

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT PADA
AKAR PEPAYA (*Carica papaya* L)**

SKRIPSI

OLEH

GUSPI WILDA SARI SIANIPAR

15.870.0033



**FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT PADA
AKAR PEPAYA (*Carica papaya* L)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Di Fakultas Biologi
Universitas Medan Area*



OLEH
GUSPI WILDA SARI SIANIPAR
15.870.0033

**FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....


1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area


Document Accepted 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id

Judul Penelitian : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pada Akar
Pepaya (*Carica papaya* L).
Nama : Guspi Wilda Sari Sianipar
NPM : 15.870.0033
Fakultas : Biologi


Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing :


Dra. Sartini, M.Sc
Pembimbing I


Drs. Riyanto M.Sc
Pembimbing II



Dr. Mufti Sudibyo, M.Si
Dekan


Dra. Sartini, M.Sc
Ka. Prodi/WD I

Tanggal Lulus : 18 September 2019

HALAMAN PERNYATAAN

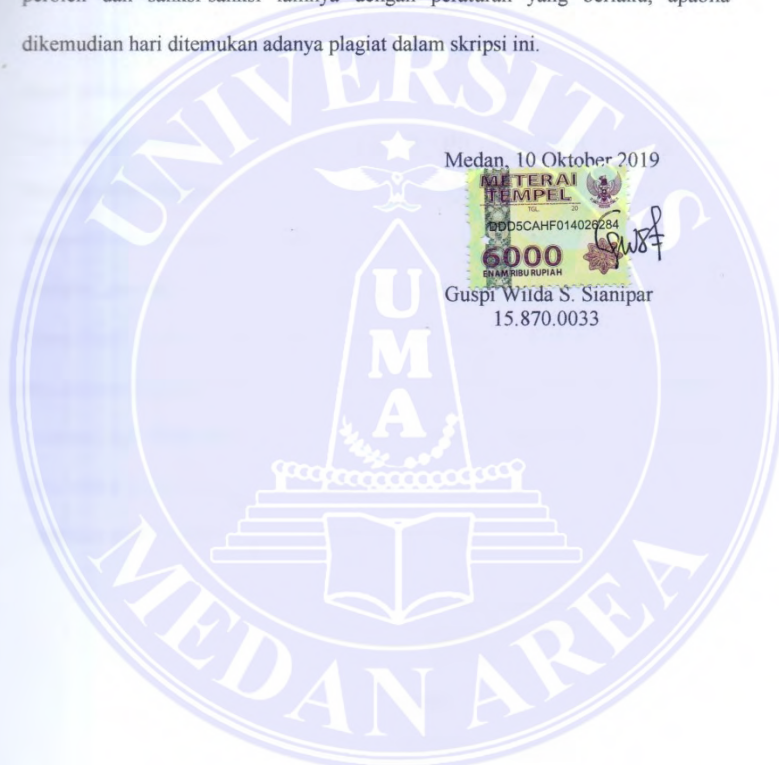
Saya menyatakan skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penelitian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas dengan norma, kaidah dan etika penulis ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 10 Oktober 2019



Guspi Wiida S. Sianipar
15.870.0033



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini :

Nama : Guspi Wilda Sari Sianipar

NPM : 15.870.0033

Program Studi : Biologi

Fakultas : Biologi

Jenis Karya : Skripsi

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-Exklusif Royalty- Free Right)** atas karya ilmiah yang berjudul : Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L).

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Universitas Medan Area
Pada Tanggal : 10 Oktober 2019
Yang menyatakan



Guspi Wilda S. Sianipar

ABSTRACT

Endophytic bacteria are microorganisms that live entirely or partly in plant tissue (roots, stem, leaves and flower). The purpose of this study was to determine the characteristics of endophytic bacteria in papaya roots (*Carica papaya* L) macroscopically and microscopically. This research used descriptive method, that was conducted in three stages, started from media preparations, isolation and characterization. The results determined two isolates of endophytic bacteria, those were coded AP₁ and AP₂. Gram staining show that the two isolates of *Bacillus* endophytic bacteria were gram positive purple. It was concluded that the morphological characteristics and biochemical test of endophytic bacterial isolates suspected to genus *Bacillus*.

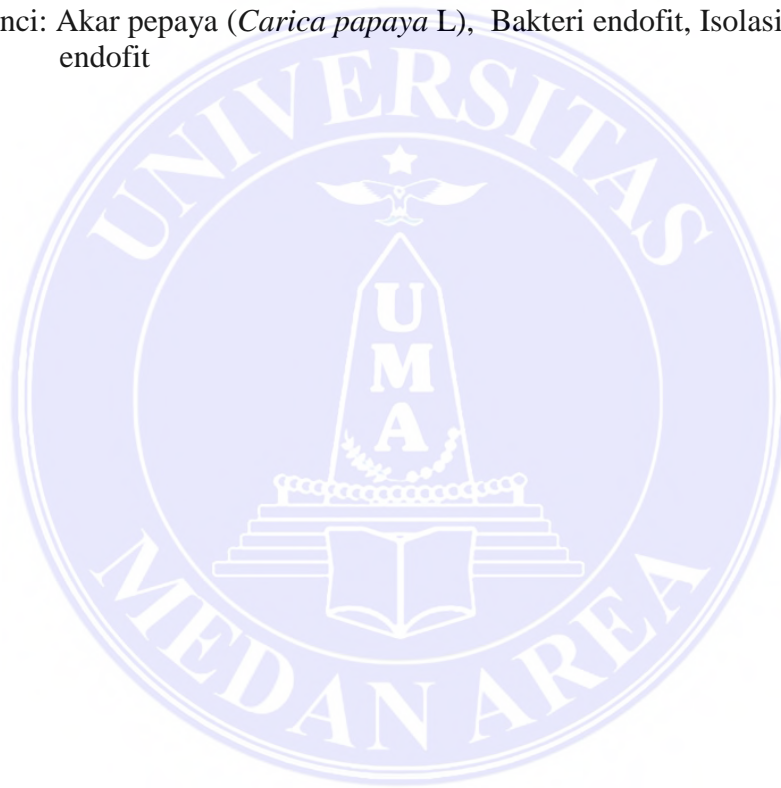
Keyword: Papaya roots (*Carica papaya* L), Endophytic bacteria, Isolation of endophytic bacteria.



ABSTRAK

Bakteri endofit adalah mikroorganisme yang seluruh atau sebagian hidupnya berada dalam jaringan tumbuhan (Akar, Batang, Daun, dan Bunga). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bakteri endofit pada akar pepaya (*Carica papaya* L) secara makroskopis dan mikroskopis. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang dilakukan dengan tiga tahapan yaitu prepsi sampel dan media, isolasi dan karakterisasi melalui uji biokimia. Hasil penelitian ditemukan 2 isolat bakteri endofit yang diberi kode AP₁ dan AP₂. Pewarnaan gram menunjukkan kedua isolat bakteri endofit berbentuk basil gram positif yang berwarna ungu. Dari hasil penelitian ini menunjukkan karakteristik morfologi dan uji biokimia isolat bakteri endofit diduga merupakan genus *Bacillus*.

Katakunci: Akar pepaya (*Carica papaya* L), Bakteri endofit, Isolasi Bakteri endofit



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat, kesabaran, kekuatan dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang penulis susun berjudul “Isolasi Bakteri Endofit Pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L)”.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada orang tua saya, Ayahanda Sudirman Sianipar dan Ibunda Rennauli Sitorus serta keluarga yang telah banyak memberikan doa, motivasi, dukungan, moril maupun materi dan semangat. Saya juga mengucapkan banyak terima kasih Kepada Ibu Dra. Sartini, M.Sc selaku Pembimbing I dan Bapak Drs. Riyanto, M.Sc selaku Pembimbing II, serta Ibu Dewi Nur Anggraeni, S.Si, M.Sc selaku Komisi Sekretaris saya yang telah membimbing dan memperhatikan selama masa penyusunan skripsi ini. Serta ucapan terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen Fakultas Biologi, Keluarga besar dan teman-teman mahasiswa/mahasiswi Fakultas Biologi Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan hasil ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan dibidang Biologi.

