi lainnya. Biji buah kopi liberika berbentuk lonjong. Perbedaan buah kopi ekselsa dengan buah kopi liberika yaitu daging buah kopi ekselsa tipis tidak setebal kopi liberika dan permukaan dibawah daun berwarna kecoklatan (Sianipar, 2017).

Habitat kopi arabika yaitu berada pada suhu 15-24 °C, pH tanah 5,3-6,0 dan curah hujan rata-rata 2.000-4.000 mm/th serta dengan jumlah bulan kering 1-3 bulan/tahun. Sedangkan kopi robusta harus ditanam pada curah hujan 1.500-3000 mm/ th dengan suhu 24-30 °C dan pH tanah 5,5-6,0 (Kahpi, 2017).



Gambar 2.4. Buah kopi liberika (*Coffea liberica*) (Waluyo dan Ari, 2017).

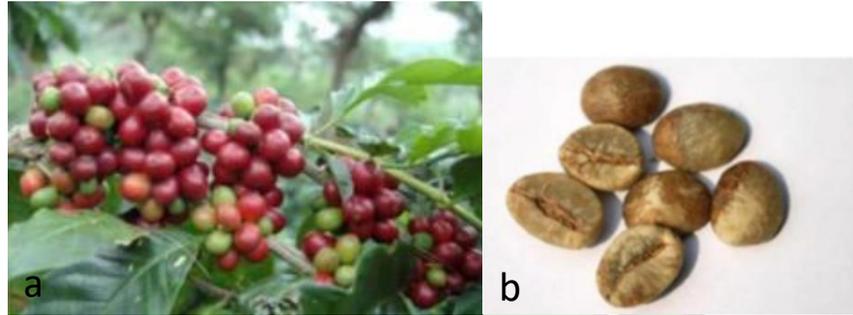
Kopi arabika berasal dari Ethiopia. Habitat kopi arabika hidup pada ketinggian 1.000 m dpl. Ciri-ciri buah kopi arabika yaitu buahnya lonjong dan memiliki garis tengah bergelombang. Masyarakat banyak membudidayakan jenis kopi arabika, karena kopi arabika banyak digemari oleh masyarakat dan pohon kopi arabika tumbuhnya tidak terlalu tinggi sehingga memudahkan para petani untuk memetik (Kahpi, 2017). Kopi arabika harga jualnya lebih tinggi dibandingkan kopi robusta (Rasyidah, 2018).



Gambar 2.5. (a) Buah kopi arabika (*Coffea arabica*), (b) Biji kopi arabika (*Coffea arabica*) (Septianti, 2019).

Kopi robusta berasal dari hutan di Afrika yaitu daerah pantai Barat Uganda. Kopi robusta dapat hidup di ketinggian 1.900 m dpl yang tersebar luas di seluruh

daerah tropis. Perkebunan kopi robusta mendominasi sampai 90% di wilayah Indonesia. Morfologi biji kopi robusta biji kopinya sedikit bulat, dan lengkungan biji tebal (Putri, 2019)



Gambar 2.6. (a) Buah kopi robusta (*Coffea canephora*). (b) Biji kopi robusta (*Coffea canephora*) (Panggabean, 2011)

Ciri khas kopi robusta berbentuk bulat dan bergaris tengah lurus dengan harga jual yang rendah di pasar Indonesia dibandingkan kopi arabika (Rasyidah, 2018). Masyarakat Aceh membudidayakan kopi robusta dan kopi arabika. Daerah yang membudidayakan kopi arabika yaitu Gayo, Aceh Tenggara, dan Gayo Lues, sedangkan kopi robusta dibudidayakan di Pidie (Tangse dan Geumpang), Aceh Barat dan Lamno (Aceh Jaya). Biji Kopi dari Lamno dikatakan sebagai biji kopi Ulee Kareng yang dihasilkan dari biji kopi pilihan yang berkualitas. (Taqwadin *et al.*, 2017).

2.2. Kandungan Fitokimia dan Mikroorganisme Pada Kopi (*Coffea sp.*)

Kopi merupakan salah satu minuman yang sangat populer dan sangat digemari oleh masyarakat (Arwangga *et al.*, 2016). Biji kopi terdapat protein, minyak aromatis, dan asam-asam organik (Asti, 2015). Biji kopi memiliki kandungan 12% air, 13% protein, lemak 12%, caffeinic acid 9%, cellulose 9%, abu 4%, gula 9%, dan zat-zat lainnya yang terlarut dalam air 5%. Kulit kopi memiliki kandungan selulosa 63%,

lignin 17%, kadar air 7,46%, abu, 0,6%, bahan mudah menguap 87,27%, karbon terfiksasi 4,67%, dan kalori 4,427 cal g⁻¹. Kulit buah kopi juga terdapat kandungan Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, dan Zn (Nurfutriani dan Eko, 2017).

Kopi memiliki kandungan kafein. Kafein senyawa yang berbentuk kristal. Penyusun utama kafein yaitu purin xantin yang berasal dari senyawa turunan protein. Khasiat purin xantin pada kondisi tubuh yaitu berfungsi untuk menurunkan rasa sakit, meningkatkan kapasitas kerja paru-paru pada penderita asma bronkial dan mengurangi demam, tetapi akan berefek asamurat yang tinggi apabila tubuh bermasalah dengan hormon metabolisme. Kafein ditambah pada minuman tertentu akan memiliki efek farmakologis. Efek farmakologis terdapat pada kafein yaitu terjadinya relaksasi otot polos, stimulasi otot jantung serta dapat mesntimulasi syaraf pusat (Arwangga *et al.*, 2016). Kafein memiliki senyawa golongan alkaloid xantin yang berfungsi untuk untuk melawan rasa kantuk (Zarwinda dan Dewi, 2018). Kopi mengandung fitokimia yaitu flavonoid, alkaloid, saponin, kafein, dan polifenol, dan asam fenolik. Asam fenolik dapat menghilangkan radikal bebas yang mengandung antioksidan (Pangestu *et al.*, 2017).

Kandungan flovonoid dan fenolik merupakan senyawa yang terdapat pada suatu tumbuhan. Bakteri asam laktat pada kopi terdapat karena adanya kenaikan senyawa fenolik dan flovonoid (Anton, 2018). Kafein pada kopi memiliki senyawa antioksidan sehingga berfungsi untuk perlindungan dari berbagai penyakit yang berasal dari bakteri, virus, antigen, dan lain-lain. Senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan yaitu fenol yang berfungsi melindungi sel tubuh dari serangan radikal

bebas. Asam organik non-volatil berasal dari kandungan asam klorogenik dan asam kafein yang berfungsi untuk mencegah pertumbuhan bakteri Gram positif dan negatif, cara berkerja senyawa antibakteri yaitu masuk ke dalam sel dan merusak struktur dinding sel bakteri (Asti, 2015).

Biji kopi menghasilkan BAL karena mengandung senyawa-senyawa fitokimia pada saat fermentasi biji kopi sehingga dapat menghambat *Penicillium* (Septianti, 2019). Biji kopi mengandung BAL (bakteri asam laktat) yang memiliki aktivitas antagonis terhadap kandungan ochratoxin *Aspergillus*. Bakteri asam laktat menyerang miselium kapang dan memproduksi metabolit ekstra-seluler beracun (Pereira *et al.*, 2015). Kopi arabika memiliki kandungan senyawa aldehida, asetaldehida, dan propanal sehingga menimbulkan aroma fruity. Kandungan kafein robusta 2%, sedangkan kopi arabika yaitu sebesar 1,2%. Kandungan kopi robusta yaitu mengandung kadar kafein 2%, minyak atsiri 10% -16%, asam klorogenat 6% - 10%, zat gula 4% - 12%, selulosa 22% - 27% dan polifenol 0,2% (Zarwinda dan Dewi, 2018). Pada biji kopi robusta mengandung bahan aktif yang memiliki daya antibakteri seperti senyawa fenol, trogonelline, dan asam klorogenik. Senyawa fenol, yang terdapat dalam biji kopi yaitu flavonoid. Aktivitas biologis dari flavonoid akan merusak dinding sel bakteri (Tanauma *et al.*, 2016).

2.3. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat adalah bakteri Gram positif, berbentuk bulat atau batang, tidak memiliki spora, berkatalase negatif dan memiliki kemampuan mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Faktor tumbuhnya BAL yaitu suhu 12 °C hingga

pada suhu 70 °C (Rahmadi, 2018). Tumbuhnya BAL juga dipengaruhi oleh kelembapan, cahaya, pH, dan nutrisi (Ayuti *et al.*, 2016). BAL saat fermentasi melakukan metabolit sekunder berupa pH, total asam, asam asetat, asam butirat, dan asam laktat (Utama *et al.*, 2018). Bakteri asam laktat menghasilkan asam amino, vitamin, purin, dan pirimidin karena terjadinya katalase negatif dan oskidase positif (Tambunan, 2016). Umuunya BAL dapat ditemukan di bahan pangan, sayur, buah, biji, dan produk susu (Ismail, 2017). Genus dari BAL antara lain termasuk dalam kelompok *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, dan *Lactococcus* (Septianti, 2019)

1. *Lactobacillus* yaitu salah satu genus dari BAL yang bersifat menghasilkan gas dan ada sebagian tidak menghasilkan gas hasil akhirnya (Wikandari *et al.*, 2012). *Lactobacillus* terdapat enzim anilolitik yang dapat mengubah pati menjadi glukosa dan hasil akhirnya asam laktat (Wilujeng dan Prima, 2013).
2. *Leuconostoc* yaitu berbentuk bulat atau batang, sifatnya anaerob fakultatif, tergolong kedalam Gram positif, dapat menghasilkan asam laktat yang sifatnya katalase negatif yang tidak mampu mengubah H₂O₂ menjadi H₂O dan O₂. *Leuconostoc* mampu melakukan fermentasi karbohidrat yaitu pektin, selulosa, dan hemiselilosa sehingga menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat. (Rosaliana, 2019).
3. *Pediococcus* yaitu genus BAL yang sifatnya homofermentatif yang bakterinya Gram positif dan tidak memiliki enzim katalase. *Pediococcus* memanfaatkan

substansi untuk pertumbuhan, pemeliharaan sel, dan membentuk asam-asam organik (Safitri *et al.*, 2016).

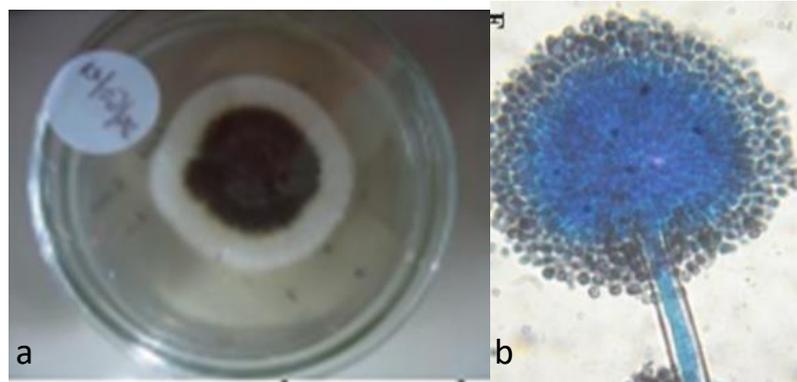
4. *Streptococcus* yaitu bakteri yang berbentuk bulat, bakterinya Gram positif yang memiliki sifat fakultatif anaerob yang dapat menginisiasi pembentukan koloni (Vidyasari, 2020).
5. *Lactococcus* yaitu bakteri yang menghasilkan asam laktat dari glukosa. Tipenya homofermentatif dapat terjadi perubahan dengan menyesuaikan kondisi salah satunya pH, dan konsentrasi glukosa. *Lactococcus* tergolong kedalam Gram positif yang bentuk selnya coccus yang munculnya tunggal, berpasangan rantai pendek atau tidak teratur (Holzapfel dan Brian, 2014).
6. *Enterococcus* yaitu bakteri yang tergolong Gram positif yang bentuk selnya diplococcus yang rantainya pendek berpasangan-pasangan. *Enterococcus* suhu yang diperlukan yaitu 37 °C, 10 °C dan 45 °C. *Enterococcus* tidak mampu menghasilkan enzim katalase, homofermentatif yang hanya menghasilkan asam laktat (Holzapfel dan Brian, 2014).
7. *Carnobacterium* yaitu bakteri Gram positif yang selnya berbentuk batang, anaerob, heterofermentatif, dan katalase negatif. *Carnobacterium* suhu inkubasi 0 °C pada pH 7 (Holzapfel dan Brian, 2014).

