

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI PROTEOLITIK DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF PROTEOLYTIC BACTERIA FROM TOFU INDUSTRY LIQUID WASTE

Oleh: Kharisma Arethusa.¹, Nur Aeni Ariyanti, SP., MP., M.Agr., PhD.²

Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta

Email: kharismaarethusa97@gmail.com¹, nuraeni@uny.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri proteolitik dari limbah cair industri tahu, mengetahui karakter dan indeks protease bakteri proteolitik terpilih dari limbah cair industri tahu. Produksi enzim protease oleh bakteri proteolitik diketahui dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri pada media *Skim Milk Agar* (SMA). Perhitungan indeks proteolitik dilakukan pada bakteri yang memiliki aktivitas protease. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 13 isolat yang memiliki aktivitas protease. Satu isolat (LTN 19) dengan indeks protease tertinggi sebesar 3,15 dipilih untuk dikarakterisasi morfologi, mikroskopik, dan biokimia. Berdasarkan karakterisasi yang telah dilakukan, isolat LTN 19 memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* dengan persentase kemiripan sebesar 85,7%.

Kata kunci: bakteri proteolitik, enzim protease, limbah cair industri tahu

Abstract

The aims of this study were to do proteolytic bacteria isolation, to determine the character and protease index of selected proteolytic bacteria from tofu industry liquid waste. The production of protease enzyme by proteolytic bacteria is known by the presence of clear zone around bacterial colonies on Skim Milk Agar (SMA) media. Proteolytic index calculations are performed on bacteria that have protease activity. The results showed that there were 13 isolates that had protease activity. One isolate (LTN 19) with the highest protease index of 3.15 was selected for morphological, microscopic, and biochemical characterization. Based on the characterization that has been done, isolate LTN 19 has similarities with the genus Staphylococcus with a similarity percentage of 85.7%.

Keywords: proteolytic bacteria, protease enzyme, tofu industry liquid waste

PENDAHULUAN

Proses produksi tahu menghasilkan limbah cair sebanyak 43,5 sampai 45 liter per kilogram bahan baku kacang kedelai (Lisnasari, 1995 dalam Al Amin *et al*, 2017: 2) atau 4000 liter setiap harinya (Asril *et al*, 2019: 67). Limbah tersebut dibuang ke saluran-saluran pembuangan tanpa diolah terlebih dahulu karena belum ada sistem yang mengatur dikarenakan biaya yang cukup mahal dan kurangnya pengetahuan dalam mengelola limbah, sehingga dapat menyebabkan bau tak sedap dan berpotensi menjadi sumber pencemaran lingkungan (Yudhistira *et al*, 2016: 137).

Menurut Zahidah dan Shovitri (2013: 1), beberapa bakteri pendegradasi bahan organik dapat ditemukan pada tempat yang memiliki kandungan bahan organik tinggi seperti limbah cair tahu. Limbah cair tahu mengandung 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan 10% lemak (Wahjono dan Said, 1999 dalam Lestari, 2016: 84). Menurut Saraswati (2015 dalam Zulfa, 2019: 15), kandungan protein yang tinggi menyebabkan limbah cair tahu potensial untuk pertumbuhan mikroorganisme, terutama bakteri proteolitik yang dapat mensekresikan enzim protease ekstraseluler, yaitu enzim pemecah protein. Limbah cair industri tahu merupakan substrat yang menyediakan

komponen protein untuk nutrisi bagi bakteri proteolitik (Asril *et al*, 2019: 90).

Protease merupakan satu dari tiga kelompok enzim terbesar dari industri enzim, dimana sebesar 60% dari total enzim yang diperjualbelikan di seluruh dunia adalah protease (Gupta *et al.*, 2005 dalam Wardani *et al.*, 2012: 149), maka bakteri proteolitik memiliki prospek paling baik untuk dikembangkan karena dipandang cukup luas aplikasinya dalam berbagai industri (Kurniawati, 2012: 1). Penggunaan mikroorganisme sebagai sumber enzim protease merupakan cara yang paling mudah dan efisien dibandingkan dengan sumber yang lain, karena pertumbuhannya cepat dan dapat tumbuh pada substrat yang mudah didapat (Karina *et al*, 2016: 2).