Penulis

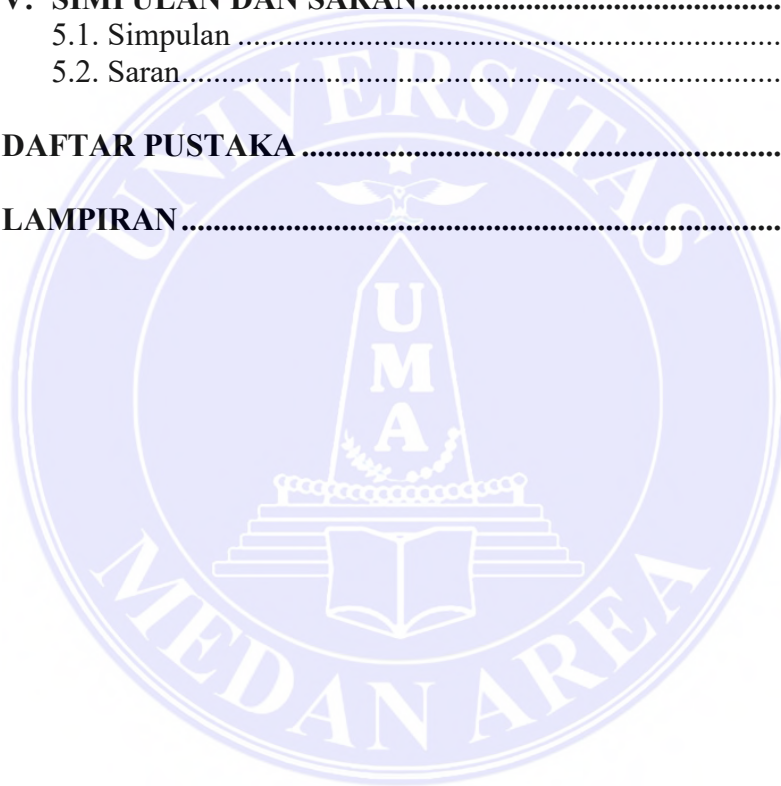
Guspi Wilda S. Sianipar

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Tanaman Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.)	3
2.2. Morfologi Tanaman Pepaya	4
2.3. Klasifikasi Tanaman Pepaya	6
2.4. Manfaat Tanaman Pepaya	6
2.5. Kandungan Gizi Pepaya	7
2.6. Syarat Tumbuh Tanaman Pepaya.....	8
2.7. Karakter Pepaya Jingga	8
2.8. Bakteri Endofit	9
2.9. Ekologi Bakteri Endofit.	10
2.9.1. Morfologi Bakteri Endofit.....	12
a. Genus <i>Pseudomonas</i>	12
b. Genus <i>Bacillus</i>	13
c. Genus <i>Staphylococcus</i>	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	15
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Sampel Peneliti.....	16
3.5. Prosedur Kerja.....	16
3.5.1. Penyediaan Akar Tanaman Pepaya	16
3.5.2. Sterilisasi Alat dan Bahan	16
3.5.3. Isolasi Bakteri Endofit dari Akar Pepaya.....	16
3.5.4. Identifikasi Bakteri Endofit.....	17
a. Pewarnaan Gram	17
b. Identifikasi Morfologi	18
c. Uji Biokimia	18

1. Uji Motilitas	18
2. Uji Sitrato.....	18
3. Uji Hidrolisis Gelatin	18
4. Uji Fermentasi Gula (TSIA)	19
5. Uji Katalase.....	19
3.6. Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Isolasi Bakteri endofit	21
4.2. Karakterisasi Bakteri Endofit.....	23
V. SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1. Simpulan	30
5.2. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	35



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pengamatan Morfologi Koloni Isolat Bakteri Endofit.....	22
Tabel 2. Hasil Pewarnaan Gram Isolat Bakteri Endofit.....	23
Tabel 3. Hasil Uji Biokimia Isolat Bakteri Endofit	25



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Isolat Bakteri Endofit Setelah Pemurnian	22
Gambar 2. Koloni Bakteri Endofit	23
Gambar 3. Hasil Perwarnaan Gram.....	24
Gambar 4. Hasil Uji Fermentasi Gula (TSIA)	29



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Alat dan Bahan.....	36
Lampiran 2. Proses Penelitian.....	37
Lampiran 3. Hasil Pengenceran.....	38
Lampiran 4. Uji Biokimia	39
Lampiran 5. Hasil Isolat	40



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) memiliki banyak manfaat diantaranya untuk berbagai keperluan mulai dari bahan makanan, minuman, obat tradisional, pakan ternak, industri penyamakan kulit, kosmetik, dan sebagainya. Seluruh bagian pepaya dari akar sampai ujung daunnya, termasuk bunga dan buah bisa dimanfaatkan dan memiliki nilai medis yang tinggi.

Akar pepaya dimanfaatkan sebagai obat cacingan, batu ginjal, obat luka dan dapat mengobati sendi-sendi yang sakit. Batangnya dapat digunakan sebagai pakan ternak. Daun pepaya dimanfaatkan oleh masyarakat dalam mengatasi penyakit diare dan mengobati penyakit kulit seperti jerawat. Daun pepaya mengandung senyawa-senyawa kimia yang bersifat antibakteri, antiinflamasi dan antiseptik. Senyawa antibakteri yang terdapat dalam daun pepaya diantaranya alkaloid, flavanoid, saponin dan tanin. Senyawa tersebut dihasilkan oleh tanaman karena adanya interaksi antara tanaman dengan mikroba endofit.

Mikroba endofit adalah mikroorganisme yang hidup didalam jaringan tanaman seperti akar, batang dan daun. Mikroba ini hidup didalam tanaman, dimana mikroba ini memanfaatkan nutrisi dari hasil metabolisme tanaman dan melindungi tanaman untuk hidup. Mikroba endofit mulai dipelajari untuk berbagai tujuan, karena mikroba endofit yang berasal dari tumbuhan masih banyak yang belum diketahui karakter dan potensinya, khususnya di Indonesia.

Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik mengangkat judul isolasi dan karakterisasi bakteri endofit pada akar pepaya dan ingin mengetahui jenis-jenis bakteri endofit apa saja yang ada pada akar pepaya (*Carica papaya* L).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas maka permasalahan yang muncul adalah ada tidaknya bakteri endofit pada akar tanaman pepaya (*Carica papaya* L), jika bakteri endofit ditemukan maka permasalahannya apakah bisa diisolasi dan jika bakterinya dapat diisolasi maka bagaimana karakter bakteri endofit tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya bakteri endofit pada akar tanaman pepaya (*Carica papaya* L) dan karakteristik bakteri yang ditemukan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai ada tidaknya bakteri endofit pada akar tanaman pepaya serta penelitian untuk lebih lanjut akan manfaatnya jika bakteri endofit tersebut ditemukan diisolasi dan diketahui karakternya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L)

Pepaya (*Carica papaya* L) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis. Pusat penyebaran tanaman diduga berada di daerah sekitar Meksiko bagian selatan dan Nikaragua bersama pelayar-pelayar bangsa portugis di abad ke 16, tanaman ini turut menyebar ke berbagai benua dan negara, termasuk ke benua Afrika dan Asia serta negara India. Dari India, tanaman ini menyebar ke berbagai negara tropis lainnya, termasuk Indonesia dan pulau-pulau di lautan Pasifik di abad ke 17 (Kalie M. , 1996).

Penyebaran pembudidayaan pepaya yang telah berkembang di seluruh kepulauan Indonesia menyebabkan pepaya memiliki beberapa nama daerah lokal, seperti kates (Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura), betik (Palembang), pente (Aceh), panancane (Minangkabau), tela (Batak), gedang (Jawa Barat, Bali), punti kayu (Lampung), asewa (Irian Jaya), tapaya (Ternate) dan sebagainya. Namun nama yang paling umum adalah pepaya (Cahyono, 2017).

Tanaman pepaya batangnya tak berkayu, bulat, berongga, bergetah dan terdapat bekas pangkal daun. Dapat hidup pada ketinggian 1m-1.000 m dari atas permukaan laut dan pada suhu udara 22°C-26°C. Pada umumnya semua bagian dari tanaman pepaya baik akar, batang, daun, biji dan buah dapat dimanfaatkan (Warisno, 2003).

Menurut Suketi et al (2010) pertumbuhan tanaman pepaya tergolong cepat antara 10-12 bulan sudah dapat dipanen. Pemanenan buah pada saat warna kuning

pada kulit buah mencapai 25-49% merupakan awal waktu pemanenan yang sudah tepat untuk buah pepaya. Perilaku tumbuh dan morfologi tanaman menunjukkan sifat pertumbuhan yang cepat sesuai dengan iklim tropis basah, sehingga tanaman Pepaya tergolong sangat peka terhadap suhu dan kelembapan (Kalie M. , 2010).

Buah pepaya tergolong buah yang sangat populer dan digemari hampir seluruh penduduk di bumi ini. Karena mudah dipelihara dan juga tidak mengenal musim, harga pepaya memang jauh lebih murah dibandingkan dengan buah lain. Meski harganya murah, manfaat yang dikandungnya ternyata sangatlah besar. Bahkan, setiap bagian dari tanaman, mulai dari buah, daun hingga getahnya dapat dimanfaatkan untuk beragam keluhan. Tak heran, pepaya bisa disebut sebagai buah idola sepanjang musim (Putri M, 2011).

Berdasarkan data BPS (2012) produksi buah pepaya pada tahun 2010 adalah sebesar 675.801 ton dan pada tahun 2011 sebesar 958.251 ton sehingga angka produksi pada tahun 2011 lebih tinggi dari tahun 2010. Total produksi pepaya pada tahun 2011 menempati urutan ke-6 dalam produksi buah-buahan di Indonesia setelah pisang, jeruk, nanas, mangga, salak dengan sentra produksi di Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, Lampung, dan Nusa Tenggara Timur.