Golongan *Lactobacillus* dan *Leuconostoc* mampu berkerja sebagai antikapang, karena pada BAL dapat menghasilkan asam-asam organik seperti asam laktat, asam asetat, asam kaproat, 3-phenyllactic acid (PLA). Senyawa khusus yang menyerang

kapang yaitu berupa senyawa protein seperti bakteriosin dan senyawa dengan berat molekul rendah, asam benzoat, methylhydantoin, mevalonolactone, dan beberapa senyawa dipeptida siklik aktif (diketopeprazin) yaitu cyclo (L-Phe-LPro), cyclo (L-Phe-trans-4-OH-L-Pro), dan cyclo (L-Phe-cis-4-OH-D-Pro) (Septianti, 2019). Bakteri asam laktat dibagi menjadi dua berdasarkan hasil akhir metabolisme glukosa yaitu, BAL yang hanya menghasilkan asam laktat pada fermentasi glukosa disebut homofermentatif dan BAL yang menghasilkan asam laktat, CO₂, dan etanol dari heksosa disebut heterofermentatif (Putri *et al.*, 2014).

2.4. Kerusakan biji yang disebabkan oleh *Aspergillus* dan *Penicillium*

Aspergillus yaitu mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan pada bahan (biodeteriogens). Spora aseksual dalam konidiofor pada *Aspergillus* dapat tahan terhadap pada berbagai lingkungan yang mungkin banyak organisme bertahan hidup selama periode aktif. *Aspergillus* dapat hidup selama suhu 37 °C – 40 °C dan kelembapan berkisar antara 85% - 90% tetapi ada sebagian spesies *Aspergillus* hidup pada kelembapan 65% (Apriliana, 2017). *Aspergillus* berasal dari kelas Ascomycetes yang biasanya terdapat di tumbuhan yang membusuk, tanah serta debu. *Aspergillus* hidup ditempat yang hangat, memiliki kelembapan, dan terdapat material organik untuk berkembangbiak sehingga menghasilkan spora (Hasanah, 2017). *Aspergillus* memiliki bentuk seperti tepung, dasarnya berwarna putih sampai kuning dan permukaannya berwarna hitam, konidia tidak berwarna, berbentuk panjang dan konidia memiliki tekstur yang lembut (Handayani, 2015).



Gambar 2.7. (a) Koloni *Aspergillus* sp. (Hanif dan Rini, 2019) (b) makroskopis *Aspergillus* sp. (Gautam dan Bhadauria, 2012)

Klasifikasi ilmiah *Aspergillus* berdasarkan Alexopoulos *et al.* (1996) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Class : Ascomycetes
 Ordo : Eurotiales
 Family : Trichocomaceae
 Genus : *Aspergillus*
 Species : *Aspergillus* sp.

Aspergillus sporanya mudah dibawa oleh angin, mudah tumbuh pada bahan-bahan organik seperti produk hasil pertanian. Pembusukkan pada buah-buahan atau biji serta sayuran dapat disebabkan oleh *Aspergillus*. Bahan pakan yang sering disimpan didalam gudang ditemukan *Aspergillus* sp. karena didalam gudang memiliki kelembapan yang tinggi. Penyakit patogen *Aspergillus* sp. dapat menyebabkan terganggunya saluran pernafasan, radang granulomatosis pada selaput lendir, mata, telinga, kulit, minigen, bronkus, dan paru-paru. Penyakit akibat *Aspergillus* disebut

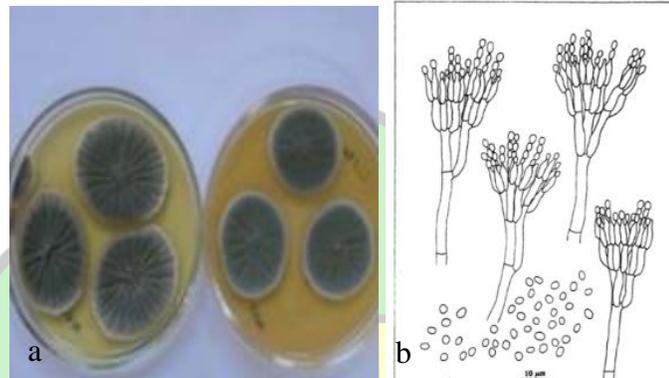
aspergillosis karena *Aspergillus* dapat memproduksi suatu zat racun yang disebut dengan aflaktoksin (Praja dan Aditya, 2017).

Aspergillus sp menghasilkan mikotoksin salah satunya aflatoksin. Aflatoksin adalah toksin yang memiliki sifat karsiogenik dan hepatoksik yang dapat dijumpai di pertanian saat pascapanen dan terdapat pada bahan makanan sehingga dapat mengancam keamanan pangan. Manusia biasanya terpapar oleh aflaktoksin karena mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh toksik dari *Aspergillus*. Paparan makanan dari *Aspergillus* sulit untuk dicegah (Mizana *et al.*, 2016). *Aspergillus* yang bersifat patogen yaitu *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger* dan *A. Terreus* (Yuniarty dan Anita, 2017).

Penicillium yaitu kapang yang berada di habitat pada vegetasi membusuk yaitu sebagai agen biodeterioative dan beberapa tumbuh biji-bijian. *Penicillium* sp. bersifat saprofit karena dapat hidup pada suhu yang rendah sampai sedang dan melakukan aktivitas di air. *Penicillium* akan membentuk mikotoksin, seperti siklochlorotine dan islanditoxin, viomellein dan xanthomegnin, fumitremorgin B dan verruculogen. Jenis *Penicillium* yang dapat menghasilka okratoksin A (OTA) yang bersifat karsiogenik dan mutagenik pada manusia dan hewan apabila dikonsumsi yaitu *Penicillium verrucosum*, *P. nordicum*, *P. brevicompactum*, *P. crustosum*, *P. olsonii*, dan *P. oxalicum*, sedangkan spesies *P. citrinum* ditemukan dapat mengkonminasi biji kopi setelah dijemur (Septianti, 2019).

Ciri-ciri *Penicillium* yaitu hifanya berseptata, konidia, sterigma, miselium bercabang dan konidiospora septa terdapat diatas permukaan (Erida, 2010). Spora

terdapat dibagian atas. Spora berbetuk seperti sapu dan sterigmata (phialid). Konidia membentuk seperti rantai dan muncul satu persatu pada sterigmata. Konidia pada *Penicillium* berwarna hijau sampai kebiruan atau kecoklatan. *Penicillium* dapat merusak pangan seperti sayuran, buah dan biji, serta serelia (Apriliana, 2017).



Gambar 2.8. (a) Koloni *Penicillium* sp. (Petit *et al.*, 2009), (b) Makroskopis *Penicillium* sp. (Samson dan John, 1989)

Sistematika dari *Penicillium* menurut Alexopoulos *et al.* (1996), yaitu:

Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Class : Eurotiomycetes
 Order : Eurotiales
 Family : Trichocomaceae
 Genus : *Penicillium*
 Species : *Penicillium* sp.

2.5. Uji Aktivitas BAL (Bakteri Asam Laktat) Terhadap Antikapang

2.5.1. Metode Difusi Sumur (modifikasi *Agar Well Diffusion Method*).

Pengujian kapang dengan bakteri asam laktat (BAL) menggunakan metode Difusi Sumur (modifikasi *Agar Well Diffusion Method*). Kapang yang sudah

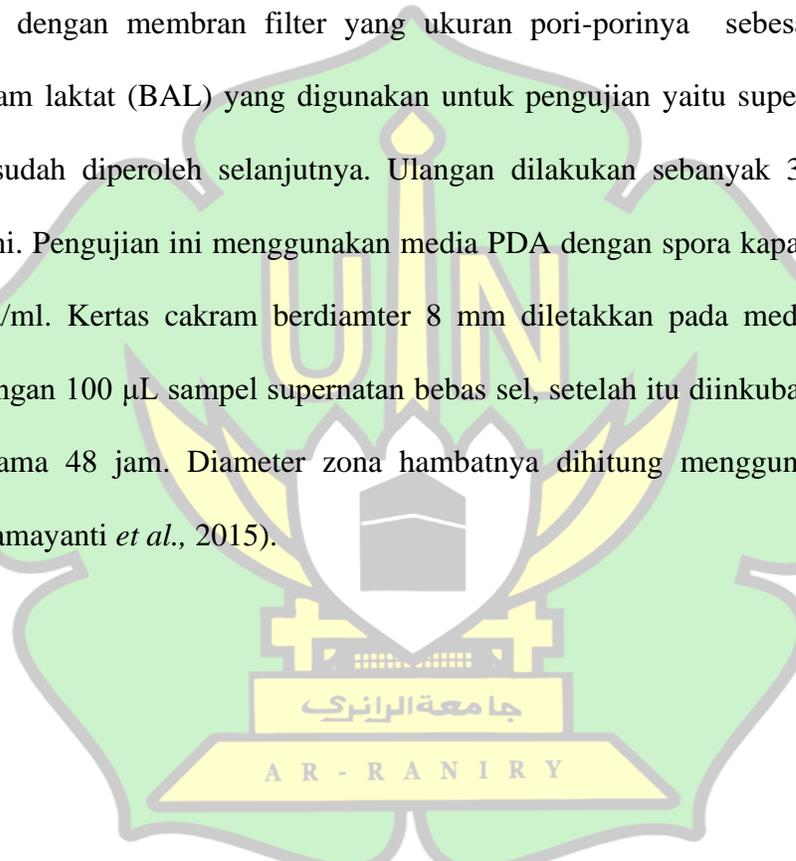
didapatkan biakan murni ditumbuhkan pada media MEA. Setelah itu, digunakan alat cork borer yang steril untuk membuat sumuran dengan diameter sekitar 4 -5 mm, dibuat satu sumuran sebagai kontrol dan dua kali ulangan. Bakteri asam laktat (BAL) dituang kedalam masing-masing sumur dengan menggunakan pipet masukkan 40 - 50 μ L suspensi kultur BAL, setelah itu dibiarkan selama \pm 3- 4 jam hingga meresap dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam, tanpa dibalik. Sumur sebagai kontrol diisi dengan 40 - 50 μ L media MRS Broth. Pengukuran aktivitas antikapang diamati dan diukur diameter daerah bening di sekitar sumur menggunakan jangka sorong. Efek penghambatan BAL terhadap kapang dapat dilihat luas daerah bening disekitar sumuran (Fitriyana *et al.*, 2015).

2.5.2. Metode pengujian overlay (*overlay assay*)

Uji Kemampuan isolat BAL (bakteri asam laktat) terhadap penghambatan kapang menggunakan metode pengujian overlay (*overlay assay*) yang telah dimodifikasi yaitu BAL digores 1 ose sepanjang 2 cm dan lebarnya 0,5 cm pada media MRSA, setelah itu diinkubasi di suhu 37 °C selama 24-48 jam. Larutan fisiologis (NaCl 0,85%) disediakan, lalu dimasukkan kapang sebanyak 10 ose dan dihomogenkan. Suspensi kapang diambil 3% dari larutan fisiologis (NaCl 0,85%) dan dicampur kedalam 10 ml malt extract soft agar (2 % malt extract; 0,7% agar), kemudian dituang malt extract soft agar yang sudah berisi suspensi 3% ke media MRSA yang berisi isolat BAL, setelah itu diinkubasi suhu yang sesuai dengan suhu pertumbuhan kapang selama 48 jam. Luas zona bening diukur, agar dapat dilihat kemampuan BAL menghambat pertumbuhan kapang (Septianti, 2019).