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan bakteri proteolitik dalam limbah cair industri tahu serta karakter morfologi, mikroskopi, dan biokimianya, sehingga dapat dijadikan sebagai informasi sumber enzim protease dari bakteri dengan memanfaatkan limbah cair industri tahu sebagai substrat.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 1 November–10 Maret 2020 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Subjek Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah bakteri yang berada dalam limbah cair industri tahu yang diambil dari Industri Tahu di Sodomaran, Gamping, Sleman, Yogyakarta. Sampel penelitian adalah isolat bakteri proteolitik LTN 19 yang berhasil diisolasi dari Industri Tahu di Sodomaran, Gamping, Sleman, Yogyakarta.

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Industri Pembuatan Tahu Padukuhan Sodomaran, Desa Banyuraden, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam botol sampel steril yang berukuran 600 mL, kemudian dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi FMIPA UNY untuk segera dilakukan isolasi.

2. Isolasi Bakteri Proteolitik

Isolasi bakteri proteolitik dari sampel limbah cair tahu dilakukan dengan metode *spread plate* (Sanders, 2012: 3). Sampel limbah cair tahu dibuat seri pengenceran bertingkat 10^{-1} sampai 10^{-6} . Sebanyak 0,1 mL hasil pengenceran pada tiga seri pengenceran terakhir yaitu 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} diambil dengan menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam cawan Petri yang berisi media *Skim Milk Agar* dan diratakan dengan *drygalsky*. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 48 jam (Karina *et al*, 2016: 3).

3. Pemurnian Isolat Bakteri Proteolitik

Isolat bakteri proteolitik yang memperlihatkan zona *halodisekitar* koloni pada hasil isolasi dari pengenceran bertingkat diambil dengan menggunakan ose steril, kemudian digoreskan di permukaan *Nutrient Agar* (NA) dengan metode *Quadrant Streak Plate* (Benson, 2001: 85), lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 sampai 48 jam. Isolat murni bakteri ditandai dengan karakteristik yang seragam pada semua koloni isolat dalam satu cawan petri seperti bentuk koloni, tepi koloni, warna koloni, dan permukaan koloni. Isolat bakteri murni diambil dari koloni yang tumbuh di goresan terakhir pada media NA.

4. Uji Kemampuan Proteolitik

Uji kemampuan proteolitik dilakukan menurut Zahiroh (2013: 11), dengan menggunakan media SMA. Suspensi isolat bakteri proteolitik yang telah diremajakan diambil sebanyak 1 ose dan ditanam dengan

metode *point plate* ke dalam cawan Petri yang berisi media SMA, lalu diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Aktivitas bakteri dalam mendegradasi protein ditunjukkan dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Pengukuran zona bening dilakukan pada jam ke- 48. Besarnya diameter zona bening dihitung dengan rumus:

$$\text{Indeks Proteolitik} = \frac{\text{diameter zona halo}}{\text{diameter koloni}}$$

5. Karakterisasi Isolat bakteri Proteolitik

a. Pengecatan Gram

- 1) Gelas benda dibersihkan dengan alkohol 70%
- 2) Olesan (smear) dari isolat bakteri proteolitik berumur 18 jam dibuat, olesan disuspensikan dengan aquadest steril, kemudian difiksasi dengan api bunsen.
- 3) Olesan bakteri ditetesi dengan cat Gram A (kristal violet) secara merata, kemudian didiamkan selama 30 detik, lalu dibilas dengan aquadest hingga tetesan airnya jernih, dan dikering-anginkan.
- 4) Olesan bakteri ditetesi cat Gram B (iodin) secara merata, kemudian didiamkan selama 30 detik, lalu dibilas dengan aquadest hingga tetesan airnya jernih, dan dikering-anginkan.
- 5) Olesan bakteri ditetesi cat Gram C (etil alkohol 95%), didiamkan selama 10 detik, kemudian segera dialiri dengan aquadest untuk menghentikan aktivitas dekolorisasi, dan dikering-anginkan.
- 6) Olesan bakteri ditetesi dengan cat Gram D (safranin), kemudian didiamkan selama 20 detik, lalu dibilas dengan aquadest hingga tetesan airnya jernih, dan dikering-anginkan.
- 7) Preparat ditetesi minyak immersi dan diamati dengan mikroskop pada perbesaran 1000 kali (Brown & Smith, 2015: 64-66).