2.2 Morfologi Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L)

Bagian-bagian dari tanaman pepaya antara lain, Akar pepaya merupakan akar dengan sistem akar tunggang karena akar lembaga tumbuh terus menjadi akar pokok yang bercabang-cabang menjadi akar-akar yang lebih kecil. Akar pokok yang berasal dari akar lembaga disebut akar tunggang (Cahyono, 2017).

Batang tanaman pepaya berongga, tidak berkayu, banyak mengandung air dan getah papain, serta memiliki pertumbuhan yang cepat hingga dapat mencapai ketinggian lebih dari 10 m. Batang berbentuk bulat lurus dan beruas-ruas. Batang tanaman berfungsi sebagai tempat jalannya pengangkutan air dan zat-zat hara kedaun (Cahyono, 2017).

Daun pepaya merupakan daun tunggal, berukuran besar, menjari, bergerigi dan juga mempunyai bagian-bagian tangkai daun dan helaian daun (lamina). Daun pepaya mempunyai bangun bulat atau bundar, ujung daun yang lancip, tangkai daun panjang dan berongga. Permukaan daun licin sedikit mengkilat. Dilihat dari susunan tulang daunnya, daun pepaya termasuk daun-daun yang bertulang menjari (Tyas, 2008).

Buah pepaya tergolong buah sungguh (buah sejati) tunggal. Buah sejati tunggal yaitu buah sejati yang terdiri dari bunga dengan satu bakal buah saja. Buah pepaya termasuk buah yang ber dinding tebal dan dapat dimakan. Buah pepaya juga bentuknya bulat sampai lonjong (Putri U. , 2016).

Biji pepaya berukuran kecil, bentuknya bulat telur, berwarna hitam, bersifat keras, dan permukaan biji tampak agak berkeriput. Biji buah dilapisi kulit berlendir berwarna putih transparan (bening) lunak seperti agar- agar. Pada umumnya satu buah mengandung biji yang berjumlah banyak. Biji pepaya mengandung minyak. minyak biji pepaya mengandung 71,60% asam oleat 15,13%, asam palmitat 3,60%, asam stearat, dan asam-asam lemak lain dalam jumlah sedikit (Cahyono, 2017).

2.3 Klasifikasi Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L)

Menurut (Warisno, 2003) dalam sistematika tumbuh-tumbuhan, tanaman pepaya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Caricales

Famili : Caricaceae

Genus : *Carica*

Spesies : *Carica papaya* L

2.4 Manfaat Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L)

Tanaman pepaya banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai macam keperluan hidup. Selain buahnya, bagian-bagian tanaman yang lain, mulai dari akar hingga daun juga mempunyai manfaat untuk berbagai keperluan, dengan demikian tidak ada bagian tanaman yang terbuang percuma apabila masyarakat mengetahui kandungan khasiat dan manfaat tiap bagian dari tanaman pepaya.

Semua bagian dari tumbuhan pepaya mempunyai khasiat ataupun manfaat, antara lain, 1) akarnya bisa digunakan sebagai obat cacing kremi, ginjal, dan kandung kencing. 2) daunnya dapat dimanfaatkan untuk lalapan, menambah nafsu makan, sumber vitamin A, mengobati penyakit beri-beri, obat malaria, demam berdarah, kejang perut, dan sakit panas. 3) batangnya dapat diambil untuk pakan ternak; 4) bunganya dapat dimanfaatkan sebagai sayuran dan bunga hias. 5) buahnya dapat dimanfaatkan untuk sayuran, buah, bahan manisan, campuran saus

tomat, pasta, dan juice. 6) bijinya bermanfaat untuk mengurangi berat badan, obat cacing, dan mengeluarkan keringat bagi penderita masuk angin.7) getahnya bermanfaat untuk melunakkan daging, menghaluskan kulit pada industri penyamakan kulit, bahan baku industri farmasi, penambah rasa pada minuman bir dan bahan kosmetik (Rukmana, 2013).

2.5 Kandungan Gizi Pepaya (*Carica papaya* L)

Pepaya banyak mengandung nutrisi yang cukup lengkap dengan kandungan gizinya yang tinggi. Selain itu, kandungan seratnya yang tinggi dalam pepaya sangat baik untuk sistem pencernaan dan kesehatan tubuh. Pepaya juga mengandung berbagai macam zat yang berkhasiat untuk mengobati berbagai macam penyakit dan juga sangat menyegarkan karena mengandung banyak air dapat dijadikan sebagai bahan pelunak daging (Cahyono, B, 2017).

Kandungan gizi pada pepaya cukup memenuhi standar klinis untuk mencukupi kebutuhan gizi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Oleh karena itu, pepaya ini baik dikonsumsi untuk menjaga kesehatan tubuh. Zat-zat yang terkandung dalam buah pepaya sebagai berikut: Energi 48 kalori, Protein 0,50 g, Lemak 0,30 g, Karbihidrat 12,10 g, Kalsium 34 mg, Fosfor 11 mg, Serat 0,70 g, Besi 1,00 mg, Vitamin A 56 IU, Vitamin B1 0,03 mg, Vitamin B2 0,04 mg, Vitamin C 74 mg, Niacin 0,50 g (Wirakusumah, E, S 1994).

Semua nilai gizi tersebut dapat diperoleh dalam buah pepaya dengan harga yang relatif murah, yakni hanya berkisar tiga ribu- lima ribu rupiah/buah dengan bobot rata-rata 2-3 kg/buah. Oleh karena itu tak heran bila pasar buah pepaya cukup luas karena banyak dijual di pasar tradisional, pasar atau swalayan.

Tingginya minat masyarakat akan buah pepaya turut meningkatkan permintaan buah pepaya (Sriani dan ketty, 2009).

2.6 Syarat Tumbuh Tanaman Pepaya

Dalam budidaya tanaman pepaya (*Carica papaya* L) ada hal hal yang perlu diperhatikan diantaranya syarat tumbuh, adapun syarat tumbuh yang baik tanaman pepaya yaitu ditanaman pada ketinggian 1000 m dari atas permukaan laut. Tanaman pepaya tumbuh baik pada tanah dengan pH antara 6,5-7 merupakan lokasi ideal untuk penanaman pepaya. Seperti halnya pada tanaman lain, cahaya matahari bagi pepaya merupakan suatu energi kehidupan. Tanaman pepaya tergolong memerlukan cahaya matahari penuh dengan besaran 100%. Suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman pepaya berkisar antar 22⁰-26⁰C, suhu minimum 15⁰C dan suhu maksimum 43⁰C. Curah hujan yang sesuai untuk tanaman pepaya berkisar antar 1.500-2.000 mm setahun. Lahan yang lembab merupakan tempat yang cocok untuk tanaman pepaya, namun lahan jangan sampai tergenang air karena akar akan membusuk lalu menyebabkan tanaman akan mati (Kalie, M. 1996).

2.7 Karakter Pepaya Jingga

Pepaya jingga mirip dengan varietas pepaya semangka. Daging buahnya berwarna merah dan berair banyak, tetapi rasanya masih kalah manis dibandingkan pepaya semangka. Kulit buahnya berwarna kuning dengan bercak samar warna kelabu. Berat buah lebih kurang 1,5 kg/buah. Varietas pepaya ini cukup tahan terhadap kerusakan selama pengangkutan (Putri U. , 2016).

2.8 Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tumbuhan dan bersimbiosis mutualisme dengan tumbuhan inangnya tanpa menyebabkan penyakit (Bhore & Satisha 2010). Bakteri endofit biasanya dapat ditemukan pada jaringan tanaman yang sehat seperti pada berbagai macam jaringan biji, akar, batang dan daun. Jaringan internal pada bagian perakaran memiliki kerapatan populasi bakteri paling tinggi dibandingkan dengan bagian tanaman lain. Dari sekitar 300.000 jenis tanaman yang tersebar di muka bumi masing-masing tanaman mengandung satu atau lebih mikroba endofit yang terdiri dari bakteri dan fungi. Mikroba endofit dapat diisolasi dari benih, akar, batang, daun dan biji yang telah disteril (Nassar et al. 2005).

Kemampuan bakteri endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan kemampuan tanaman inangnya dalam memproduksi metabolit sekunder hal ini merupakan peluang yang sangat besar dan dapat diandalkan sebagai penghasil metabolit sekunder (Radji, 2005). Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman dan memiliki tempat hidup yang relatif terlindungi serta mendapatkan nutrisi yang memadai. Bagi tanaman, bakteri endofit berperan penting dalam menjaga kesehatan tanaman (Malfanova, 2013).

Beberapa jenis bakteri endofit diketahui mampu menghasilkan senyawa aktif yang bersifat antibiotik (Castillo et al 2003), antimalaria (Simanjuntak et al 2004) dan antifungi (Beck et al 2003). Kemampuan bakteri endofit menghasilkan senyawa aktif tersebut merupakan potensi yang dapat dikembangkan mengingat umumnya senyawa aktif diperoleh dengan mengekstraksi tanaman, khususnya tanaman obat. Senyawa yang dihasilkan bakteri endofit tertentu berpotensi

dikembangkan dalam bidang medis dalam bentuk sediaan obat-obatan, pertanian dan industri (Pulungan, ASS, 2015).