2.5.3. Metode Cakram Disk (Disc Difussion)

Pengujian antagoni BAL terhadap kapang dapat digunakan secara kuantitatif dengan metode difusi yaitu dengan melakukan preparasi supernatan bebas sel dari BAL setelah itu ditumbuhkan BAL pada media MRS Broth dan diinkubasi suhu 37 °C selama 24 jam. Kultur BAL disentrifugasi pada 9.500 g selama 15 menit dan distrelisasi dengan membran filter yang ukuran pori-porinya sebesar 0.45 µm. Bakteri asam laktat (BAL) yang digunakan untuk pengujian yaitu supernatan bebas sel yang sudah diperoleh selanjutnya. Ulangan dilakukan sebanyak 3 kali dalam pegujian ini. Pengujian ini menggunakan media PDA dengan spora kapang sebanyak 10^6 spora/ml. Kertas cakram berdiamter 8 mm diletakkan pada media PDA dan ditetesi dengan 100 µL sampel supernatan bebas sel, setelah itu diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam. Diameter zona hambatnya dihitung menggunakan jangka sorong (Damayanti *et al.*, 2015).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilakukan pada September 2020-Desember 2020. Sampel biji kopi robusta (*Coffea canephora*) berasal dari perkebunan kopi masyarakat Gampong Sabet, Kecamatan Jaya, Kabupaten Aceh Jaya. Isolasi BAL, isolasi *Aspergillus* dan *Penicillium*, pengujian biokimia serta pengujian antagonis BAL terhadap *Aspergillus* dan *Penicillium* dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Genetika gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

3.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 3.1. Rincian Pelaksanaan Penelitian

| Kegiatan | September | Oktober | | | | November | | | | Desember | | | |
|---|-----------|---------|---|---|---|----------|---|---|---|----------|---|---|---|
| | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Penyiapan alat dan bahan | | | | | | | | | | | | | |
| Pengambilan sampel biji kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) untuk isolasi kapang <i>Aspergillus</i> di Gampong sabet | | | | | | | | | | | | | |
| Isolasi kapang <i>Aspergillus</i> dari biji kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) | | | | | | | | | | | | | |
| Pemurnian dan identifikasi kapang <i>Aspergillus</i> dari biji kopi robusta | | | | | | | | | | | | | |

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah cawan petri, jarum inokulasi (ose), pipet tetes, mikropipet, oven, vortex gelas erlenmeyer, gelas ukur, timbangan analitik, spektrofotometer, autoklaf, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *hotplate*, inkubator, kertas saring/ kertas hisap, lampu bunsen, kaca objek, kaca penutup, pipet tetes, spatula, mikroskop, *Laminar Air Flow* (LAF) dan kamera digital.

Bahan-bahan yang digunakan adalah biji kopi robusta (*Coffea canephora*), aquades, kristal violet, iodin, safranin, NaOCl 1%, H₂O₂ 3%, CaCO₃ 1%, NaCl fisiologis 0,9%, nistatin 0,01% b/v, larutan McFarland, media De Man Rogosa Sharpe Agar (MRS Agar), media De Man Rogosa Sharpe Broth (MRS Broth), media Triple Sugar Iron Agar (TSIA), alkohol 70%, alkohol 96%, media Malt Extract Agar (MEA), media Potato Dextrose Agar (PDA) dan media Man Rogosa Sharpe Arginin Both (MRS Arginin Broth).

3.5. Metode Penelitian

Metode eksperimen kuantitatif digunakan pada penelitian. Metode eksperimen kuantitatif digunakan karena penelitian yang dilakukan yaitu mengisolasi BAL, kapang *Aspergillus* dan *Penicillium* dari biji kopi robusta (*Coffea canephora*), pengambilan sampelnya secara acak, dan mencari pengaruh BAL terhadap antikapang *Aspergillus* dan *Penicillium*, serta analisis data secara kuantitatif karna untuk menguji hipotesis yang telah diteliti terlebih dahulu.

3.6. Prosedur Kerja

3.6.1. Preparasi Sampel Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Biji buah kopi diambil dari beberapa pohon. Buah kopi yang digunakan sebagai sampel berasal dari buah masak terlihat perubahan warna kulit dari warna hijau menjadi merah untuk diisolasi BAL dan biji kopi yang sudah dikeringkan yang rusak atau busuk, bolong dan menyusut untuk isolasi *Aspergillus*, lalu dimasukkan ke wadah steril (Fitriyana, 2015).

3.6.2. Isolasi BAL (Bakteri Asam Laktat) pada Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Biji kopi berwarna merah atau matang ditimbang sebanyak 25 g. Biji kopi dimasukkan ke dalam sebuah erlenmayer yang berisi air 100 ml aquades steril dan dihomogenkan (Pereira *et al.*, 2015). Suspensi mikroorganisme 1 ml diambil dan diencerkan dalam tabung reaksi berisi 9 ml aquades steril sebagai pengenceran 10^{-1} dan dilakukan sampai pengenceran 10^{-5} . Hasil pengenceran dimasukkan 1 ml ke dalam cawan petri yang berisi MRSA+CaCO₃ 1% (Septianti, 2019). Pada media MRSA+CaCO₃ 1% ditambah nistatin 0,01% b/v sebagai antijamur (Wulansari *et al.*, 2019). Metode yang digunakan yaitu metode sebar dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24-48 jam (Ismail *et al.*, 2017). Setelah proses inkubasi selesai, dilanjutkan dengan mengisolasi koloni-koloni yang memiliki morfologi koloni, morfologi sel, dan bentuk koloni yang berbeda (Ibrahim *et al.*, 2015). Isolat yang berbeda diinokulasi kembali pada media agar MRSA+CaCO₃ 1% lain dengan menggunakan

metode cawan gores agar didapatkan biakan murni dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37 °C (Fitriyana *et al.*, 2015).

3.6.3. Karakterisasi BAL (Bakteri Asam Laktat)

Karakterisasi dilakukan dengan diambil biakan murni BAL dilihat morfologi secara makroskopis, dan morfologi selnya dengan perwarnaan Gram (Ismail *et al.*, 2017).

3.6.4. Uji Biokimia BAL (Bakteri Asam Laktat)

1. Uji katalase

Isolat bakteri umur 24 jam diletakkan pada kaca objek, setelah itu dimasukkan 2 tetes H₂O₂ 3% didamkan selama 1 menit. Apabila terdapat gelembung udara maka bakteri tersebut dapat menghasilkan enzim katalase (Fitriyana *et al.*, 2015).

2. Uji Triple Sugar Iron Agar (TSIA)

Isolat bakteri diambil 1 ose dan diinokulasikan dengan secara tegak lurus pada bagian but dan digores secara zig zag pada bagian slant ke media TSIA, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Media akan bereaksi yaitu bagian slant berubah warna dan begitu juga dengan bagian butt yang

terjadi perubahan warna atau terjadi perpisahan media dibagian tengah (Ismail *et al.*, 2017).

3. Uji produksi gas CO_2 pada MRS-Broth

Isolat bakteri yang berumur 24 jam diambil dan diinokulasikan pada media MRSB kedalam tabung reaksi yang terdapat tabung durham, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Apabila terdapat gelembung udara pada tabung durham dinyatakan heterofermentatif, sedangkan tidak dinyatakan homofermentatif (Ismail *et al.*, 2017).

3.6.5. Isolasi Kapang *Aspergillus* Dengan Metode Bloter Test

Biji kopi kering disterilkan menggunakan NaOCl 1% selama 1 menit, lalu dicuci dengan air steril sebanyak 3 kali dan dikeringkan. Isolasi kapang *Aspergillus* dan *Penicillium* dari biji kopi kering dengan menggunakan metode blotter test. Kertas saring steril diletakkan kedalam cawan petri. Kertas saring ditetesi aquades steril sampai kertas menjadi basah. Biji kopi diletakkan sebanyak 5-10 biji pada cawan petri yang terdapat kertas saring steril yang sudah dibasahi. Setelah itu diinkubasi pada suhu ruangan selama 7 hari. Penyinaran N-UV (lampu LAF) 12 jam terang dan 12 jam gelap. Kapang yang tumbuh dipindahkan ke media PDA dan diinkubasi pada suhu ruangan. Dilakukan karakterisasi dan diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis untuk mendapatkan biakan murni dari *Aspergillus* dan *Penicillium* (Wahyuni dan Nomi, 2019). Karakter makroskopis dan mikroskopi dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop stereo dan mikroskop *compound* dengan pembesaran 10x-40x (Pratiwi *et al.*, 2016).

Kapang diidentifikasi menggunakan buku identifikasi M.B.Ellis. *Penicillium* berwarna hijau yang tekstur koloninya beledru. Kapang *penicillium* hifanya bersekat, konidiofor seperti bentuk sapu yang ujung metulah bercabang, konida berbentuk lonjong pada phialid terdapat konidia (Samungunsong *et al.*, 2019). *Aspergillus* koloninya secara umum berwarna hitam dan berhalo putih ada beberapa jenis berwarna hijau yang bentuknya bulat, serta memiliki hifa bersepta dan ada sebagian tidak bersepta (Tambingsila dan Rudias, 2015). Konidia *Aspergillus* sangat kasar, vesikel berbentuk bundar, permukaan vesikel ditutup $\frac{3}{4}$ oleh phialid, dan *Aspergillus* memiliki konidiofor yang kasar (Harahap, 2015). Isolat *Penicillium* diperoleh dari Insitutu Teknologi Bandung, kemudian diremajakan menggunakan media PDA dan diinkubasi pada suhu ruangan 25-30 °C selama 5-7 hari.

3.6.6. Uji Antagonis BAL dengan *Aspergillus* dan *Penicillium*

Pengujian antagonis *Aspergillus* dan *Penicillium* dengan bakteri asam laktat (BAL) menggunakan metode Difusi Sumur (modifikasi *Agar Well Diffusion Method*). *Aspergillus* dan *Penicillium* dimasukkan pada media MEA dan didiamkan selama 3 jam. Setelah itu, digunakan alat cork borer yang steril untuk membuat sumuran dengan diameter sekitar 4 -5 mm, dibuat dengan satu kontrol MRSB (Fitriyana *et al.*, 2015). Bakteri asam laktat (BAL) diukur standar kekeruhannya setara dengan *Macfarland* 5×10^8 cfu/g (Kadarwenny, 2017). Bakteri asam laktat (BAL) dituang kedalam masing-masing sumur dengan memipet 40 - 50 μ L suspensi kultur BAL, setelah itu dibiarkan selama \pm 3- 4 jam hingga meresap dan diinkubasi pada suhu 37

°C selama 48 jam, tanpa dibalik. Zona bening diamati di sekeliling lubang yang menunjukkan penghambatan *Aspergillus* dan *Penicillium* (Fitriyana *et al.*, 2015).

Aktivitas antikapang diamati dengan melakukan pengukuran diameter daerah bening disekitar sumuran menggunakan jangka sorong. Luas daerah bening disekitaran sumuran ditentukan sebagai efek penghambat BAL. Penggunaan metode difusi sumuran digunakan pada uji aktivitas antikapang (Fitriyana *et al.*, 2015). Kelebihan menggunakan metode difusi sumuran yaitu akan lebih mudah terlihat dan lebih menampakkan hasil yang nyata dan penggunaan metode difusi sumuran diameter zona hambatnya lebih besar dari metode lain. Metode difusi sumuran melihat hasil ukurnya yaitu diameter zona hambat atau terang (Prayoga, 2013). Rumus untuk menghitung zona hambat dari metode difusi sumuran yaitu adalah sebagai berikut (Surjowardojo *et al.*, 2016):

$$\frac{d_1+d_2}{2} \times X$$

Keterangan:

d_1 = diameter vertikal zona bening

d_2 = diameter horizontal zona bening

X= lubang sumuran (5 mm).

