



## Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)

Available online <http://jurnalmahasiswa.uma.ac.id/index.php/jibioma>

Diterima: 11 Agustus 2020; Disetujui: 22 September 2020; Dipublish: 20 November 2020

### Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L)

#### *The Isolation and Characterization of Endophytic Bacteris in Papaya Roots (*Carica papaya* L)*

Guspi Wilda Sari Sianipar\*, Sartini, dan Riyanto

Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Medan Area, Indonesia

#### 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 preparasi 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*.

**Kata Kunci:** Isolasi, *Carica papaya*, Endofit

#### 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 AP<sub>1</sub> and AP<sub>2</sub>. 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*.*

**Keywords:** Isolation, *Carica papaya*, Endophytic

\*E-mail: [wildasarisianipar1997@gmail.com](mailto:wildasarisianipar1997@gmail.com)



## PENDAHULUAN

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 buah dan biji bisa dimanfaatkan dan memiliki nilai medis yang tinggi.

Akar pepaya dimanfaatkan sebagai obat cacangan, 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 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 jaringan biji, akar, batang dan daun. 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).

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 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). 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; Pulungan & Tumangger, 2018).

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 ; Chairunnisa et al, 2019). Setelah melakukan penetrasi, bakteri endofit akan berkolonisasi sehingga menghambat pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi (Pal et al. 2012; Rahmiati dan Mumpuni, 2017; Dewi et al, 2019). 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).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Utara. 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.

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.

## **Prosedur Penelitian**

### **Isolasi Bakteri Endofit**

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).

### **Identifikasi Isolat Bakteri Endofit**

#### **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 sampai 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).

### **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 37°C selama 24 jam. Karakteristik bakteri endofit secara visual meliputi bentuk koloni, tepi koloni, warna koloni dan permukaan koloni (elevasi).

### **Uji Biokimia**

#### **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 37°C selama 48 jam (Lay, 1994).

#### **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 37°C selama 48 jam. Perubahan warna dari hijau menjadi biru menunjukkan bahwa bakteri mampu menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Lay, 1994)

#### **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 gelatin. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Hasil positif terjadi apabila terjadi pencairan gelatin pada media berarti bakteri mampu menghasilkan enzim gelatinase dan hasil negatif jika media membeku (Lay, 1994)

#### **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 37°C. 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 H<sub>2</sub>S (Hidrogen Sulfida) dan bila media terangkat menandakan bahwa mikroba tersebut mampu untuk memproduksi gas (Lay, 1994)

### 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* (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung-gelembung udara dan hasil negatif tidak terbentuknya gelembung-gelembung udara (Lay, 1994)

### 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.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi bakteri endofit dari akar pepaya yang ditumbuhkan pada media NA di cawan petri dihitung jumlah koloni dan dilakukan pengamatan. Pada isolasi bakteri endofit ditemukan dua koloni yang berbeda yang diberi kode AP<sub>1</sub> dan AP<sub>2</sub>.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Isolat Bakteri Endofit.

Kode Isolat	Bentuk Koloni			
	Bentuk	Tepi	Elevasi	warna
AP <sub>1</sub>	Bulat	Rata	Cembung	Putih
AP <sub>2</sub>	Bulat	Licin	Datar	Putih

Berdasarkan data pada tabel 1. diketahui bahwa kedua jenis isolat bakteri endofit yang didapat memiliki karakteristik yang berbeda, perbedaan karakter tersebut terdapat pada tepi koloni, yaitu AP<sub>1</sub> memiliki tepi koloni rata, sedangkan AP<sub>2</sub> memiliki tepi koloni Licin. Karakteristik lain dari kedua isolat yaitu memiliki bentuk bulat pada AP<sub>1</sub> dan AP<sub>2</sub>,

memiliki warna koloni putih pada kedua isolat dan memiliki bentuk permukaan (elevasi) yang cembung pada AP<sub>1</sub> sedangkan pada AP<sub>2</sub> memiliki bentuk permukaan (elevasi) yang datar.

### **Karakteristik Bakteri Endofit**

Karakteristik berdasarkan mikroskopis meliputi bentuk morfologi sel dan warna sel. Pengamatan karakteristik isolat bakteri endofit dilakukan dengan pewarnaan gram dan uji biokimia. Pewarnaan gram dilakukan untuk mengetahui golongan bakteri gram positif atau bakteri gram negatif.

Tabel 2. Hasil Pewarnaan Gram Isolat Bakteri Endofit.