Keberadaan bakteri endofit di dalam jaringan tanaman diketahui dapat memacu pertumbuhan tanaman dan berperan sebagai agen pengendali hayati. Selain itu, bakteri endofit mempunyai banyak keuntungan dalam berbagai aspek kehidupan. Kemampuan bakteri untuk melakukan penetrasi ke jaringan internal tanaman dapat disebabkan oleh adanya enzim ekstraseluler berupa selulase yang dihasilkan oleh bakteri tersebut (Eliza et al. 2007). Setelah melakukan penetrasi, bakteri endofit akan berkolonisasi sehingga menghambat pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi (Pal et al. 2012).

Mikroba endofit telah berhasil diisolasi dari berbagai tanaman diantaranya tanaman tebu, kentang, mahkota dewa, kopi, serai, sirih dan tanaman lainnya. Hampir semua jenis tanaman berinteraksi dengan mikroba endofit karena dapat membantu peningkatan pertumbuhan tanaman (Khan dan Doty, 2009). memberikan perlindungan terhadap serangan mikroba patogen dan membantu dalam penyerapan nutrisi. Mikroba endofit juga mampu menghasilkan senyawa kimia yang sama dengan senyawa kimia tanaman inang. Oleh sebab itu, mikroba endofit berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai alternatif senyawa obat yang baru (Melliawati et al, 2006).

2.9 Ekologi Bakteri Endofit

Pola hubungan atau interaksi bakteri endofit dengan tanaman merupakan suatu bentuk simbiosis. Simbiosis antara tanaman dengan bakteri endofit bersifat netral, mutualisme atau komensalisme (Bacon dan Hinton 2006). Salah satu

bentuk interaksi atau simbiosis bakteri endofit dengan tanaman inangnya adalah mutualisme, dalam hal ini bakteri endofit mendapatkan nutrisi dari hasil metabolisme tanaman dan melindungi tanaman dalam melawan patogen, sedangkan tanaman mendapatkan derivat nutrisi dan senyawa aktif yang diperlukan selama hidupnya (Simarmata et al 2007).

Bakteri endofit merupakan bakteri yang dapat hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan bahaya dan memiliki senyawa aktif yang sama seperti tanaman inangnya. Bakteri endofit awalnya berasal dari lingkungan eksternal dan masuk ke dalam tanaman melalui stomata, lentisel, luka (seperti adanya trichomes yang rusak), melalui akar lateral dan akar yang berkecambah (Kaga et al. 2009). Bakteri endofit dapat diisolasi dari benih, akar, batang, daun dan biji yang telah disteril (Nassar et al. 2005).

Bakteri dari daerah arial akan menempel pada permukaan tanaman dan melakukan penetrasi melalui luka, ruang intraseluler, dan mekanisme kerja enzim (Compant, et al. 2010). Bakteri endofit menembus ke dalam akar tanaman, batang atau daun menggunakan enzim yang mampu menghidrolisis dinding ekstraseluler sel (Cho, et al. 2007). Selain digunakan untuk menghidrolisis dinding ekstra seluler sel, enzim ini juga digunakan untuk masuk ke ruang antar sel melalui korteks akar (Reinhold, et al., 2006).

Bakteri endofit biasanya masuk pertama kali melalui perakaran sekunder dengan mengeluarkan enzim selulase atau pektinase, atau bagaian atas tanaman seperti batang, bunga, radikel kecambah, stomata ataupun kotiledon dan daun yang sobek. Bakteri kemudian berkoloni di titik tempat bakteri tersebut masuk

atau menyebar keseluruh tanaman, hidup dalam sel, ruang intraseluler, atau dalam sistem pembuluh (Yulianti, 2012).

Bakteri endofit tumbuh dalam jaringan tanaman, dimana tanaman yang satu tentunya berbeda dengan tanaman yang lainnya, maka tempat hidup bakteri sangat unik sifatnya. Fisiologi tumbuhan tinggi termasuk yang berasal dari spesies yang sama akan beda dilingkungannya yang berbeda. Oleh karena itu keanekaragaman bakteri endofit sangatlah tinggi (Prasetyoputri dan Atmosukarto, 2006).

2.9.1. Morfologi Bakteri Endofit

Bakteri endofit umumnya ditemukan berasal dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Staphylococcus* (Nursulistyarini, 2014). Morfologi dari masing-masing genus sebagai berikut.

a. Genus *Pseudomonas*

Genus ini adalah bakteri batang gram negatif berukuran 0,6-2 μm , bersifat aerob, bergerak dengan flagel monotrika (flagel tunggal pada kutub), katalase positif, oksidase positif, bersifat patogen oportunistik, yaitu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk memulai suatu infeksi. Bakteri ini tidak berspora, dan tidak mempunyai selubung. Suhu optimum untuk pertumbuhan *pseudomonas* adalah 42°C (Jawetz et al, 1996: 249-250). Genus *Pseudomonas* tidak menghasilkan gas pada uji glukosa, indol negatif, *methyl red* negatif, *Voges-Proskauer* negatif. Bentuk koloni bulat, tepi tidak rata, transparan, tidak memperlihatkan warna hijau (Madigan et al, 1997: 669).

b. Genus *Bacillus*

Genus *Bacillus* termasuk batang besar berukuran 1x3-4 μm , gram positif yang membentuk rantai, motil, menghasilkan spora yang biasanya resisten pada panas, bersifat aerob, katalase positif, dan oksidasi bervariasi. Tiap spesies berbeda dalam penggunaan gula, sebagian melakukan fermentasi dan sebagian lagi tidak melakukan fermentasi (Jawetz et al, 1996: 194). Kebanyakan genus *Bacillus* dapat membentuk endospora yang dibentuk secara intraseluler sebagai respon terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, oleh karena itu anggota genus *Bacillus* memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah. *Bacillus* memiliki kemampuan dalam mereduksi nitrat, menghidrolisis pati dan gelatin, dan memproduksi β -galaktosidase. Bakteri ini adalah organisme saprofitik, biasanya ditemukan dalam air, udara, debu, tanah dan sedimen. Terdapat beberapa jenis bakteri yang bersifat saprofit pada tanah, air, udara dan tumbuhan, seperti *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis*. Koloni bakteri ini berbentuk bulat dan menyerupai kaca yang diukir bila disinari cahaya, dapat mengencerkan gelatin, dan pertumbuhan pada pembenihan agar-agar tegak mirip pohon cemara yang terbalik (Jawetz et al, 1996: 194).

c. Genus *Staphylococcus*

Staphylococcus adalah sel gram positif berbentuk bulat dengan ukuran 1 μm , biasanya tersusun dalam rangkaian tak beraturan seperti anggur, tidak membentuk spora. Bakteri ini mudah tumbuh pada berbagai pembenihan dan mempunyai metabolisme aktif, merangkai karbohidrat, serta menghasilkan pigmen yang bervariasi dari putih sampai kuning tua (Jawetz et al, 1996: 211)

bundar, halus, menonjol dan berkilau (Todar, 2002). Bakteri ini akan tumbuh secara optimal pada suhu 22⁰C-37⁰C, bersifat aerob, atau mikroaerofilik.

Bakteri endofit yang berasal dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* dapat mengendalikan berbagai jenis cendawan patogen, karena bakteri endofit ini menghasilkan metabolit sekunder berupa antibiotik, antifungi, dan nematisidal (Hidayah dan Yulianti, 2008).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2019 di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Utara.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, Erlenmeyer, Beaker glass, Gelas ukur, Cover glass, Kaca objek, Pipet tetes, Spatula, Pinset, Jarum ose, tisu steril, kertas saring, aluminium foil, oven, hotplate dan mikroskop cahaya.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akar Pepaya (*Carica papaya* L), Etanol 70%, larutan natrium hipoklorit 5,25 %, aquadest steril, Media Nutrient agar (NA), Hidrogen peroksida (Uji Katalase), media Triple Sugar Iron, agar (TSIA), Uji Fermentasi laktosa, Media sulfite Indole Motility (Uji Motilitas/ pergerakan bakteri), Media gelatin (Uji Hidrolisis Gelatin), media Simmons Citrate Agar (Uji Sitrat), reagen pewarnaan (Kristal violet, Lugol, Safranin, Aseton Alokohol) dan spritus.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan suatu metode penelitian yang dipakai untuk menjelaskan data dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data-data yang sudah dikumpulkan dengan mengutamakan objektivitas dan dilakukan dengan cermat.

3.4 Sampel Penelitian

Sampel tanaman yang digunakan adalah akar tanaman pepaya (*Carica papaya* L). Sampel ini di peroleh dari Desa Sidodadi, Kecamatan Batang kuis, Sumatera Utara. Sampel diambil dengan menggunakan cangkul kemudian dimasukkan kedalam plastik steril dan kemudian dibawa ke laboratorium.

3.5 Prosedur kerja

3.5.1 Penyediaan Akar Tanaman Pepaya

Sampel akar pepaya diambil dari satu pohon tanaman pepaya. Akar tanaman diperoleh dari desa Sidodadi, Kecamatan Batang Kuis, Sumatera Utara.