Zona hambat yang diamati yaitu, apabila diameter >20 mm digolongkan sangat kuat, 11-20 mm digolongkan kuat, 6-10 mm digolongkan sedang, dan <5 mm digolongkan lemah (Surjowardojo *et al.*, 2016).



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Karakteristik Bakteri Asam Laktat Dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

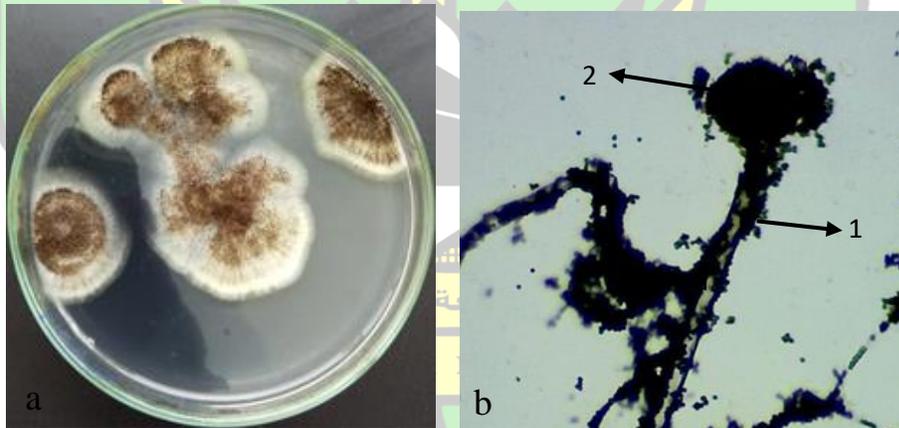
Hasil isolasi BAL dari biji kopi robusta menghasilkan 7 isolat yang diinokulasikan pada medium MRSA (De Man Rogosa Sharpe) agar yang ditambahkan CaCO_3 1%. Isolat BAL diberi kode BK1 sampai BK7. Semua isolat ditumbuhkan pada media MRSA yang ditambahkan CaCO_3 1% dan dilakukan karakteristik secara morfologi, dengan pengamatan berdasarkan bentuk sel, tepian, elevasi, perwarnaan Gram dan uji biokimia. Karakteristik berdasarkan bentuk sel, tepian, elevasi dan perwarnaan Gram diisolasi dari biji kopi robusta dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik isolat bakteri asam laktat dari biji kopi robusta (*Coffea canephora*)

| Karakter Morfologi Koloni Bakteri Asam Laktat | | | | | | | |
|---|-------------|--------------------|------------------|----------------|------------|----------------|------------|
| NO | Kode Isolat | Bentuk Makroskopis | | | | Pewarnaan Gram | |
| | | Tepian | Bentuk | Elevasi | Warna | Gram | Bentuk Sel |
| 1. | BK1 | Licin | Bulat Sedang | Cembung | Krim | + | Batang |
| 2. | BK2 | Bergelombang | Keriput | Cembung | Krim | + | Batang |
| 3. | BK3 | Bergelombang | Tak Beraturan | Datar | Putih Susu | + | Batang |
| 4. | BK4 | Licin | Bulat Besar | Seperti Tombol | Putih Susu | + | Batang |
| 5. | BK5 | Bercabang | Rizoid | Berbukit-bukit | Krim | + | Batang |
| 6. | BK6 | Licin | Bulat Besar | Cembung | Krim | + | Batang |
| 7. | BK7 | Seperti Benang | Berbenang-benang | Datar | Putih susu | + | Batang |

4.1.2. Isolasi *Aspergillus niger* dan *Penicillium* dengan Metode Bloter Test

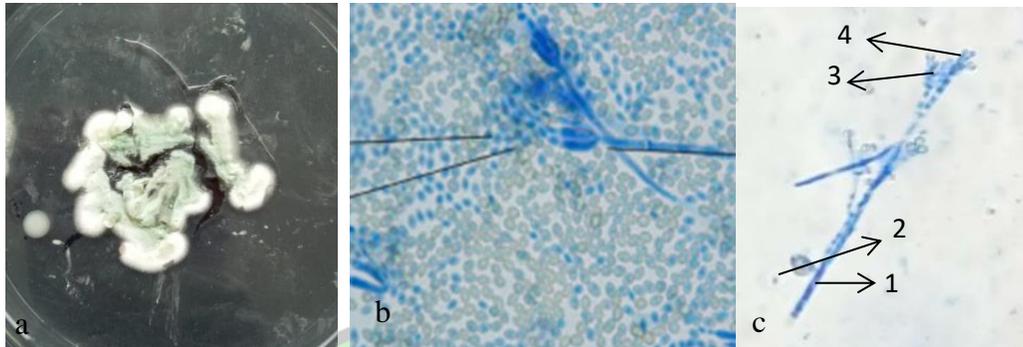
Kapang yang digunakan pada penelitian ini adalah *Aspergillus niger* dan *Penicillium*. *Aspergillus niger* hasil diisolasi dari biji kopi robusta dengan menggunakan metode bloter test yang dimurnikan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu 30 °C. Kapang yang ditemukan yaitu *Aspergillus niger*, sedangkan *Penicillium* didapatkan dari Laboratorium Mikrobiologi Insitut Teknologi Bandung. Hasil pengamatan morfologi *Aspergillus niger* secara makroskopik yaitu berwarna hitam yang berhalo putih dengan bentuk koloninya bulat. Bagian mikroskopik dari *Aspergillus niger* yaitu vesikel berbentuk bundar. Morfologi makroskopis dan mikroskopis dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. (a) Koloni *Aspergillus niger*. (b) mikroskopis *Aspergillus niger*, (1) konidiofor, (2) vesikel.

Morfologi dari *Penicillium* yaitu koloninya berwarna hijau koloni bertekstur beludru. Secara mikroskopis konidiofor *Penicillium* berbentuk tegak lurus dan terdapat percabangan primer disebut metula, percabangan sekunder yaitu disebut phialid dan

konidia berbentuk lonjong dan bulat. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *Penicillium* pada gambar 4.2.



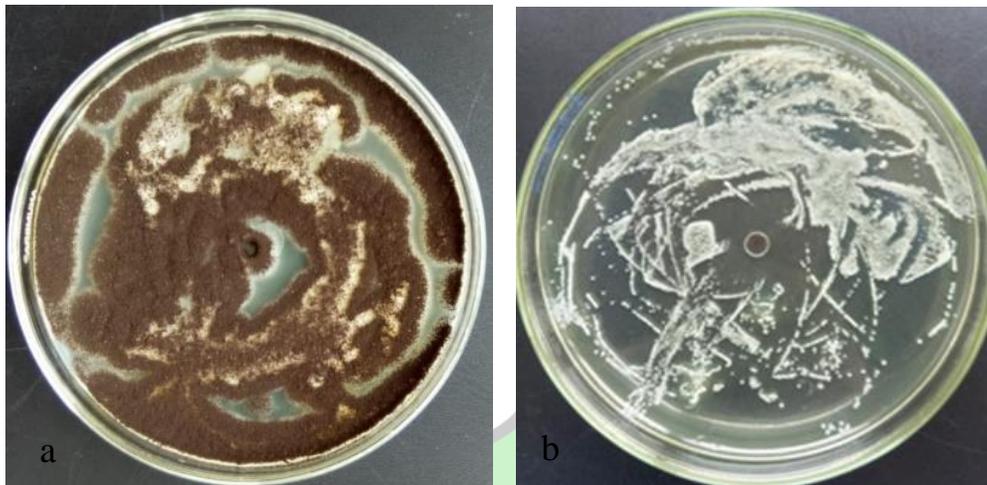
Gambar 4.2. (a) Koloni *Penicillium* (b) Mikroskopis *Penicillium* (Kusdarwati *et al.*, 2014) (c) Mikroskopis *Penicillium*, (1) konidiofor, (2) konidia, (3) phialid (d) metula.

4.1.3. Pengujian Aktivitas Bakteri Asam Laktat Terhadap *Aspergillus niger* dan *Penicillium*

Pengujian aktivitas BAL dari biji kopi robusta terhadap *Aspergillus niger* dan *Penicillium* metode yang digunakan yaitu metode difusi sumur (modifikasi Agar Well *Diffusion Method*) pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Aktivitas zona hambat bakteri asam laktat dari biji kopi robusta (*Coffea canephora*) dengan *Aspergillus niger* dan *Penicillium*

| No | Kode Isolat | Rata-rata Diameter <i>Aspergillus niger</i> | Kriteria A N Penghambatan | Rata-rata Diameter <i>Penicillium</i> | Kriteria Penghambatan |
|----|-------------|---|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| 1 | BK1 | 0,00 | - | 0,00 | - |
| 2 | BK2 | 0,00 | - | 20,5 mm | Kuat |
| 3 | BK3 | 0,00 | - | 15,15 mm | Kuat |
| 4 | BK4 | 0,00 | - | 13,5 mm | Kuat |
| 5 | BK5 | 0,00 | - | 4,65 mm | Lemah |
| 6 | BK6 | 0,00 | - | 2,8 mm | Lemah |
| 7 | BK7 | 0,00 | - | 5,1 mm | Sedang |



Gambar 4.3. (a) Aktivitas zona hambat BAL terhadap *Aspergillus niger*. (b) Aktivitas zona hambat BAL terhadap *Penicillium*

4.1.4 Uji Biokimia Terhadap Bakteri Asam Laktat dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

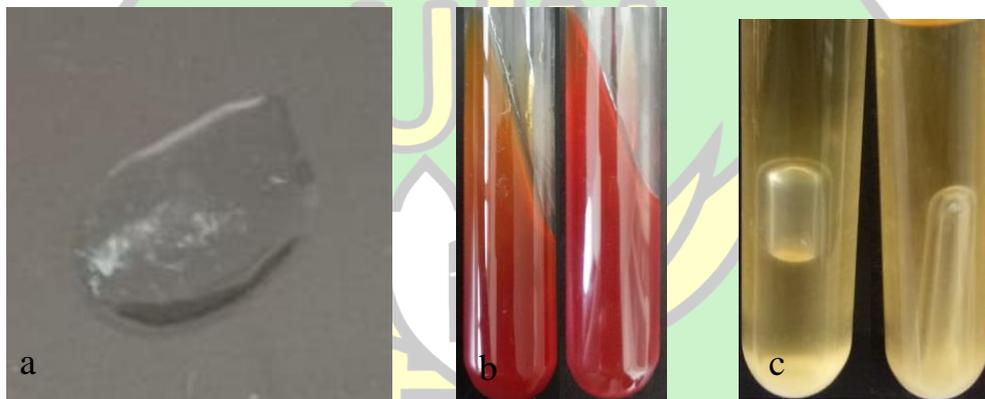
Sebanyak 6 isolat BAL yang diuji biokimia setelah diuji aktivitas penghambatan terhadap *Aspergillus* dan *Penicillium*. Isolat BK2, BK3, BK4, BK5, BK6, BK7 yang memiliki zona hambat yang beragam dilakukan uji biokimia seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Identifikasi bakteri asam laktat dari biji kopi robusta (*Coffea canephora*)

| No | Kode Isolat | Uji Katalase | Uji TSIA | | | H ₂ S | Uji Produksi Gas Co ₂ |
|----|-------------|--------------|----------|---------|---------|------------------|----------------------------------|
| | | | Glukosa | Sukrosa | Laktosa | | |
| 1 | BK1 | - | - | + | + | - | Ho |
| 2 | BK2 | - | - | - | - | - | Ht |
| 3 | BK3 | - | - | - | - | - | Ho |
| 4 | BK4 | - | - | - | - | - | Ho |
| 5 | BK5 | - | - | - | - | - | Ho |
| 6 | BK6 | - | - | - | - | - | Ht |
| 7 | BK7 | - | - | - | - | - | Ht |