b. Pengamatan Morfologi Koloni

Isolat bakteri proteolitik diinokulasikan secara titik ke

permukaan media NA *Plate*. Isolat bakteri diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Karakteristik pertumbuhan yang diamati adalah warna, tepi, elevasi, dan konfigurasi (Brown & Smith, 2015: 160).

c. Uji Biokimia

1) Uji katalase

Uji katalase isolat bakteri dilakukan dengan cara mengoleskan isolat bakteri pada gelas benda, tanpa menggunakan aquadest. Olesan isolat bakteri tersebut kemudian ditetesi dengan larutan H₂O₂ 3%. Perubahan pada olesan bakteri diamati dengan hasil positif (+) ditandai dengan terbentuknya gelembung, sedangkan hasil negatif (-) ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung (Dewi, 2013: 145).

2) Uji indole

Isolat bakteri diinokulasikan secara tegak lurus pada media SIM tegak dengan menggunakan ose tusuk, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Setelah itu, isolat bakteri ditetesi dengan reagen *kovac's*. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya cincin merah pada bagian atas, hal tersebut disebabkan oleh indole beraksi dengan aldehid (Rahayu dan Gumilar, 2017 dalam Wahyuni *et al*, 2018: 482). Apabila warnanya tetap kuning kehitaman berarti menunjukkan hasil negatif (-) (Rahayu & Gumilar, 2017: 53).

3) Uji sitrat sebagai sumber karbon

Pengujian dilakukan dengan cara isolat bakteri diinokulasikan pada media *Simmon's Citrate slant* dengan menggunakan ose tusuk dengan ditusuk pada ujung media lalu digores secara zig-zag. Isolat bakteri diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Hasil positif (+) ditunjukkan dengan adanya perubahan warna media dari hijau menjadi biru, sedangkan hasil negatif (-) ditunjukkan oleh tidaknya adanya perubahan warna pada media. Hasil positif (+) dikarenakan penggunaan sitrat oleh bakteri menyebabkan hilangnya

asam pada biakan, sehingga terjadi peningkatan pH dan perubahan warna media dari hijau menjadi biru (Ulfa *et al*, 2016 dalam Wahyuni *et al*, 2018: 481).

4) Uji H₂S

Uji ini dilakukan dengan cara isolat bakteri diinokulasikan pada media SIM dengan menggunakan ose tusuk, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Hasil positif (+) ditandai dengan berubahnya media SIM menjadi hitam, sedangkan hasil negatif (-) adalah apabila media tidak berubah warna (Harti, 2015: 191).

5) Hidrolisis gelatin

Pengujian dilakukan dengan cara isolat bakteri diinokulasikan pada media NG secara tegak lurus dengan ose tusuk, kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Isolat bakteri kemudian disimpan ke dalam lemari es dengan suhu 4°C selama 30 menit dan diamati perubahannya. Hasil positif (+) ditandai dengan media yang tetap cair, sedangkan hasil negatif ditandai dengan media yang membeku (Arfah *et al*, 2014: 40).

6) Uji motilitas

Isolat bakteri diinokulasikan pada media NA tegak dengan menggunakan ose tusuk, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Hasil positif ditunjukkan oleh pertumbuhan bakteri yang menyebar pada media (Lay, 1994 dalam Ismail *et al*, 2017: 48).

7) Uji fermentasi karbohidrat

Uji fermentasi karbohidrat dilakukan dengan cara isolat bakteri umur 24 jam sebanyak 140 µL (2% dari volume media) diinokulasikan pada 7 mL media, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Hasil positif (+) basa ditunjukkan dengan berubahnya warna media menjadi merah gelap dengan permukaan berwarna merah muda, sedangkan hasil positif (+) asam ditunjukkan dengan berubahnya warna media menjadi kuning. Warna media yang tidak berubah menunjukkan hasil negatif

(-). Uji akan bersifat fermentasi asam campuran apabila warna medium berubah dan diikuti pembentukan gas pada tabung Durham dan uji akan bersifat fermentasi alkohol apabila terbentuk gas pada tabung Durham tanpa diikuti perubahan warna medium. (Apriani, 2015: 43).