3.5.2 Sterilisasi Alat dan Bahan

Terlebih dahulu untuk alat yang digunakan harus dicuci hingga bersih. Untuk alat-alat gelas dan cawan petri selanjutnya dibungkus dengan kertas kemudian dikeringkan didalam oven. Semua alat dan bahan yang digunakan, kemudian disterilisasi didalam autoklaf pada suhu 121⁰C dan tekanan 15 Psi selama 15 menit.

3.5.3 Isolasi Bakteri Endofit dari Akar Pepaya

Bakteri endofit diisolasi dari tanaman akar pepaya dalam kondisi segar. Sampel ditimbang 2 gr, lalu sterilisasi permukaan pada akar tanaman dengan merendam bagian tanaman dalam etanol 70 % selama 1 menit. Setelah itu, cairan perendam dibuang dan diganti dengan larutan natrium hipoklorit 5.25 % selama 5 menit, dan dicuci dengan etanol 70 % selama 30 detik. Kemudian akar tanaman dibilas dengan aquadest steril sebanyak 2 kali dan dikeringkan pada kertas saring steril. Setelah kering bagian ujung kiri dan kanan dari akar tanaman dibuang kurang lebih 2cm. Kemudian masing-masing akar dipotong menjadi 2 bagian.

Akar yang sudah steril dihaluskan dengan mortal. Dilakukan proses pengenceran sampai dengan 10^{-4} . Proses pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 ml suspensi dan dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades, dan hal yang sama dilakukan hingga seri pengenceran sampai 10^{-4} . Diambil sebanyak 1 ml sampel dari keempat seri pengenceran yaitu 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} diinokulasi pada media *Nutrient Agar* (NA) yang mengandung nistatin. Media yang sudah mengandung sampel tersebut diinkubasi selama 2x24 jam dan diamati sampai ada pertumbuhan koloni. Isolat bakteri endofit yang telah murni diidentifikasi secara morfologi berdasarkan warna koloni, bentuk tepian koloni, elevasi koloni dan konsistensi koloni serta kecepatan pertumbuhan koloni (Desriani, *et al.* 2013).

3.5.4 Identifikasi Bakteri Endofit

a. Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan untuk mengamati karakteristik mikroskopis. Pewarnaan gram dilakukan pada kultur bakteri umur 2x 24 jam yang diambil dari isolat bakteri murni. Pertama-tama bakteri biakan diambil dan diratakan pada objek glass yang terlebih dahulu yang telah dibersihkan, kemudian difiksasi diatas api bunsen sapai mengering. Kemudian ditetesi pewarnaan kristal violet dan biarkan selama satu menit, setelah itu cuci dengan air mengalir, kemudian tetesi lugol biarkan selama satu menit dan kembali dicuci dengan air mengalir. Selanjutnya tetesi alkohol 96% biarkan selama 30 detik, cuci dengan air mengalir dan tambahkan safranin biarkan selama 30 detik kemudian cuci lagi dengan air mengalir. Setelah preparat kering dapat diamati dibawah mikroskop. Bila hasil pewarnaan diperoleh bakteri berwarna merah maka bakteri tersebut adalah bakteri

gram negatif, sedangkan bila diperoleh bakteri berwarna ungu maka bakteri tersebut adalah gram positif (Pelczar dan Chan, 2008).

b. Identifikasi Morfologi

Identifikasi morfologi dilakukan untuk mengamati karakteristik makroskopis. Diinokulasikan biakan bakteri endofit kedalam media NA baru secara goresan dengan menggunakan jarum ose. Diinkubasi pada suhu 37⁰C selama 24 jam. Karakteristik bakteri endofit secara visual meliputi bentuk koloni, tepi koloni, warna koloni dan permukaan koloni (elevasi).

c. Uji Biokimia

1. Uji Motilitas

Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui pergerakan bakteri. Ambil 1 ose isolat bakteri endofit dengan menggunakan ose jarum lalu diinokulasikan dengan cara tusukan pada media *Sulfie Indol Motility* (SIM) tegak. Kemudian diinkubasi pada suhu 37⁰C selama 48 jam (Lay, 1994)

2. Uji Sitrat

Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui apakah bakteri menggunakan sitrat sebagai sumber karbon. Ambil 1 ose isolat bakteri endofit dengan menggunakan ose cincin kemudian diinokulasikan pada media *Simmon's Citrate Agar* (SCA) pada suhu 37⁰C selama 48 jam. Perubahan warna dari hijau menjadi biru menunjukkan bahwa bakteri mampu menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Lay, 1994)

3. Uji Hidrolisis Gelatin

Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan enzim gelatinase. Ambil 1 ose isolat bakteri endofit dengan

menggunakan ose jarum lalu diinokulasikan dengan cara tusukan pada media glatin. Kemudian diinkubasi pada suhu 37⁰C selama 48 jam. Hasil positif terjadi apabila terjadi pencairan glatin pada media berarti bakteri mampu menghasilkan enzim glatinase dan hasil negatif jika media membeku (Lay, 1994)

4. Uji Fermentasi Gula (TSIA)

Tujuan dari uji ini adalah untuk mengetahui kemampuan bakteri memfermentasi karbohidrat. Ambil 1 ose isolat bakteri dengan menggunakan ose jarum. Kemudian diinokulasi dengan cara ditusukkan pada media Triple Sugar Iron Agar (TSIA). Kemudian ambil lagi 1 ose isolat bakteri lalu digoreskan pada permukaan media. Kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37⁰C. Perubahan yang terjadi setelah diinkubasi yaitu warna media menjadi kuning menandakan asam, warna media menjadi merah menandakan basa, dan warna media menjadi hitam menandakan terbentuknya H₂S (Hidrogen Sulfida) dan bila media terangkat menandakan bahwa mikroba tersebut mampu untuk memproduksi gas (Lay, 1994)

5. Uji Katalase

Uji katalase berguna dalam mengidentifikasi kelompok bakteri yang dapat menghasilkan enzim katalase. Uji katalase digunakan dengan cara ambil 1 ose isolat bakteri dengan menggunakan ose cincin kemudian dicelupkan kedalam tabung reaksi yang berisi reagen *Hidrogen Peroksida* (H₂O₂). Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung udara dan hasil negatif tidak terbentuknya gelembung-gelembung udara (Lay, 1994)

3.6 Analisis Data

Data diperoleh dengan cara mengumpulkan hasil dari semua pengamatan isolat dari proses isolasi bakteri, identifikasi bakteri, dan pengujian biokimia. Pada semua tahapan penelitian dianalisis secara deskriptif, yaitu dengan memberikan penjelasan atau penggambaran dari bakteri yang didapat hasil identifikasi dan karakterisasi.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan yaitu sebanyak 2 isolat bakteri endofit berhasil diisolasi dari akar pepaya (*Carica papaya* L) yaitu diduga genus *Bacillus*. Karakter keduanya sangat mirip kecuali pada bentuknya yang terlihat berbeda yaitu basil panjang dan basil pendek. Jadi kemungkinan untuk kedua isolat tersebut masih dalam satu spesies.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian maka direkomendasikan untuk pengujian lebih lanjut agar diketahui apakah AP₁ dan AP₂ tersebut masih satu spesies atau berbeda spesies.