Keterangan: Ho: Homofermentatif, Ht: Heterofermentatif

Hasil uji dari tabel diatas yaitu menunjukkan bahwa 7 isolat BAL dari biji kopi robusta hasil uji katalase negatif yaitu tidak terdapat gelembung pada gambar 4.4. Uji TSIA hanya BK1 yang mampu bereaksi yaitu bagian slant berwarna kuning, sedangkan bagian butt nya berwarna oren pada gambar 4.4. Hasil uji dari tabel diatas bahwa isolat yang menghasilkan gelembung udara di tabung durham yaitu BK2, BK6, BK7, sedangkan isolat yang tidak menghasilkan gelembung udara di tabung durham yaitu BK1, BK3, BK4, BK5 dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. (a) Uji biokimia katalase terhadap BAL. (b) Uji biokimia TSIA terhadap BAL. (c) Uji biokimia produksi gas CO₂ menggunakan MRS-Broth terhadap bakteri asam laktat

A R - R A N I R Y

4.2. Pembahasan

Isolasi bakteri yaitu teknik yang menghasilkan koloni tunggal pada bakteri. Isolasi bakteri asam laktat didapatkan dengan ditumbuhkan pada media MRS (de Men Sharpe (Agar) yang merupakan media selektif terhadap BAL (Ibrahim *et al.*, 2015). Beberapa penelitian bahwa BAL dapat menghambat kapang karena terdapatnya asam laktat, asam asetat, asam kaproat, asam format, asam fenillaktat,

dan asam 4-hidroksifenillaktat, dipeptida siklik seperti siklo (Gly-L-Leu), siklo (L-Phe-LPro), dan siklo (L-Phe-trans-4- OH-L-Pro), asam benzoat, methilhidantoin, mevanolakton, asam lemak berantai pendek, senyawa protein dengan berat molekul rendah, bakteriosin, hidrogen peroksida (Fitriyana *et al.*, 2015).

Bakteri yang berasal dari biji kopi robusta diisolasi ke dalam media MRSA yang ditambah CaCO_3 1% serta nistatin. Media MRSA yaitu media yang selektif untuk isolasi bakteri asam laktat (Sine dan Gergonius, 2017). Media MRSA yang ditambahkan CaCO_3 1% agar terbentuknya reaski asam organik (Fitriyana *et al.*, 2015). Saat isolasi BAL juga ditambahkan nistatin sebagai antifungi. Tujuan lainnya yaitu agar mengoptimalkan bakteri yang tumbuh pada media (Sagita *et al.*, 2017). Pengenceran dilakukan menggunakan larutan aquadest steril. Isolasi BAL diambil pengencer 10^{-3} dan 10^{-5} secara duplo. Hasil penelitian yang diperoleh terdapat 7 isolat dan dilakukan proses karakterisasi koloni secara makroskopis dan mikroskopis pada tabel 4.1. proses identifikasi dilakukan dengan melihat bentuk sel dan perwarnaan Gram (Yusmarni *et al.*, 2017).

Hasil isolasi BAL biji kopi didapatkan 20 isolat menunjukkan 17 isolat Gram positif berbentuk basil atau batang, sedangkan 3 isolat lainnya dari Gram negatif berbentuk coccus atau bulat (Septianti, 2019). Isolasi BAL dari biji kakao ditemukan 10 isolat, semua isolat BAL ini memiliki Gram positif, tetapi bentuk selnya 4 coccus atau bulat 6 isolat berbentuk basil atau batang (Putri *et al.*, 2014). Hasil isolasi BAL dari kacang kedelai didapatkan 7 isolat yang perwarnaan Gram positif dan bentuk selnya basil atau batang (Amaliah *et al.*, 2018). Isolasi BAL dari biji kakao mendapatkan 3 isolat yang perwarnaan Gram positif dan bentuknya basil atau batang

(Ismail *et al.*, 2017). Maka dari itu hampir semua jenis BAL tergolong kedalam bakteri Gram positif dan berbentuk basil atau batang. Bakteri asam laktat tergolong bakteri Gram positif serta bentuk sebagian batang dan sebagian yang lain berbentuk bulat (Putri *et al.*, 2018).

Hasil pengamatan karakteristik morfologi secara makroskopik dan mikroskopik dari kapang yang telah dimurnikan pada media PDA kapang berwarna hitam berhalo putih dengan bentuk koloni bulat dan vesikelnya bulat yaitu *Aspergillus niger*. Miselium *Aspergillus niger* berwarna hitam dikelilingi oleh warna putih dengan vesikel dan konidia berbentuk bulat (Praja dan Aditya, 2017). Hasil dari isolasi *Penicillium* secara makroskopik berwarna hijau yang memiliki tekstur beledru dan morfologi mikroskopis *Penicillium* yaitu konidiofor yang tegak, hifa berseptata dan memiliki tangkai yang disebut phialid, spora yang dihasilkan oleh phialid yaitu konidia. Bentuk dari konidia ada yang berbentuk bulat dan lonjong (Kusdarwati *et al.*, 2014). Konidiofor memiliki cabang primer yang disebut metula dan memiliki cabang sekunder yang disebut phialid (Wahyuni, 2017).

Bakteri asam laktat (BAL) menghasilkan senyawa organik, senyawa metabolit, serta produksi senyawa antagonis yang dapat menghambat sebagai antikapang. Salah satu senyawa yang berkerja sebagai antikapang yaitu asam organik, diacetyl, hidrogen peroksida, dan senyawa-senyawa lain (Koriasih *et al.*, 2019). Penghambatan sebagai antikapang menunjukkan aktivitas yang berbeda-beda karena perbedaan metabolit yang dihasilkan juga berbeda (Fitriyana *et al.*, 2015). Uji kemampuan BAL terhadap pertumbuhan *Aspergillus niger* dan *Penicillium* dilakukan dengan metode difusi sumur (modifikasi *Agar Well Diffusion Method*). Berdasarkan

tabel 4.2. isolat BAL yang diuji terhadap *Aspergillus niger* tidak mampu menghambat jenis kapang tersebut. Menurut Fitriyana *et al.* (2015) bahwa isolat BAL yang tidak melewati tahap fermentasi 2-3 hari tidak mampu menghambat *Aspergillus niger*, karena akan menyebabkan komponen bioaktif dari BAL tidak terbentuk maksimal (Rinto *et al.*, 2012). Isolat BAL yang berasal dari fermentasi dapat menghasilkan asam laktat dan asam-asam organik (Mirdalisa *et al.*, 2016).

Zona hambat dari suatu BAL dipengaruhi oleh suhu, penurunan pH, lama penyimpanan, jumlah bakteri, dan adanya oksigen. Faktor yang mempengaruhi kerja antimikroba yaitu konsentrasi dari senyawa-senyawa bakteri, senyawa antimikroba tidak mampu berdifusi dengan baik karena senyawa-senyawa aktif tidak terlarut dengan sempurna ke dalam medium yang mengandung bakteri penghambat, faktor lingkungan turut mempengaruhi seperti geografis, iklim, intensitas cahaya, suhu, kesuburan tanah, kelembapan, curah hujan, dan penyakit atau hama yang menyerang tumbuhan tersebut (Suliani *et al.*, 2016; Nomer *et al.*, 2019).

Hasil uji BAL terhadap antikapang *Penicillium* bervariasi mulai dari kategori lemah, sedang, dan kuat (tabel 4.2). Sifat antikapang BAL sesuai dengan jenis BAL dan setiap isolat BAL berbeda-beda dalam menghasilkan asam organik, asam asetat, dan asam 4-hidroksifenillaktat, dipeptida siklik seperti siklo (Gly-L-Leu), siklo (L-Phe-LPro), dan siklo (L-Phe-trans-4- OH-L-Pro), asam benzoat, methilhidantoin, mevanolakton, asam lemak berantai pendek, senyawa protein dengan berat molekul rendah, bakteriosin, hidrogen peroksida sebagai penghambat kapang (Damayanti *et al.*, 2015). Pada penelitian lain menunjukkan isolat BAL dari biji kakao sebagai antikapang *Penicillium* memiliki zona hambat yang kuat yaitu 30,65 mm (Fauziah,

2012). Bakteri asam laktat dapat menghambat *Penicillium* karena pH yang dimiliki oleh BAL yaitu asam (Yuni dan Gergonius, 2017). Pertumbuhan *Aspergillus* lebih signifikan dibandingkan dengan *Penicillium*. Menurut Putra dan Susiana (2018) bahwa pertumbuhan yang optimal pada *Penicillium* sp. pada hari ke-7. Pertumbuhan *Aspergillus* sp. pada hari ke-6 merupakan pertumbuhan yang optimum (Ristiari, 2018). Pada saat 24 jam pertumbuhan *Aspergillus niger* mengalami fase pertumbuhan yang eksponensial yaitu mengalami peningkatan pertumbuhan spora hanya dalam 24 jam (Basarang *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil uji katalase, uji TSIA menunjukkan reaksi yang berbeda pada masing-masing isolat (tabel 4.3). Pengujian katalase berfungsi untuk melihat pada isolat adanya enzim katalase. Enzim katalase yaitu enzim yang mengubah H_2O_2 menjadi oksigen (O_2) dan air (H_2O) (Reimena, *et al.* 2017). Hasil uji katalase 7 isolat negatif (-). Pada penelitian lain juga diperoleh hasil negative pada pengujian katalase isolat BAL berasal dari biji kakao. (Ismail *et al.*, 2017). Bakteri asam laktat tidak menghasilkan enzim katalase sehingga tidak dapat bereaksi karena dengan H_2O_2 (Delvia *et al.*, 2015). Karakteristik dari semua jenis BAL yaitu tidak mampu bereaksi dengan H_2O_2 karena tidak memiliki enzim katalase (Amaliah *et al.*, 2018).

Hasil uji TSIA hanya isolat BK1 terdapat perubahan warna media pada bagian slant berwarna kuning dan butt berwarna merah, sedangkan BK2, BK3, BK4, BK5, BK6, BK7 tidak menunjukkan perubahan warna pada media. Pengujian TSIA positif memfermentasi laktosa dan sukrosa ditunjukkan warna uji pada bagian slant berwarna kuning sedangkan bagian butt berwarna merah (Aisyah *et al.*, 2014). Spesies *Pediococcus* sp, *Lactobacillus* sp, dan *Streptococcus* sp tidak mengalami

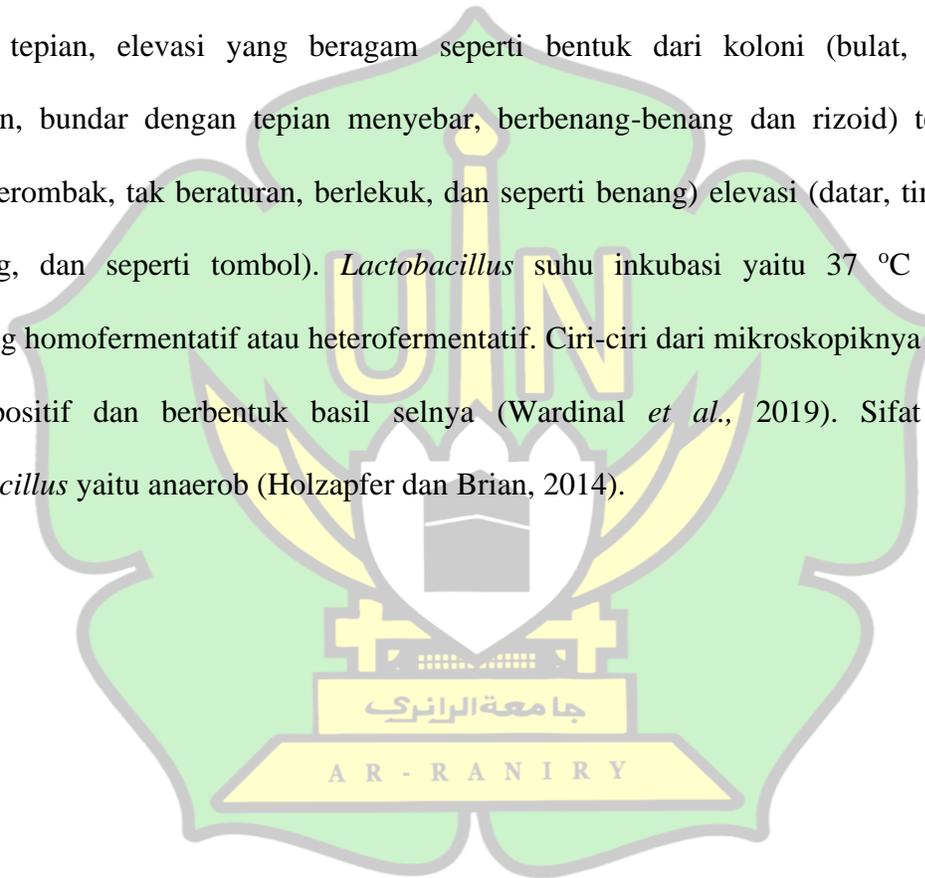
reaksi pada media TSIA (Suciati *et al.*, 2016). Pengujian TSIA untuk melihat bakteri yang mampu memfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa (Sari *et al.*, 2019).