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Alat-alat yang digunakan adalah *Petridish*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas beaker, mikropipet, tip pipet, gelas ukur, Erlenmeyer, jarum ose, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *autoclave*, inkubator, mikroskop, lampu bunsen, timbangan analitik, *Laminar Air Flow* (LAF), botol jam, oven, pipet tetes, batang pengaduk, jangka sorong digital, mikroskop, termometer, gelas benda, *cover glass*, dan korek api. Sedangkan, bahan-bahan yang digunakan adalah limbah cair industri tahu, media *Skim Milk Agar* (SMA), media *Nutrient Agar* (NA), media *Sulfide Indole Motility* (SIM), media *Starch Agar* (SA), media *Simmon Citrat Agar*, media *Nutrient Gelatin* (NG), media *Nutrient Broth* (NB) yang mengandung; maltosa, glukosa, dan laktosa, *phenol red*, *aquadest* steril, *aquabidest*, tusuk gigi steril, pH *stick*, *crystal violet*, *iodine*, *ethyl alcohol 95%*, *safranin*, dan minyak immersi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Proteolitik

Tabel 1. Hasil Isolasi Bakteri Proteolitik

No	Kode Isolat	Indeks Protease (IP)
1.	LT27	1,315
2.	LTN22	1,45
3.	LTN13	0,57
4.	LTN19	3,15
5.	LTN14	1,71
6.	LTN28	1,24
7.	LTN17	0,97
8.	LTN24	0,67
9.	LTN8	1,55
10.	LTN26	1,27
11.	LT1	1,15
12.	LT2	0,96
13.	LT3	0,45

Berdasarkan hasil isolasi bakteri proteolitik dari sampel, didapatkan 13 isolat yang memiliki aktivitas proteolitik. Ketigabelas isolat tersebut dipurifikasi, kemudian dihitung indeks proteasenya. Satu isolat bakteri proteolitik dengan indeks protease tertinggi dipilih untuk dikarakterisasi, yaitu isolat LTN 19 dengan indeks protease sebesar 3,15.



Gambar 1. Zona Bening pada Isolat LTN 19

Oleh karena terdapat protein di dalam media SMA, maka bakteri proteolitik akan menghasilkan enzim protease ekstraseluler yang berfungsi untuk mengubah protein dalam media SMA menjadi asam amino dan oligopeptida (Susanti & Fibriana, 2017: 114), sehingga dapat diserap dan dimanfaatkan oleh bakteri (Zahiroh, 2013: 10). Hilangnya protein di dalam media SMA ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni

bakteri. Menurut Pakpahan (2009: 26), terbentuknya zona bening merupakan indikator bahwa isolat bakteri termasuk ke dalam kelompok bakteri proteolitik.

Karakterisasi Isolat Bakteri Proteolitik

Tabel 2. Perbandingan Hasil Karakterisasi Isolat LTN 19 dengan Genus Acuan (*Staphylococcus*) berdasarkan *Bergey's*

Parameter	LTN 19	<i>Staphylococcus</i>
Warna	Kuning	Abu-abu/kuning
Tepi	<i>Smooth</i>	<i>Smooth</i>
Elevasi	<i>Raised</i>	<i>Raised</i>
Konfigurasi	<i>Round</i>	<i>Round</i>
Sifat Gram	+	+
Bentuk Sel	Bulat	Bulat
Uji Katalase	+	+
Uji Indole	-	-
Uji Sitrat	-	-
Uji H ₂ S	+	-
Hidrolisis Gelatin	+	+
Motilitas	+	-
Fermentasi glukosa	+	+
Fermentasi maltosa	+	+
Fermentasi laktosa	-	+

Hasil karakterisasi isolat bakteri proteolitik kemudian dibandingkan dengan cara *profile matching* menggunakan buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* dan *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Berdasarkan perbandingan tersebut, isolat LTN 19 memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* dengan persentase kemiripan sebesar 85,7%.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Isolasi bakteri dari limbah cair industri tahu pada media Skim Milk Agar (SMA) diperoleh 13 isolat yang memiliki aktivitas protease, dengan indeks protease tertinggi sebesar 3,15 yaitu pada isolat LTN 19. Isolat LTN 19 kemudian dikarakterisasi secara morfologi, mikroskopi, dan biokimia. Berdasarkan hasil katakterisasi dengan 15