DAFTAR PUSTAKA

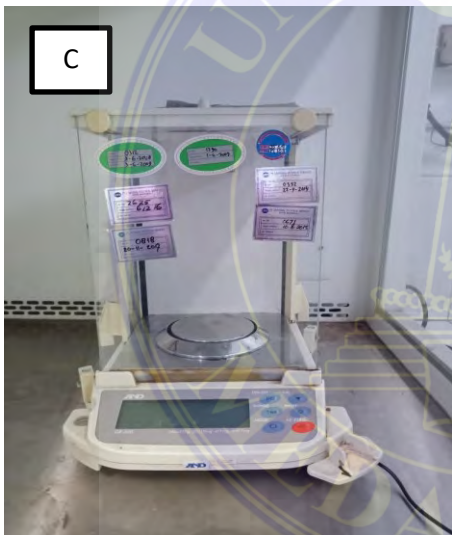
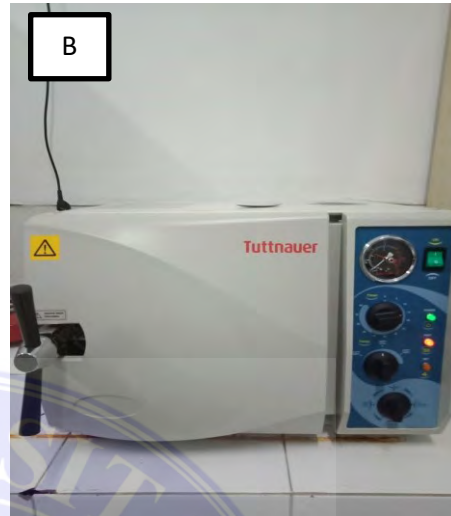
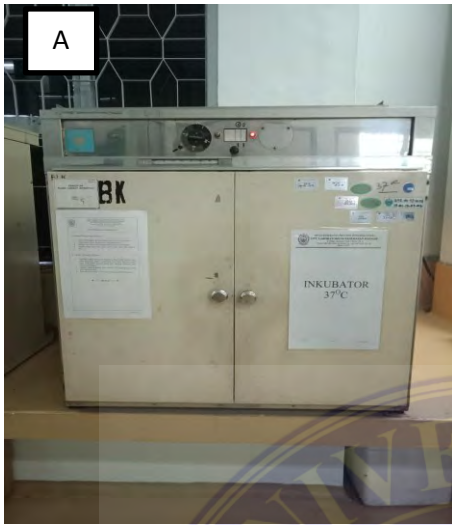
- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology*. Academic Press. London.
- Bacon, CW dan Hinton, DM. 2006. Bacterial endophytes : the endophytic niche, its occupants, and its utility. Di dalam : Gnanamanickam SS, editor. *Plant-Associated Bacteria*. Netherland : Springer.
- Beck HC, Hansen AM, Lauritsen FR. 2003. Novel pyrazine metabolites found in polymyxin biosynthesis by *Paenibacillus polymyxa*. *FEMS Microbiol Lett* 220: 67–73.
- Bhore, SJ. Sathisha, G. 2010. Screening of endophytic colonizing bacteria for cytokinin-like compounds: crude cell-free broth of endophytic colonizing bacteria is unsuitable in cucumber cotyledon bioassay. *World J. Agric. Sci.* 6 (4): 345-352.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2012. *Produksi buah-buahan di Indonesia*. [Internet]. [diunduh 2013 Jan 02]. Tersedia pada <http://www.bps.go.id>.
- Broto, W, Suyanti, Sjaifullah. 1991. *Karakterisasi varietas untuk standardisasi mutu buah pepaya (Carica papaya L.)*. *J. Hortikultura*. 1(2):41-44.
- Brown, A. 2001. *Benson : Microbiological Applications Lab Manual. 8th Ed.* New York: The Mc Graw-Hill Companies.
- Buchanan, RE dan Gibbons, NE. 2003. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. USA: The William & Wilkins Company Baltimore.
- Burrows, W.J.M. Moulder, and R.M. Lewert. 2004. *Texbook of Microbiology*. Philadelphia : W.B. Saunders Company.
- Cahyono, Bambang. 2017. *Pepaya (Budi Daya Intensif Pertanian Organik dan Anorganik)*. Bandung: Srikandi Empat Widya Utama.
- Castillo U, et al. 2003. Kakadumycins. Novel antibiotics from *Streptomyces* sp. NRRL 30566. An endophyte of *Grevillea pteridifolia*. *FEMS Microbiology Lett*. 224: 180-190.
- Cho, K. M. Hong, S.Y., Lee, S.M., Kim, Y. H., Kahng, G.G., Lim, Y.P., Kim, H., and Yun, H.D. 2007. Endophytic Bacterial Communities in Ginseng and Their Antifungal Activity Against Pathogens. *Microbial. Ecol.* 54, 341–351.
- Compant , S, B. R Eiter, A. S Essitch , J. N Owak, C. C Lement, and E.A Barka. 2010. Endophytic Colonization of *Vitis vinifera* L. by Plant Growth-promoting Bacterium *Burkholderia* sp. strain PsJN. *Applied and Environmental Microbiology* 71 : 1685 – 1693 .

- Desriani, Kusumawati DE, Rivai A, Hasanah N, Amrinola W, Triratna L, Sukma A. 2013. Potential endophytic bacteria for increasing paddy var rojolele productivity. *Int. J. on Adv. Sci., Eng. and Information Tech.* 3 (1) : 76-78.
- Eliza, Munif A, Djatnika I, Widodo. 2007. *Karakter fisiologis dan peranan antibiosis bakteri perakaran Graminae terhadap Fusarium dan pemacu pertumbuhan tanaman pisang.* *J Hort.* 17:150-160.
- Hidayah, Nurul dan Yulianti, Titiek. 2008. *Peranan Endofit Dalam Reaksi Ketahanan Tanaman Terhadap Patogen.* *Jurnal Pengendalian Hayati.* ISSN: 1979-2190: 88-93.
- Jawetz, Ernest, Melnick, Joseph L dan Adelberg, Edward, A. 1996. *Mikrobiologi Klinik.* Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Kalie, M.B. 1996. *Bertanam Pepaya.* Jakarta: Penebar Swadaya
- Kalie, M.B. 2010. *Bertanam Pepaya.* Jakarta: Penebar Swadaya
- Kaga, H., Mano, H., Tanaka, F., Watanabe, A., Kaneko, S. & Morisaki, H. (2009) Rice Seeds as Sources of Endophytic Bacteria. *Microbes and Environments.* 24 (2), 154162. doi:10.1264/jsme2.ME09113.
- Khan Z, and L, Doty S, 2009. *Characterization of Bacterial Endophytes of Sweet Potato Plants.* *Journal Plant Soil.*10: 1-10.
- Lay B, 1994. *Analisis Mikrobial di Laboratorium.* Jakarta: PT. Grafindi Persada.
- Madigan, Michael T. Martinko, Jhon. M dan Parker, Jack. *Brock Biology of Microorganisms Eighth Edition.* USA : Prentice-Hall, Inc.
- Malfanova, N. V. 2013. *Endophytic bacteria with plant growth promoting and biocontrol abilities.* (Dissertation). Leiden University, Netherlands
- Melliawati, R., Widyaningrum, D.N., Djohan, A.C. & Sukiman, H. 2006. *Pengkajian bakteri endofit penghasil senyawa bioaktif untuk proteksi tanaman.* *Biodiversitas.*7(3): 221-224.
- Nassar, A.H., El-Tarabily, K.A. & Sivasithamparam, K. (2005) Promotion of Plant Growth by an Auxin-Producing Isolate of the Yeast *Williopsis saturnus* Endophytic in Maize (*Zea mays* L.) Roots. *Biology and Fertility of soils.* 42 (2), Springer, 97-108.
- Nursulistyarini, Fenni. 2014. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Penghasil Antibakteri dari Daun Tanaman Binohang (Anredera cordifolia (Ten.) Steenis).* Tidak diterbitkan. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Pal A, Chattopadhyay A, Paul AK. 2012. Diversity and Antimicrobial Spectrum of Endophytic Bacteria Isolated from *Pedicularis foetida* L. *Int J Curr Pharm Res.* 4:123-127.

- Pelczar, M.J. dan E,C.S.Chan. 2008. *Dasar-dasar Mikrobiologi, Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Prasetyoputri, A dan Atmosukarto, Ines. 2006. *Mikrobiologi Endofit sumber Acuan Baru yang Berpotensi*. Biotrend. 1(2):13-15.
- Priharta AAYD, 2008. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dalam Batang Tanaman Artemisia annua L. yang diuji Potensi Antibakterianya terhadap Eschericia coli dan Staphylococcus aureus*. Skripsi tidak dipublikasikan. Jogjakarta:Universitas Sanata Darma.
- Pulungan, A.S.S. (2015). *Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Bioremediasi Senyawa Pencemar*. Jurnal Biosains, 1(1), pp.75-84.
- Purba, T. M. 2013. *Isolasi dan karakteristik bakteri endofitik dari umbi tanaman dahlia (Dahlia variabilis)*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru.
- Putri, Maharani. 2011. *Tanaman Obat Yang Harus Ada di Pekarangan Rumah Kita*. Yogyakarta : Sinar Ilmu.
- Putri, Uut Utami. 2016. *Untung Besar Dari Berkebun Pepaya, Jawa Barat : Cet 1*. Akar Publishing.
- Radji, M. 2005. *Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal*.Majalah Ilmu Kefarmasian. 2(3): 113-126.
- Ratna, Siri. 2012. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: teknik dan prosedur dasar Laboratorium*. Jakarta : PT Gramedia.
- Reinhold-Hurek B. Maes T, Gemmer S, Van Montagu M, Hurek T. An Edoglucanase is Involved in Infection of Rice Roots by the Not cellulose-metabolizing Endophyte Azoarcus sp. Strain BH72. 2006. Mol Plant Microbe Interact . Vol 19.
- Rukmana, Rahmat. 2013. *Pepaya*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Simanjuntak, p., Bustanusallam, Malini, Otovina, Rahayuningsih, Said. 2004. *Isolasi dan identifikasi artemisinin dari hasil kultivasi mikrooba endofit dari tanaman Artemisia annua*. Majalah Farmasi Indnoesia. Vol. 15 No. 2:68-74.
- Simarmata R, Lekatompessy S, Sukiman H. 2007. Isolasi mikroba endofitik dari tanaman obat sambung nyawa (Gymura procumbens) dan analisis potensinya sebagai antimikroba. Berk Penel Hayati 13 : 85-90.
- Soedarya, A.P. 2009. *Agribisnis Pepaya*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Strobel, G. & Daisy, B., 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. Microbiology and molecular biology reviews : MMBR, 67(4), pp.491–502

- Suketi, K., R. Poerwanto, S. Sujiprihati, Sobir, dan W. D. Widodo. 2010. *Karakter Fisik dan Kimia Buah Pepaya pada Stadia Kematangan Berbeda*. Jurnal Agronomi Indonesia, 38(1): 60-66.
- Sulistiyani, T. R. dan P. Lisdayanti. 2016. *Bioprospecting for microbial endophytes an their natural products*. Microbiology dan Molecular Biology Rev. 67 (4): 63-68
- Tarigan, J. 1988. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Departemen Pendidikan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Jakarta
- Tyas, WS. 2008. *Evaluasi Keragaman Pepaya (Carica papaya L.) di enam lokasi di Boyolali*. Skripsi Strata I. Institut Pertanian Bogor.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2011. *Pedoman Bertanam Pepaya*. Bandung: CV Nuansa Aulia.
- Warisno. 2003. *Budi Daya Pepaya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Wirakusumah, Emma.S. 1994. *Buah dan Sayur untuk Terapi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Yulianti,T. 2012. *Menggali Potensi Endofit untuk meningkatkan Kesehatan Tanaman Tebu Mendukung Peningkatan Produksi Gula*. Perspektif, 11(2), 112-122.