Berdasarkan pengujian gas CO₂ menggunakan media MRSB yang dilakukan menghasilkan BK1, BK3, BK4, dan BK5 tidak terdapat gelembung gas. Sehingga isolat BK1, BK3, BK4, dan BK5 bersifat homofermentatif, sedangkan isolat BK2, BK6, dan BK7 menghasilkan gelembung gas sehingga bersifat heterofermentatif. Bakteri homofermentatif tidak mampu menghasilkan gas CO₂ karena tidak memiliki enzim piruvat oksidase yang mampu mengubah piruvat menjadi CO₂ dan asetil fosfat sehingga terjadi perubahan H₂O₂ (Suardana *et al.*, 2018). Isolat yang bersifat heterofermentatif mampu memecahkan gula menjadi CO₂. Bakteri asam laktat yang bersifat heterofermentatif hasil akhirnya yaitu alkohol dan CO₂ (Laily *et al.*, 2013). Homofermentatif pada BAL terdapat pada genus *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, dan *Pediococcus*, sedangkan heterofermentatif pada BAL terdapat pada genus *Arococcus*, *Lactobacillus*, dan *Streptococcus* (Laily *et al.*, 2013).

Menurut buku identifikasi Lactid Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy bahwa isolat yang ditemukan untuk yaitu berasal dari genus *Lactobacillus* dan *Leuconostoc*. *Leuconostoc* yaitu isolat BK1, sedangkan genus *Lactobacillus* BK1, BK2, BK3, BK4, BK5, BK6, BK7. Ciri-ciri *Leuconostoc* yaitu tergolong Gram positif dan katalase negatif (Sari *et al.*, 2012). Morfologi koloni dari *Leuconostoc* yaitu bentuknya bulat, permukaannya cembung atau datar, dan tepiannya bergelombang (Kurnia *et al.*, 2020). Koloni dari *Leuconostoc* ada yang berwarna putih, bening, dan krem, bentuk koloninya bulat dan tidak beraturan, dan licin, elevasi cembung dan datar (Putri *et al.*, 2014). *Leuconostoc* berbentuk basil atau

coccus. Spesies *Leuconostoc* adalah suhu optimal untuk pertumbuhan adalah antara 20 °C dan 30 °C. Hampir tidak ada pertumbuhan yang terjadi di atas 40 °C. *Leuconostoc* hidup pada pH medium awal antara 6 dan 7 (Holzapfer dan Brian, 2014).

Ciri-ciri morfologi dari *Lactobacillus* yaitu warna koloni putih susu atau krem yang tepi koloninya bulat atau seperti wol (Alang, 2018). *Lactobacillus* memiliki bentuk, tepian, elevasi yang beragam seperti bentuk dari koloni (bulat, tidak beraturan, bundar dengan tepian menyebar, berbenang-benang dan rizoid) tepian (licin, berombak, tak beraturan, berlekuk, dan seperti benang) elevasi (datar, timbul, cembung, dan seperti tombol). *Lactobacillus* suhu inkubasi yaitu 37 °C yang tergolong homofermentatif atau heterofermentatif. Ciri-ciri dari mikroskopiknya yaitu Gram positif dan berbentuk basil selnya (Wardinal *et al.*, 2019). Sifat dari *Lactobacillus* yaitu anaerob (Holzapfer dan Brian, 2014).



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sebanyak 7 isolat BAL yang didapatkan dari isolasi biji kopi robusta (*Coffea canephora*).
2. Aktivitas zona hambat yang terbentuk dari BAL yang diuji terhadap *Aspergillus niger* yaitu tidak terbentuk, sedangkan terhadap *Penicillium* memiliki hambatan yang paling tinggi yaitu isolat BK2 (20,5 mm), sedangkan yang paling rendah isolat BK6 (2,8 mm), tetapi isolat BK1 tidak mampu menghambat *Penicillium*. Bakteri asam laktat tidak mampu melawan *Aspergillus niger* karena komponen bioaktif yang terbentuk tidak efektif dalam membentuk zona hambat.
3. Semua Isolat BAL menunjukkan reaksi negatif pada pengujian katalase sehingga tidak menghasilkan H₂S. Pengujian TSIA hanya terdapat 1 isolat yang dapat memfermentasi laktosa dan sukrosa yaitu BK1, sedangkan BK2, BK3, BK4, BK5, BK6, BK7 tidak dapat memfermentasi laktosa, sukrosa, dan glukosa. Isolat BK2, BK6, BK7 pengujian gas CO₂ menggunakan media MRSB tergolong heterofermentatif, sedangkan BK1, BK3, BK4, BK5 tergolong homofermentatif.

5.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan pengujian lebih detail tahapan identifikasi genetopik tingkat genus sampai spesies agar lebih mengetahui keragaman spesies BAL yang mampu menghambat.
2. Perlu dilakukan ekstraksi sel isolat BAL untuk mengetahui potensi senyawa antikapang.
3. Perlu dilakukan optimasi pertumbuhan BAL untuk mendapatkan pertumbuhan bakteri secara optimum.



DAFTAR PUSTAKA

- Afgani, R dan Sarkawi, B, H. 2018. Manisnya Kopi di Era Liberal: Perkebunan Kopi *Afdeling* Malang , 1870-1930. *Indonesian Historical Studies*. 2 (1): 24-35.
- Aisyah, A, Endang, K, Agung, S. 2014. Isolasi, Karakterisasi Bakteri Asam Laktat, dan Analisis Proksimat Dari Pangan Fermentasi “Tempoyak”. *Jurnal Biologi*. 3 (2): 31 – 39.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims and M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*. Third Edition. Jhon Wiley and Sons, New York.
- Alang, H. 2018. Isolasi Bakteri Asam Laktat Dari Susu Kambing Etawah Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Pena*.1 (1): 1- 5.
- Amaliah, Z, Z, N, Saiful, B, dan Puteri, A. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Dari Limbah Cair Rendaman Kacang Kedelai. *JFFI*. 5 (1): 253-257.
- Andeska, D, P. “Pemanfaatan Fungi Xylanolitik *Aspergillus tubingensis* R. Mosseray Dalam Pembuatan Inokulum Kompos Dengan Media Beras (*Oryza sativa* L.) Pada Kondisi Asam Untuk Meningkatkan Kualitas Kompos Serasah”. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 2017.
- Anggari, R. “Identifikasi Morfologi Kopi Lanang dan Kopi Biasa Robusta Lampung”. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 2018.
- Anton, R. 2019. *Bakteri Asam Laktat dan Mandai Cempedak*. Mulawarman Univesity Press, Kalimantan Timur.
- Aprawtiwi, N. “Studi Penggunaan UV-VIS Spectroscopy Untuk Identifikasi Campuran Kopi Luwak Dengan Kopi Liberika”. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 2016.
- Apriliana, A. Identifikasi Jenis Kapang Pada Biji Kopi Olahan Perkebunan Rakyat di Indonesia. Universitas Jember, Jember. 2017.
- Apriliyanto, A.D, Purwadi dan Dimas, D, P. 2018. Daya Saing Komoditas Kopi (*Coffea* sp.) Di Indonesia. *Jurnal Masepi*. 3 (2): 2- 3.
- Arwangga, A, F, Ida, A, R, A, A dan Wayan, S. 2016. Analisis Kandungan Kafein Pada Kopi di Desa Sesaot Nermada Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Kimia*. 10 (1): 110-114.
- Asti, S, I, P. ”Pengaruh ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Aktivitas Fagositosis Sel Monosit (Penelitian Eksperimental Laboratoris *Invitro*)”. Universitas Jember, Jember. 2015.

- Astri, Y. "Isolasi dan Karakteristik Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Nira Nipah (*Nypa fruticans*) Terfermentasi". Universitas Medan Area, Medan. 2019.
- Ayuti, S,R, Nurliana, Yurliasni, Sugito dan Darmawi. 2016. Dinamika Pertumbuhan *Lactobacillus casei* dan Karakteristik Susu Fermentasi Berdasarkan Suhu dan Lama Penyimpanan. *Agripet*.16 (1): 23- 30.
- Basarang, M, Nurlia, N dan Rahmawati. Perbandingan Pertumbuhan Jamur Pada Media Bekatul Dextrose Agar (BDA) Potato Dextrose Agar (PDA). Prosiding Seminar Hasil Penelitian. 2018.
- Chismirina, S, Ridha, A dan Rosdiana, G. 2014. Pengaruh Kopi Pengaruh Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Dan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Viskositas Saliva Secara In Vitro. *Ckradonya Dent J*. 6 (2): 678-744.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York.
- Damayanti, E, Ade, E, S, Ahmad, S, Muhammad, F, K dan Hardi, J. 2015. Seleksi Bakteri Asam Laktat Dengan Aktivitas Anti Jamur Yang Diisolasi Dari Silase dan Saluran Cerna Ternak. *AGRITECH*. 35 (2): 164-169.
- Defitri, Y. 2016. Pengamatan Beberapa Penyakit yang Menyerang Tanaman Kopi (*Coffea sp.*) di Desa Mekar Jaya Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian*. 1 (2): 78-84.
- Delvia, F, Aditya, F, dan Arsyik Ibrahim. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.). Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian Ke- 1. 2015.
- Erida, Y. "Karakterisasi Enzim Ekstraseluler dan Produk Biosolubilisasi Batubara Hasil Iradiasi Gamma Oleh Kapang *Penicillium* sp. dan *Trichoderma* sp". Universitas Islam Negeri Syari Hidayatullah, Jakarta. 2010.
- Fitriyana, N, I, Sony, S dan Joni Kusnadi. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Indigenous Dari Fermentasi Alami Biji Kakao Sebagai Kandidat Agen Antikapang. *AGROINTEK*. 9 (1): 33- 41.
- Fauziah, A. Kemampuan Antifungi *Lactobacillus plantarum* Terhadap Kapang Yang Tumbuh Pada Silase. Universitas Indonesia, Depok. 2012.
- Gautam, A, K dan Bhadauria, R. 2012. Characterization of *Aspergillus* species associated with commercially stored triphala powder. *African Journal of Biotechnology*. 11 (104): 16814-16823. DOI: 10.5897/AJB11.2311.
- Gumulya, D dan Ivana, S, H. 2017. Kajian Budidaya Minum Kopi. *Dimensi*. 13 (2): 153-172.
- Handayani, P, N. "Isolasi, Seleksi, dan Uji Aktivitas Antimikroba Kapang Endofit Dari Daun Tanaman Jamblang (*Syzygium cumini* L.) Terhadap *Escherichia*

coli, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, dan *Aspergillus*

niger". Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jakarta. 2015.