<b>Kode Isolat</b>	<b>Gram</b>	<b>Bentuk</b>	<b>Warna</b>	<b>Penataan sel</b>
AP1	Positif	Batang	Ungu	Bacillus
AP2	Positif	Batang	Ungu	Bacillus

Berdasarkan data pada tabel 2 diketahui bahwa kedua isolat merupakan bakteri gram positif dengan bentuk batang. Hal ini dapat diketahui dengan warna ungu pada sel bakteri setelah proses pewarnaan gram selesai.

Pewarnaan gram dilakukan untuk menentukan apakah bakteri tersebut bakteri gram positif atau negatif. Untuk gram positif akan memberikan warna ungu, hal ini disebabkan karena dinding sel bakteri ini tersusun atas peptidoglikan yang tebal, sehingga bakteri gram positif mengalami denaturase protein pada dinding selnya akibat pencucian dengan alkohol. Protein menjadi keras dan beku, pori-pori mengecil dan permeabilitas dinding sel berkurang sehingga kompleks Kristal violet yang berwarna ungu dipertahankan dan bakteri akan tetap berwarna ungu. Sedangkan bakteri gram negatif akan memberikan warna merah karena lipid yang terdapat didalam dinding selnya akan larut pada waktu pencucian dengan alkohol sehingga pori-pori dan dinding sel akan membesar dan menyebabkan terlepasnya kompleks Kristal Violet yang diserap sebelumnya dan bakteri akan berwarna merah setelah diberikan safranin (Brown, A. 2001).

Untuk mengetahui genus dari bakteri yang didapat maka selanjutnya melakukan identifikasi yaitu dengan melakukan uji biokimia. Uji biokimia dilakukan berdasarkan pada berbagai hasil metabolisme yang disebabkan oleh daya kerja enzim.

Berdasarkan data pada tabel 3 dibawah, diketahui bahwa kedua isolat bakteri endofit yang didapat yaitu AP<sub>1</sub> menunjukkan hasil positif terhadap uji Fermentasi Gula pada (gas), hasil negatif terhadap H<sub>2</sub>S, hasil positif terhadap uji katalase, hasil positif

terhadap uji motilitas, hasil negatif pada uji sitrat dan hasil positif pada uji gelatin. Sedangkan AP<sub>2</sub> menunjukkan hasil positif terhadap uji TSIA pada (gas), hasil negatif terhadap H<sub>2</sub>S, hasil positif terhadap uji katalase, hasil positif terhadap uji motilitas, hasil negatif terhadap uji sitrat dan uji gelatin. Uji biokimia dilakukan setelah hasil pewarnaan gram ditemukan adanya bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Uji biokimia bakteri merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi suatu biakan bakteri hasil isolasi melalui sifat-sifat fisiologisnya.

Uji Katalase merupakan uji yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri yang menghasilkan enzim katalase. Enzim katalase pada bakteri merupakan enzim yang berfungsi mengurai hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) yang terbentuk dari proses respirasi aerob terhadap bakteri, menjadi air (H<sub>2</sub>O) dan oksigen (O<sub>2</sub>). Enzim katalase endofit dideteksi dengan menggunakan larutan hidrogen peroksida 3% sebagai substrat. Larutan hidrogen peroksida 3% yang diteteskan pada koloni bakteri endofit yang merupakan katalase positif (memiliki enzim katalase) akan menghasilkan gelembung-gelembung oksigen pada permukaan koloni Berdasarkan uji katalase pada tabel 3 menunjukkan bahwa kedua isolat memiliki hasil katalase positif. Hal ini dapat dilihat dari terbentuknya gelembung udara atau gas pada objek gelas (Purba, 2013; Ismiati et al, 2020).

Tabel 3. Hasil Uji Biokimia

Berdasarkan hasil uji motilitas pada tabel 3 menunjukkan bahwa kedua isolat yaitu AP<sub>1</sub> dan AP<sub>2</sub> memiliki hasil motilitas positif. Hasil Uji Motilitas bakteri endofit yang diisolasi dari akar pepaya menunjukkan adanya pergerakan bakteri dengan alat bantu gerak yaitu flagel sehingga sel bakteri dapat berenang didalam lingkungan air. Motilitas

Kode Isolat	Slant	Fermentasi Butt	Gula Gas	H <sub>2</sub> S	Katalase	Motilitas	Sitrat	Gelatin
AP1	Kuning	Kuning	+	-	+	+	-	+
AP2	Kuning	Kuning	+	-	+	+	-	-

sebagian jenis bakteri motil terjadi pada suhu relatif rendah 15-25°C dan mungkin dapat menjadi tidak motil diatas suhu 37° C. Beberapa bakteri dapat melakukan gerakan meluncur yang sangat mulus yang hanya terjadi kalau bersentuhan dengan benda padat (Tarigan, 1988).