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian



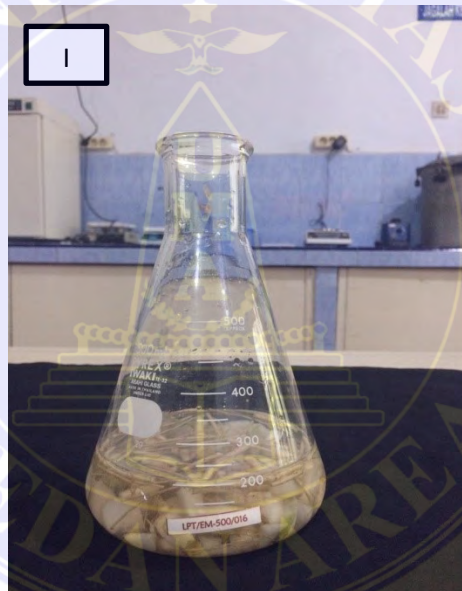
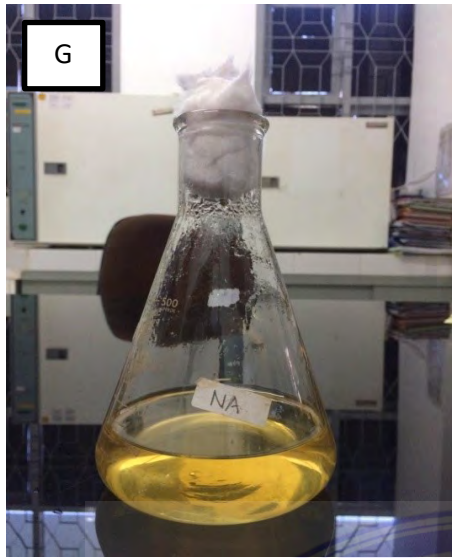
UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

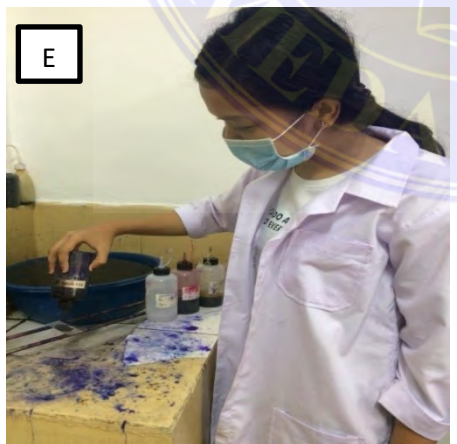
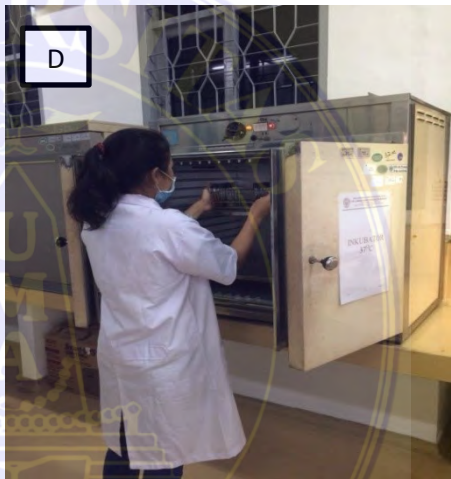
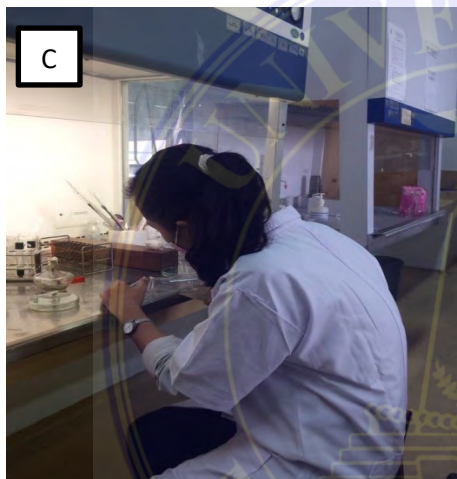
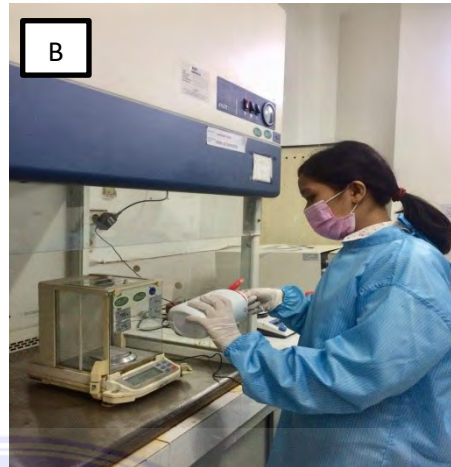
Document Accepted 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id



Keterangan Gambar : (A) Inkubator
 (B) Autoclave
 (C) Timbangan Analitik
 (D) Oven
 (E) Laminar Flow
 (F) Mikroskop
 (G) Media Na
 (H) Akar Pepaya
 (I) Akar Pepaya yang dipotong kecil-kecil

Lampiran 2. Proses penelitian



Keterangan Gambar : (A) Pengambilan Sampel
(B) Pembuatan Media
(C) Proses Pengenceran
(D) Penyimpan Media
(E) Proses pewarnaan Gram
(F) Uji Biokimia

UNIVERSITAS MEDAN AREA

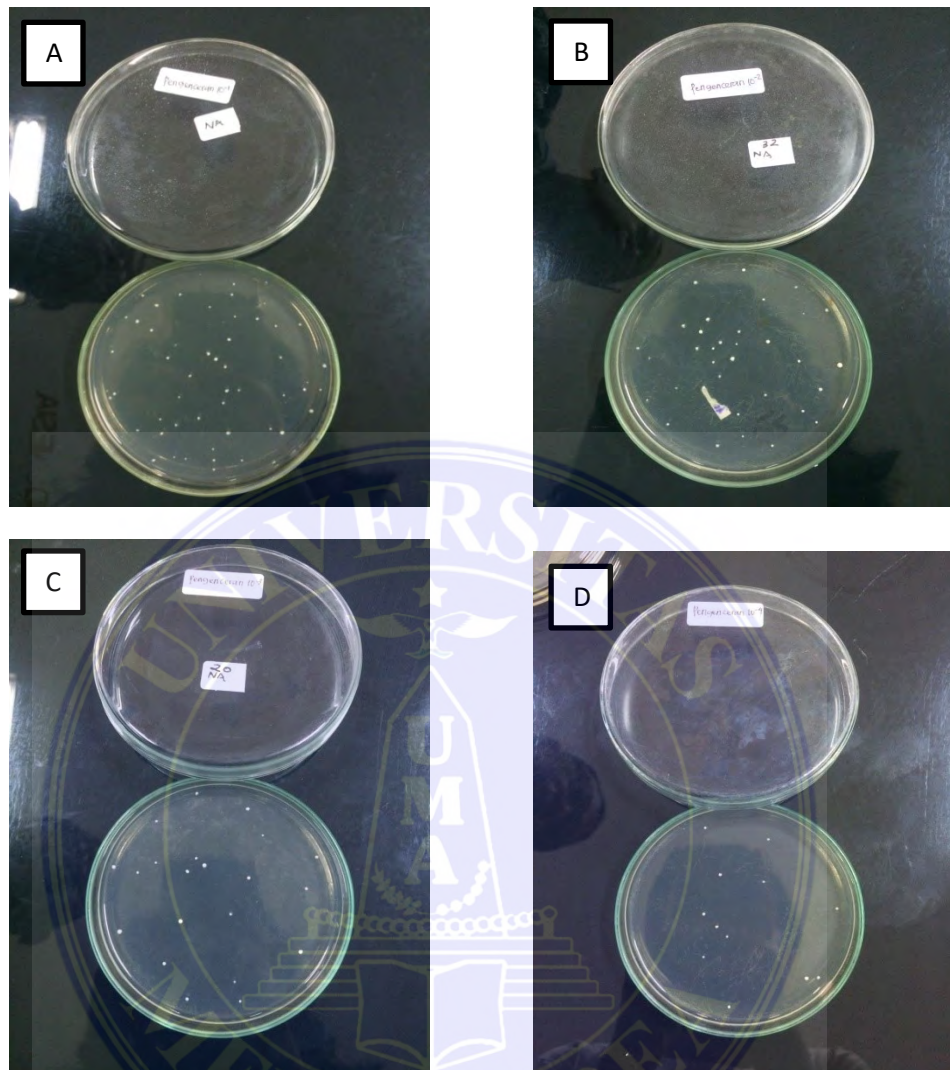
.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/21/19