- Hanif, A dan Rini, S. 2019. Inventarisasi Dan Identifikasi Cendawan Patogen Terbawa Benih Jagung (*Zea Mays* L.) Lokal Asal Sumatera Utara Dengan Metode Blotter Test. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6 (2): 311-318.
- Harahap, A, S. "Deteksi dan Identifikasi Patogen Terbawa Benih *Brassicaceae*". Insitut Pertanian Bogor, Bogor. 2015.
- Hasanah, U. 2017. Mengenal Aspergillosis, Infeksi Jamur Genus *Aspergillus*. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*. 15 (2): 76-86.
- Holzappel, W, H dan Brian, J, B, W. 2014. *Lactid Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy*. United Kingdom, Wiley Blackwell.
- Ibrahim, A, Aditya, A dan Fila, D. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntang*. 1 (2): 159-163.
- Ihsan Al-Atsari, A. 2011. *Shahih Tafsir Ibnu Katsir*. Pustaka Ibnu Katsir, Jakarta.
- Ismail, Y, S, Cut, Y dan Putriani. 2017. Isolasi, Karakteristik dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat Dari Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.). *BIOLUESER*. 1 (2): 45- 53.
- Jamilah, M, Edy, Y dan Mukhammad, K, M. 2016. Pengaruh Nilai Tukar Rupiah, Harga Kopi Internasional dan Produksi Kopi Domestk Terhadap Volume Ekspor Kopi Indonesia (Studi Volume Ekspor Kopi Periode 2009-2013). *Jurnal Administrasi Bisnis*. 36 (1): 58- 64.
- Kadarwenny, C, P. "Penetapan Kadar Alkaloid Total dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Bacillus cereus* Dari Ekstrak Etano Daun Kemaitan (*Lunasia amara* Blanco)". Universitas Jember, Jember. 2017.
- Kahpi, A. 2017. Budidaya dan Produksi Kopi di Sulawesi Bagian Selatan Pada Abad Ke-19. *Lensa Budaya*. 12 (1): 13-26.
- Koriasih, P, Siti, N, J, Budi, R. 2019. Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Tape Ketan dan Potensinya Sebagai Ageantikapang Terhadap Pertumbuhan *Aspergillus flavus*. *NICHE Journal of Tropical Biology*. 2 (2): 7-13.
- Kumalasari, K, E, D, Anang, M, L dan Ahmad, N, A. 2013. "Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Laktosa, pH, Keasaman, Kesukaan Drink Yogurt Dengan Penambahan Ekstrak Buah Kelengkeng". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2 (4): 165 - 164.

- Kurnia, M, Hermansyah, A, dan Dewi, H. 2020. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Dari Makanan Tradisional Suku Rejang Di Provinsi Bengkulu: "Lemea". *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 4 (1): 25-32.
- Kusdarwati, R, Sudarno, Amalia, H. 2014. Isolasi dan Identifikasi Fungi Pada Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) di Bursa Ikan Hias Gunung Sari Surabaya, Jawa Timur. *JIPK*. 8 (1): 1-15.
- Laily, I, N, Rohula, U, dan Esti, W. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Riboflavin dari Produk Fermentasi Sawi Asin. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2 (4): 178- 184.
- Martauli, E, D. 2018. Analisis Produksi Kopi Di Indonesia. *Journal Of Agribusiness Sciences*. 1 (2): 112-120.
- Mentari, D, Husaini, I dan Teuku, A. 2017. Perkembangan Usaha Bubuk Kopi Merek Ule Kareng Di Desa Lamgapang Kecamatan Krueng Barona Jaya Kabupaten Aceh Besar, 1960-2015. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah FKIP Universitas Syiah Kuala*. 2 (2): 13 - 22.
- Mirdalisa, C, A, Yusdar, Z dan Nurliana. 2016. Efek Suhu dan Masa Simpan Terhadap Aktivitas Antimikroba Susu Fermentasi Dengan *Lactobacillus casei*. *Agripet*. 16 (1). : 49-55.
- Mizana, D,K, Netty, S dan Ami, A. 2016. Identifikasi Jamur *Aspergillus* sp Pada Roti Tawar Yang Dijual di Kota Padang Berdasarkan Suhu dan Lama Penyimpanan. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 5 (2): 355-360.
- Nasiehad, A, Z, Utami, S, H, Endang, S dan Fatchur, R. 2016. Identifikasi Morfologi Kapang Endofit Cengkeh Afo Dari Ternate. *Proceeding Biology Education Conference*. 13 (1): 787-792.
- Nomer, N, M, G, R, Agus, S, D dan Komang, A, N. 2019. Kandungan Senyawa Flavonoid dan Antosianin Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Serta Aktivitas Antibakteri Terhadap *Vibrio cholerae*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 8 (2): 216-225.
- Nurfitriani, S dan Eko Hadayanto. 2017. Dekomposisi Kulit Kopi Oleh Bakteri Selulolitik Yang Diisolasi Dari Tumbuhan Kulit Kopi di Perkebunan Kalibendo, Jawa Timur. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4 (2): 503-514.
- Panggabean, I.D. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Agromedia Pustaka, Jakarta
- Pangestu, R, F, Anang, M, L, Ahmad, N, A dan Yoyok, B, P. 2017. Aktivitas Antioksidan, pH, Viskositas, Viabilitas Bakteri Asam Laktat (BAL), Pada Yogurt Powder Daun Kopi Dengan Jumlah Karagenan yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6 (2): 78-85.

- Pereira, G.V, de, M, Beux, M, Pagnoncelli M, G, B, Soccol, V.T, Rorigues, C dan Soccol, C.R. 2015. Isolation, Selection and Evaluation of Antagonistic Yeasts and Lactic Acid Bacteria Against Ochratoxigenic Fungus *Aspergillus Westerdiijkiae* on Coffee Beans. *Letters in Applied Microbiology* 62.
- Petit. P, Esther, M.F, L, Lucas, M.A, Ludwig, H.P, Jacqueline, A.T. 2009. Novel Antimicrobial Secondary Metabolites From a *Penicillium* sp. Isolated From Brazilian Cerrado Soil. *Electronic Journal of Biotechnology*. 12 (4): 1-10.
- Praja, R, N dan Aditya, N. 2017. Isolasi dan Identifikasi *Aspergillus* Spp. Pada Paru-Paru Ayam Kampung Yang Dijual di Pasar Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*. 1 (1): 6-11.
- Prasetya, Y, D, Ike, Y, W, Kharisma, A, P, Merinsa, C, H dan Dita, N, R. 2019. Deteksi Fenotipik *Escherichia coli* Penghasil *Extended Spectrum Beta Lactamases* (ESBLs) Pada Sampel Makanan di Krian Sidoarjo. *Life science*. 8 (1): 75-85.
- Pratiwi, N, W, Erwina, J dan Lutfi, K, P. 2016. Identifikasi Jamur Penyebab Penyakit Pascapanen Pada Beberapa Komoditas Bahan Pangan. *Jurnal Riau Biologia*. 1 (14): 86-94.
- Prayoga, E. “Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*”. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta. 2013.
- Putra, M, B, I dan Susiana P. 2018. Kemampuan Antagonisme *Pseudomonas* sp. dan *Penicillium* sp. Terhadap *Cercospora nicotianae* In Vitro. *Jurnal Biologi*. 7 (3): 1-7.
- Putri, B, C, P, Sony, S, Miftahul, C. 2014. Identifikasi Bakteri Asam Laktat Sebagai Antikapang Dari fermentasi Kakao di Gunung Kidul Yogyakarta. *Berkah Ilmiah Pertanian*. 1 (1): 1- 5.
- Putri, D, M, Anto, B, dan Endang, K. 2014. Isolasi, Karakterisasi Bakteri Asam Laktat, dan Analisis Proksimat Dari Pangan Fermentasi Rusip Ikan Teri (*Stolephorus* sp.). *Jurnal Biologi*. 3 (2): 11- 19.
- Putri, R, R. “Penetapan Kadar Polifenol dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Aneka Sajian Minuman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menggunakan Metode DPPH”. Universitas Jember, Jember. 2017.
- Putri, Y, W, Andani, P, dan Bobby, I, U. 2018. Identifikasi dan Karakteristik Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Vagina Wanita Usia Subur. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 7 (3): 20- 26.
- Rahardjo, P. 2017. *Berkebun Kopi*. Pnabar Swadaya, Jakarta Timur.

- Rahayu, R, D, Achmad, D, Joko, S dan Sri, P. 2011. Aktivitas Proteolitik dan Anti-Hipertensi Susu Kedelai Yang Difermentasi Oleh *Lactobacillus plantarum* AP1 dan *Spingobacterium* sp TB17. *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus*. 4C: 19-23.
- Rahmadi, A. 2018. *Bakteri Asam Laktat dan Mandai Cempedak*. Samarinda: Mulawarman University Press.
- Rahmiati dan Mugi, M. 2017. Eksplorasi Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik dan Potensinya Dalam Menghambat Bakteri Patogen. *Journal Islamic Science dan Technology*. 3 (2). 41-50.
- Rasyidah, M, M. “Keragaman Kapang Yang Mengontaminasi Kopi Bubuk dan Biji Kopi Sangrai Akibat Penyeduhan”. Insitut Pertanian Bogor, Bogor. 2018.
- Reimena, R, Erina, Darniati, Fakhurrazi, Darmawi, Hamdani, B. 2017. Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria Genus *Pediococcus* from Sumatran Orangutan (*Pongo abelii*) Faeces at Kandi Zoo and Kinantan Zoo West Sumatera. *Jurnal Medika Veterinaria*. 11 (1): 59-65.
- Ridwansyah. 2003. *Pengolahan Kopi*. Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Rinto, Ade, D, S dan Kusumawati, F. 2012. Aktivitas Penghambatan Isolat Bakteri Asam Laktat Ikan Nila dan Tongkol Terhadap Bakteri Merugikan Produk Perikanan. *JPHPI*. 15 (2): 94- 101.
- Ristiari, N, P, N, Ketut, S, M, J dan Ida, A, P, S. 2018. Isolasi dan Identifikasi Jamur Mikroskopis Pada Rizosfer Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 6 (1): 10-20.
- Safitri, N, Titi, C, N, Anja, M. 2016. Formula Media Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat *Pediococcus pentosaceus* Menggunakan Substrat Whey Tahu. *Jurnal Sumber daya Hayati*. 2 (2): 31- 38.
- Sagita, D, Netty, S, dan Nur, A. 2017. Isolasi Bakteri Endofit dari Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ipteks Terapan*. 7 (1). 65-74.
- Samson, R, A dan Jhon, I.P. 1989. *Modern Concept in Penicillium and Aspergillus Classification*. Planum Press, New York.
- Sari, D, P, Rahmawati dan Elvi, R, P. 2019. Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri *Coliform* Hasil Isolasi dari Minuman Lidah Buaya. *Jurnal Labora Medika*. 3 (1): 29-35.