parameter, isolat tersebut memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* dengan persentase kemiripan sebesar 85,7%.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi isolat bakteri proteolitik untuk mengetahui identitas bakteri tersebut hingga tingkat spesies.
2. Perlu dilakukan pengukuran aktivitas enzim protease secara kuantitatif untuk melihat nilai kemampuan bakteri proteolitik dalam menghasilkan enzim protease ekstraseluler.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, A., Yulia, A.E., & Nurbaiti. (2017). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*). *JOM FAPERTA*, 4(2), 1-11.
- Apriani, I. (2015). Isolasi, Seleksi, dan Karakterisasi Bakteri Mannolitik yang Berasal dari Seresah Tanaman Sawit. *Biolmi: Jurnal Pendidikan*, 1(1), 42-45.
- Arfah, R.A., Patong, A.R., Ahmad, A., & Djide, M.N. (2014). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Termofil Penghasil Amilase dari Sumber Air Panas Lejja Sulawesi Selatan. *Alkimia*, 2(2), 36-46.
- Asril, M., & Leksikowati, S.S. (2019). Isolasi dan Seleksi Bakteri Proteolitik Asal Limbah Cair Tahu sebagai Dasar Penentuan Agen Pembuatan Biofertilizer. *Journal of Islamic Science and Technology*, 5(2), 86-99.
- Benson. (2001). *Microbial Application Lab Manual*, 8th ed. California: The McGraw-Hill Companies.
- Brown, A, Smith, H 2015, *Benson's Microbiological Applications Laboratory Manual in General Microbiology 13 th Edition*, McGraw-Hill, New York.
- Dewi, A.K. (2013). Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap *Amoxicillin* dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2), 139-150.
- Harti, A.S. (2015). *Mikrobiologi Kesehatan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ismail, Y.S., Yulvizar, C., & Putriani, P. (2017). Isolasi, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri AsamLaktat dari Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Bioleuser*, 1(2), 48.
- Karina, A.N., Hussain, D.R., Johannes, E., & Nawir, N.H. (2016). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Proteolitik dari Saluran Pembuangan Limbah Industri Tahu. <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/19170> diakses pada 17 April 2020 pukul 16.09 WIB.
- Kurniawati, H.D. (2012). Seleksi, Karakterisasi, dan Identifikais Isolat Bakteri Termofilik Pasca Erupsi Merapi sebagai Penghasil Enzim Protease. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Lestari, P. (2016). Biodegradasi Limbah Cair Tahu Dari Mikroorganisme Indigen Sebagai Bahan Ajar Mikrobiologi Lingkungan Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 2(1) 84.
- Pakpahan, S. (2009). Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Protease Termofilik dari Sumber Air Panas Sipoholon Tapanuli Utara Sumatera Utara. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Rahayu, S. A. & M. H. Gumilar. (2017). Uji Cemar Air Minum Masyarakat sekitar Margahayu Raya Bandung dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*. *IJPST*, 4(2), 53-54.
- Sanders, E.R. (2012). *Aseptic Laboratory Techniques: Plating Methods*.

Journal of Visualized Experiments,
e3064 10.3791/3064, DOI :
10.3791/3064.

Susanti, R. & Fibriana, F. (2017). *Teknologi Enzim*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Wahyuni, R.M., Sayuti, A., Abrar, M., Erina., Hasan, M., & Zainuddin. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Enterik Patogen pada Badak Sumatera (*Dicerorhinus sumatrensis*) di Suaka Rhino Sumatera (SRS), Taman Nasional Way Kambas (TNWK) Lampung. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(4):474-487.

Wardani, A.K., & Nindita, L.O. (2012). Purifikasi Dan Karakterisasi Protease dari Bakteri Hasil Isolasi dari Whey Tahu. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(3), 149-156.

Yudhistira, B., Andriani, M., & Utami, R. (2016). Karakterisasi: Limbah Cair Industri Tahu dengan Koagulan yang Berbeda (Asam Asetat dan Kalsium Sulfat). *Caraka Tani – Journal of Sustainable Agriculture*, 31(2), 137-145.

Zahidah, D., & Shovitri, M. (2013). Isolasi, Karakterisasi, dan Potensi Bakteri Aerob sebagai Pendegradasi Limbah Organik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1), E12-E15.

Zahiroh, S. (2013). Fermentasi Biji Kopi Menggunakan Bakteri Selulolitik, Xilanolitik, dan Proteolitik Asal Luwak. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Zulfa, M. (2019). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss) dalam Kultur Hidroponik Rakit Apung. *Skripsi*. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.