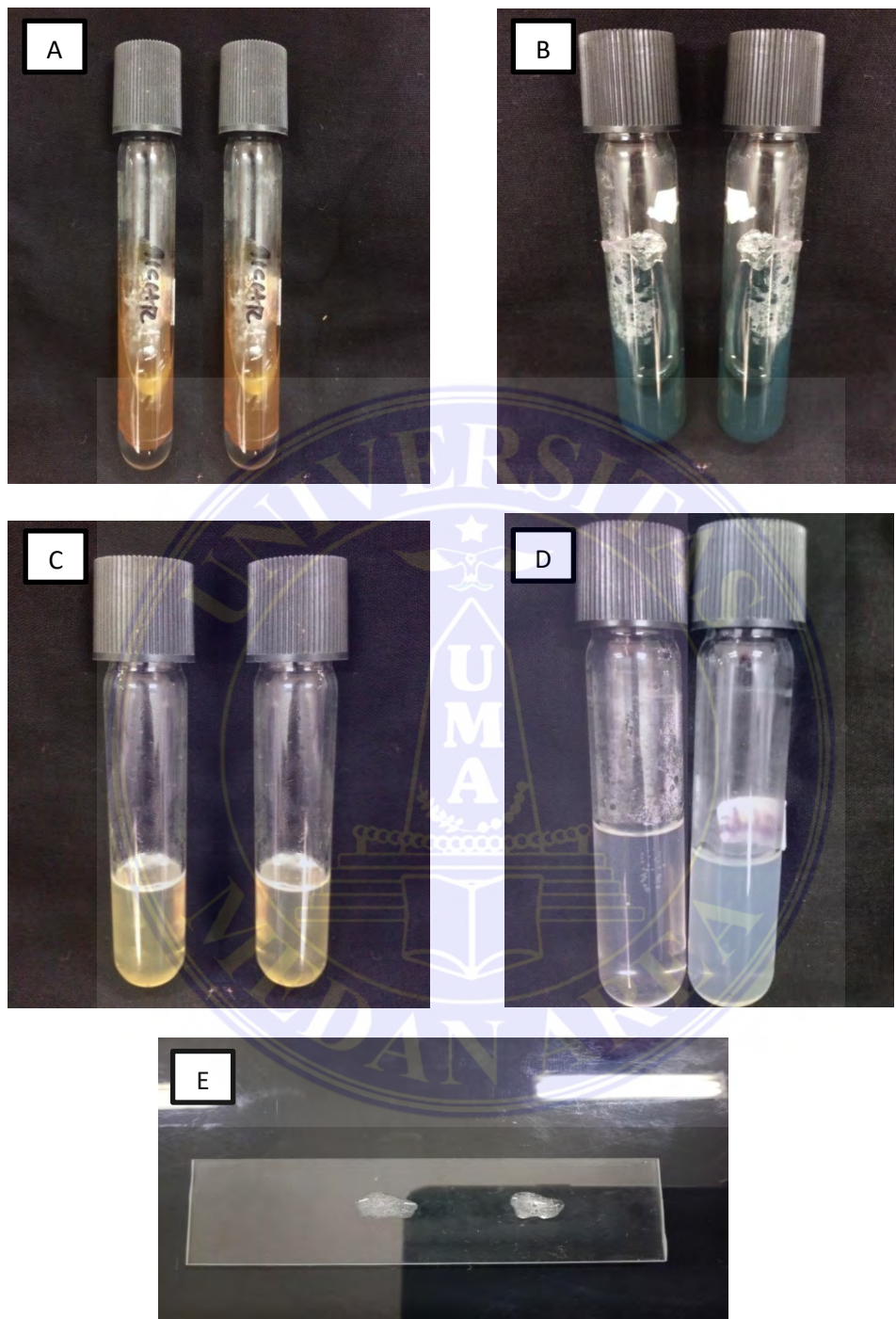
Access from repository.uma.ac.id

Lampiran 3. Hasil Pengenceran



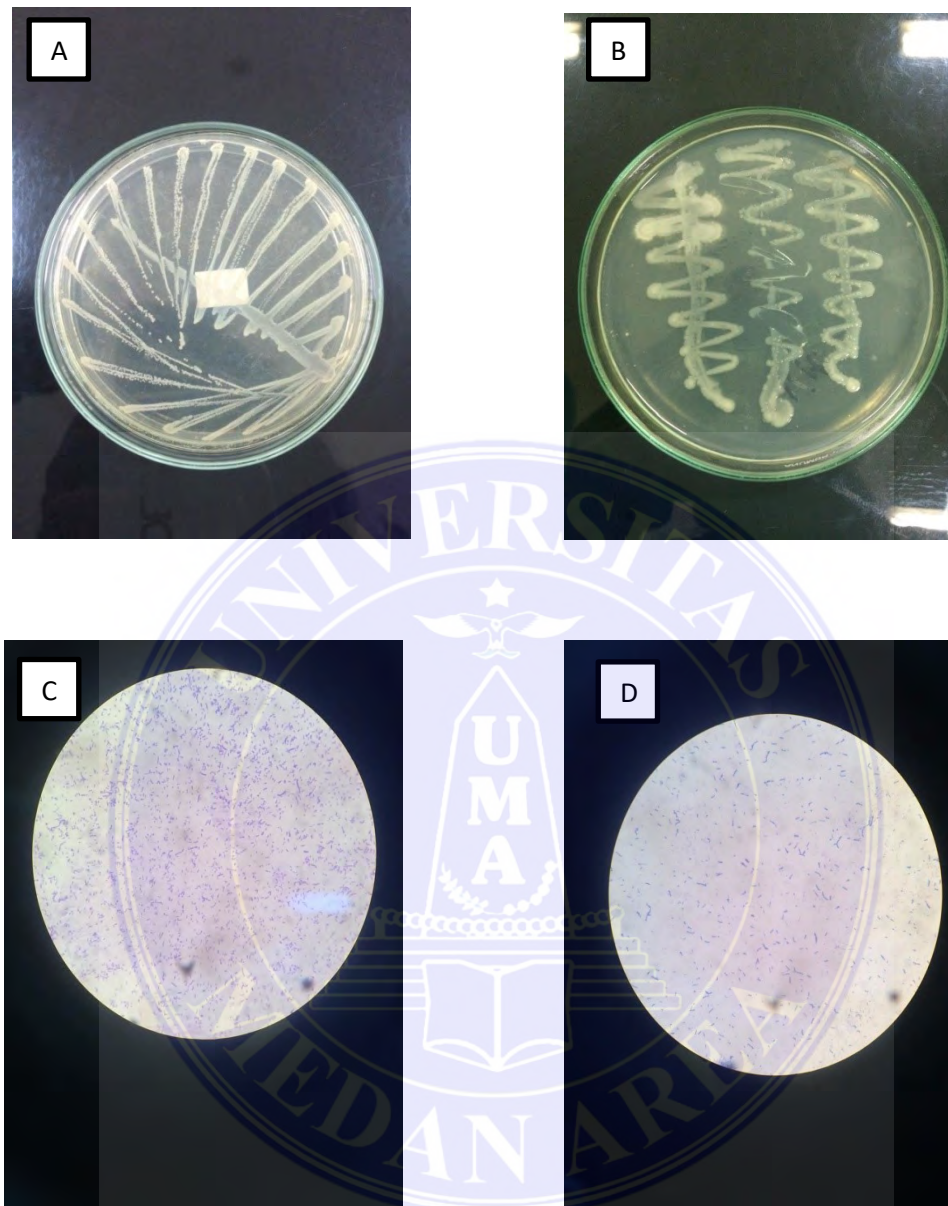
Keterangan Gambar : (A) Pengenceran 10^{-1}
(B) Pengenceran 10^{-2}
(C) Pengenceran 10^{-3}
(D) Pengenceran 10^{-4}

Lampiran 4. Uji Biokimia



Keterangan Gambar : (A) Uji TSIA
(B) Uji Sitrata
(C) Uji Motilitas
(D) Uji Gelatin
(E) Uji Katalase

Lampiran 5. Hasil Isolat



Keterangan Gambar : (A) Biakan Murni Ap1
(B) Biakan Murni Ap2
(C) Pewarnaan Gram Ap2
(D) Pewarnaan Gram Ap2