- Sari, R, A, Risa, N, Puji, A. 2012. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Genus *Leuconostoc* Dari Pekasam Ale-Ale Hasil Formulasi Skala Laboratorium. *JKK*. 1 (1): 14-20.
- Septianti, H, P. “Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Penghasil Senyawa Antikapang Pada Fermentasi Kopi Rakyat Dalam Wadah Karung Plastik Di Kawasan Pegunungan Ijen-Raung Bondowoso”. Universitas Jember, Jember. 2019.
- Shihab, M, Q. 2002. *Tafsir Al-Mishab Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur’an Vol. 4*. Lentera Hati, Jakarta.
- Sianipar, H. “Keragaman Genetik Populasi Kopi Liberika (*Coffea liberica* W.Bull Ex. Hiren) di Kecamatan Betara Berdasarkan Karaktyer dan Buah dan Biji”. Universitas Jambi, Jambi. 2017.
- Sine, Y dan Gergonius, F. 2017. Isolasi Bakteri Asam Laktat Pada Perendaman Biji Gude (*Cajanus cajan* (L) Millsp.). *Jurnal Pendidikan Biologi*. 2 (1): 8-10.
- Suardana, I, W, Hendro, S, dan Nyoman S, A. 2018. Identifikasi Bakteri Asam Laktat Isolat 18A Secara Fenotipik. *Buletin Veteriner Udayana*. 10 (1): 1-9.
- Suciati, P, Wahyu, T, Endang, D, M dan Heru, P. 2016. Aktivitas Enzimatis Isolat Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) Sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 8 (2): 94-108.
- Suliani, A, Madyawati, L dan Silvi, L, R. 2016. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etil Asetat Buah dan Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) Terhadap Mikroba *Salmonella typhimurium* dan *Aspergillus flavus*. *Chempublish Journal*. 1 (2): 32-42.
- Surjowardojo, P, Tri, E, S dan Vasco, B. 2016. Daya Hambat Kulit Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill) Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Streptococcus agalactie* Penyebab Mastitis Pada Sapi Perah. *Jurnal Ternak Tropika*. 17 (1): 11-21.
- Tambingsila, M dan Rudias. 2015. Isolasi dan Identifikasi Cendawan Berguna Asal Poso Potensinya Sebagai Agens Pengendali Serangan Hama. *Jurnal Agropet*. 12 (1): 23-30.
- Tambunan, Karakteristik Probiotik Berbagai Jenis Bkateri Asam Laktat (BAL) Pada Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas”. Universitas Lampung, Bandar Lampung. 2016.
- Tanauma, H, A, Gayatri, C dan Widya, A, L. 2016. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5 (4): 243-251.

- Taqwadin, D, A, Ahmad, N, S, Saiful, A, Indra F. 2019. Potensi Budaya Minum Kopi (Ngopi) Dalam Membangun Kembali Koeksistensi Masyarakat Aceh Paksa Konflik. *Jurnal Ilmiah Islam Futura*. 19 (1): 86-102.
- Udarno, M, L dan Rudi, T, S. 2015. Penampilan Kopi Excelsa Hasil Eksplorasi di Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1* (3): 543-547.
- Utama, C, S, Zuprizal, Chusnul, H dan Wihandoyo. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Selulolitik yang Berasal dari Jus Kubis Terfermentasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7 (1): 1-8.
- Vidyasari, A, C. “Daya Antibakteri Ekstrak Biji Kopi Semendo (*Coffea canephora*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus sanguinis*”.Universita Sriwijaya, Palembang. 2020.
- Wahyuni, S dan Nomi, N. 2019. Isolasi Jamur Endofit Akar Kedelai dan Uji Penghambatannya Terhadap *Fusarium oxysporium* Sebagai Agen Pengendalian Hayati. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 5 (2): 88-96.
- Wahyuni, S, H. 2017. Identifikasi Jamur Endofit Asal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Dalam Menghambat *Xanthomonas albilineans* L.Penyebab Penyakit Vaskular Bakteri. *Jurnal Agrotek Lestari*. 4 (2) : 1 - 11.
- Wardinal, Safika, dan Yulia, S, I. Identifikasi *Lactobacillus* sp Pada Orangutan Sumatera (*Pongo abelii*) Liar Menggunakan Kit Api 50 Chl di Stasiun Penelitian Suaq Belimbing Aceh Selatan. *Jurnal Biotik*. 7 (1): 49-56.
- Waluyo, E, A dan Ari, N. 2017. Potensi Pengembanagan Kopi Liberika (*Coffea liberica*) Pola Agroforestery dan Prospek Pemasaran Untuk Mendukung Restorasi Lahan Gambut di Sumatera Selatan (Belajar Dari Kab. Tanjung Jabang Barat, Provinsi Jambi). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*.
- Wilujeng, A, A, T dan Prima, R, W. 2013. Pengaruh Lama Fermentasi Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Dengan Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* B1765 Terhadap Mutu Produk. *UNESA Journal of Chemistry*. 2 (3): 1-10.
- Wiryoeseondjojo, K, Nony, P dan Dewi, S. 2019. Isolasi dan Identifikasi Jamur Xerofilik Pada Kopi Instant. *Jurnal Biomedika*. 12 (1): 111-120.
- Wulansari, A, Maulida, A, Wijanarka dan Budi, R. 2019. Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) dan Uji Aktivitas Antibakterinya terhadap Bakteri Penyebab Penyakit Kulit *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Berkala Bioteknologi*. 2 (2): 25-36.

- Yuniarty, T dan Anita, R. 2017. Pemanfaatan Sari Putih Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Sebagai Alternatif Media Pertumbuhan *Aspergillus niger*. *Biogenesis*. 5 (2): 117-121.
- Yuni, S dan Gergonius F. 2017. Isolasi Bakteri Asam Laktat Pada Perendaman Biji Gude (*Cajanus cajan* (L) Millsp.). *Jurnal Pendidikan Biologi*. 21 (1): 8-10.
- Yusmarni, Y, Usman P, Vonny, S, J, Akhyar, A, Kusumaningrum. 2017. Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Amilolitik dari Industri Pengolahan Pati Sagu. *Agritech*. 37 (1): 95-100.
- Zarwinda, I dan Dewi, S. 2018. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kafein Dalam Kopi. *Lantanida Journal*. 6 (2): 103-202.



LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat Izin Melaksanakan Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-1459/UN.08/FST-I/PP.00.9/09/2020

Lamp : -

Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,

Laboratorium Mikrobiologi dan Genetika gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **NUR ARFADILLA / 160703007**

Semester/Jurusan : IX / Biologi

Alamat sekarang : Gampong Tanjong. Kec. Ingin Jaya Aceh Besar

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Biji Kopi Robusta (Coffea canephora) Asal Kecamatan Lamno Jaya Sebagai Antikapang Aspergillus dan Penicillium**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 10 September 2020

an. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan.



Berlaku sampai : 30 Januari
2021

Khairiah Syahabuddin, MHSc.ESL., M.TESOL,
Ph.D.

Surat Keterangan Pembimbing Skripsi


SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-163 /Un.08/FST/KP.07.6/08/2020

TENTANG
PENETAPAN PEMBIMBING MAHASISWA 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 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 21 Tahun 2015 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 28 Tahun 2019 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun 2020 di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

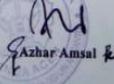
Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 2 Juli 2020.

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
Pertama : Menunjuk Saudara:
1. Syafrina Sari Lubis, M. Si Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing Skripsi:
Nama : Nur Arfadilla
NIM : 160703007
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) Dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Asal Kecamatan Lamno Jaya Sebagai Antikangas *Aspergillus* dan *Penicillium*

Kedua : Pembiayaan honorarium Pembimbing pertama dan kedua tersebut di atas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
Ketiga : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021;
Keempat : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan 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 4 Agustus 2020
Dekan,

Azhar Amsal

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.

Surat Pembelian *Penicillium*

 **KEMENTERIAN AGAMA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
PRODI BIOLOGI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI
Jl. Syeikh Abdul Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7552921 - 7551857 Fax. 0651-7552922
Web : www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id , Email: prodibio.fst@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-196/Un.08/Bio-FST/PP.00.9/12/2020 10 Desember 2020
Lampiran : -
Hal : Pembelian Bahan Penelitian

KepadaYth.
Wakil Dekan Sumberdaya Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati
Institut Teknologi Bandung (WDS SITH ITB)
di-
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.
Dengan Hormat,
Sehubungan dengan pelaksanaan penelitian mahasiswa Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin membeli bahan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Isolat Jamur *Penicillium* sp.

Atas nama mahasiswa yang melaksanakan penelitian tersebut di bawah ini:

| No | Nama | NIM | Judul Penelitian |
|----|---------------|-----------|---|
| 1. | Nur Arfadilla | 160703007 | Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Biji Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>) Asal Kecamatan Lamno Jaya sebagai Antikapang <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i> |

Segala biaya yang ditimbulkan atas pembelian yang tersebut diatas dibebankan kepada mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,
Ketua Prodi Biologi

Lina Rahmawati

Lampiran 4

Surat Identifikasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN BIOLOGI
Jalan Syech Abdurrauf Nomor 3, Darussalam, Banda Aceh 23111, Gedung F Lt. 2
Telepon: (0651) 7428212, Faksimile: (0651) 7552291
Laman: www.biologi.unsyiah.ac.id

Nomor : B/517/UN11.1.S.4/TA.00 01/2020
Lampiran : -
Hal : **Identifikasi Sampel Herbarium** 29 September 2020

Yth. Sdr. Nur Arfadilla
Mahasiswa UIN Ar-Raniry
Fakultas Sains & Teknologi
Program Studi Biologi
Darussalam - Banda Aceh

Bersama ini kami sampaikan bahwa telah dilakukan identifikasi tumbuhan biji kopi robusta dengan klasifikasi taksonomi sebagai berikut:

| | |
|------------------------------|--|
| Regnum/Kingdom | Plantae |
| Sub Regnum/Sub Kingdom | Tracheobionta |
| Super Divisio/Super Division | Spermatophyta |
| Divisio/Division | Magnoliophyta |
| Classis/Class | Magnoliopsida |
| Sub Classis/Sub Class | Asteridae |
| Ordo/Order | Rubiales |
| Familia/Family | Rubiaceae |
| Genus/Genus | <i>Coffea</i> L. |
| Species/Species | <i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner |
| Synonym | <i>Coffea robusta</i> L. Linden |

Staf Pengajar yang mengidentifikasi
Dr. Saida Rasnovi, S.Si., M.Si (NIP. 197111131997022002)

Demikian hasil identifikasi ini dibuat untuk dapat digunakan sesuai keperluan.

Ketua Jurusan Biologi,

Dr. Dahlan, S.Hut., M.Si
NIP 197610062006041003

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

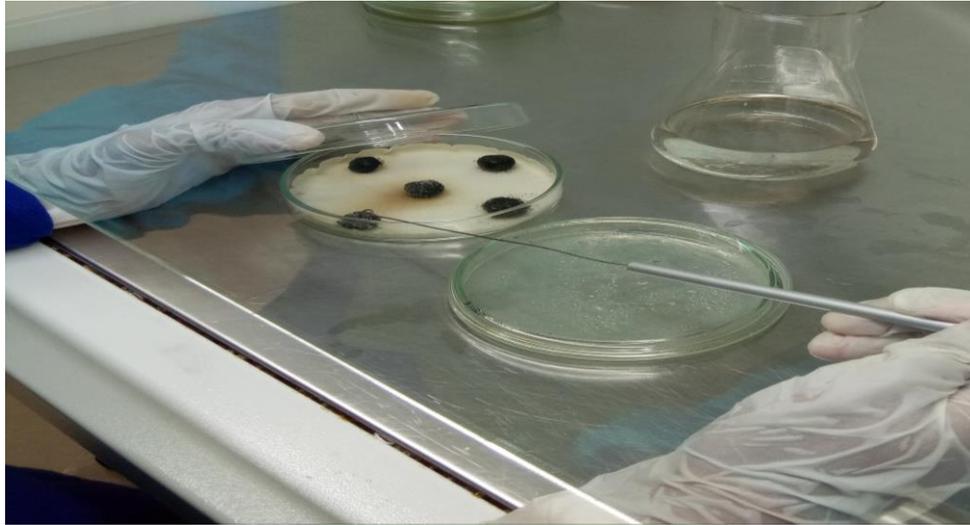
Dokumentasi Kegiatan



Isolasi BAL dari bij kopi robusta (*Coffea canephora*)



Identifikasi BAL



Isolasi Kapang



Uji Biokimia BAL