Hasil Uji Hidrolisis Gelatin pada AP<sub>1</sub> menunjukkan hasil yang positif pada bakteri, sedangkan AP<sub>2</sub> menunjukkan hasil yang negatif yang dapat dilihat dari media yang tidak mencair. Gelatin adalah protein yang diperoleh dari tulang, tulang rawan atau jaringan ikat hewani lainnya. Struktur utama gelatin adalah gel, sedangkan gelatin yang telah dicerna secara sempurna oleh bakteri tidak mampu membentuk gel dan bersifat cair (Lay, 1994).

Uji Fermentasi gula (TSIA) (*Triple Sugar Iron Agar*) ini bertujuan untuk melihat kemampuan dari suatu bakteri dalam memfermentasikan gula dan menghasilkan H<sub>2</sub>S atau gas. Pada media TSIA mengandung 3 macam gula yaitu glukosa, sukrosa dan laktosa. Uji H<sub>2</sub>S untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan asam amino yang mengandung sulfur. Asam amino ini dihasilkan saat protein dihidrolisis untuk memenuhi kebutuhan zat hara mikroorganisme. Pembentukan H<sub>2</sub>S ditandai dengan adanya endapan hitam pada dasar media yang berarti bakteri mampu menghasilkan senyawa desulfurase (Priharta, 2008).

Dari hasil uji TSIA diketahui bahwa bakteri endofit pada AP<sub>1</sub> dan AP<sub>2</sub> menunjukkan asam pada kedua isolat yang dapat diketahui dengan adanya perubahan warna media menjadi kekuningan pada bagian *Slant* dan *Butt*. ketika uji dilakukan, ini menandakan bahwa isolat tersebut dapat memfermentasi gula jenis glukosa sukrosa dan laktosa. Pada media TSIA juga dijumpai adanya pembentukan gas. Hal ini dapat dilihat dengan adanya rongga pada media TSIA yang menandakan terbentuknya gas. Sedangkan pada media TSIA tidak dijumpai adanya pembentukan H<sub>2</sub>S. Hal ini dapat dilihat pada media TSIA yang tidak dijumpai adanya endapan hitam dibagian bawah yang menandakan tidak terbentuknya H<sub>2</sub>S. Pembentukan gas pada media TSIA dapat dilihat dari adanya rongga yang terbentuk pada bagian bawah agar dan media terangkat, sedangkan pembentukan H<sub>2</sub>S dapat dilihat dari terbentuknya endapan berwarna hitam pada dasar media (Buchanan, 2003).

## **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.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhore, S.J. 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.
- 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.
- Chairunnisa, C., Riyanto, R., & Karim, A. (2019). Isolasi dan Uji Bakteri Lipolitik dalam Mendegradasi Minyak Pada Limbah Cair Kelapa Sawit di Kebun Marihat, Pematang Siantar. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 1(2), 44-52.
- 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.
- Dewi, L., Sartini, S., & Rahmiati, R. (2019). Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Usus Sapi (*Bos taurus*) serta Kemampuannya dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Eschericia coli* dan *Shigella* sp. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 1(1), 21-27.
- 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.
- Ismiati, I., Fauziah, I., & Rahmiati, R. (2020). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Pada Air Gambut di Kawasan Desa Sungai Daun Kecamatan Pasir Limau Kapas Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 2(1), 39-45.
- Lay, B. (1994). *Analisis Mikrobial di Laboratorium*. Jakarta: PT. Grafindi Persada.
- Malfanova, N. V. (2013). *Endophytic bacteria with plant growth promoting and biocontrol abilities*. (Dissertation). Leiden University, Netherlands
- Pal A, Chattopadhyay A, Paul AK. (2012). Diversity and Antimicrobial Spectrum of Endophytic Bacteria Isolated from *Peaderi 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., & Tumangger, D. (2018). ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT PENGHASIL ENZIM KATALASE DARI DAUN BUASBUAS (*PREMNA PUBESCENS BLUME*). *BIOLINK : Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan*, 5(1), 71-80. doi:<https://doi.org/10.31289/biolink.v5i1.1665>
- 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.
- Radji, M. (2005). Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian.* 2(3): 113-126.
- Rahmiati, R., & Mumpuni, M. (2017). Eksplorasi Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik Dan Potensinya Dalam Menghambat Bakteri Patogen. *Elkawanie*, 3(2), 141-150.
- Tarigan, J. (1988). *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Departemen Pendidikan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Jakarta.
- Yulianti, T. (2012). Menggali Potensi Endofit untuk meningkatkan Kesehatan Tanaman Tebu Mendukung Peningkatan Produksi Gula. *Perspektif*, 11(2), 112-122.