

**KARAKTERISASI BAKTERI PENGIKAT NITROGEN DARI LIMBAH  
TAHU DAN APLIKASINYA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN  
CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.)**

**SKRIPSI**

**Diajukan oleh :**

**NURUL AMALIYA  
NIM. 160703009  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM-BANDA ACEH  
2021-2022**

**KARAKTERISASI BAKTERI PENGIKAT NITROGEN DARI LIMBAH  
TAHU DAN APLIKASINYA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN  
CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.)**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**NURUL AMALIYA**  
**NIM. 160703009**  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Biologi

Disetujui untuk dimunaqasyahkan oleh :

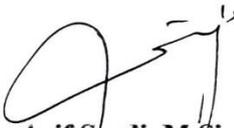
**Pembimbing I,**

  
**Swafriani Sari Lubis, M.Si**  
NIDN. 2025048003

**Pembimbing II,**

  
**Diannita Harahap, M.Si**  
NIDN. 2022038701

Mengetahui,  
**Ketua Program Studi Biologi**

  
**Arif Sardi, M.Si**  
NIDN. 2019068601

**KARAKTERISASI BAKTERI PENGIKAT NITROGEN DARI LIMBAH  
TAHU DAN APLIKASINYA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN  
CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*)**

**TUGAS AKHIR/SKRIPSI**

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu Biologi

Pada Hari/Tanggal : 25 Juli 2022  
26 zulhijjah 1443  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas akhir/Skripsi

Ketua



**Syafrina Sari Lubis, M.Si**  
NIDN. 2025048003

Sekretaris



**Raudhah Hayatillah, M.Sc**  
NIDN. 2025129302

Penguji I,



**Diannita Harahap, M.Si**  
NIDN. 2022038701

Penguji II,



**Muslich Hidayat, M.Si**  
NIDN. 2002037902

Mengetahui,

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



**Dr. Azhar Amsal, M.Pd**  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Amaliya  
NIM : 160703009  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu dan Aplikasinya Terhadap Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*)

Dengan ini menyatakan dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

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

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

Banda Aceh, Juli 2022

Yang menyatakan,



Nurul Amaliya

## ABSTRAK

Nama : Nurul Amaliya  
NIM : 160703009  
Program Studi : Biologi Sains dan Teknologi (FST)  
Judul : Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen Dari Limbah Tahu dan Aplikasinya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabe Merah (*Capsicum annum L.*)  
Tanggal Sidang : 25 Juli 2022  
Tebal Skripsi : 90 lembar  
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si  
Pembimbing II : Dianita Harahap, M.Si  
Kata Kunci : Limbah Cair Tahu, bakteri pengikat nitrogen, Partumbuhan Cabai Merah.

Limbah tahu mengandung nutrisi yang dibutuhkan tanaman mikroba pengikat nitrogen. Penelitian ini untuk mengetahui karakteristik bakteri pengikat nitrogen dari hasil isolasi limbah cair tahu dan pengaruh bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu terhadap pertumbuhan tanaman cabe merah *Capsicum annum L.* Isolasi bakteri menggunakan media Jensen's Metode yang digunakan dengan streak plate di peroleh 12 isolat. Hasil pengamatan morfologi koloni menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda yaitu bentuk koloni bulat, tak beraturan dan titik-titik. 8 isolat berbentuk basil (Gram Positif), 4 isolat berbentuk coccus (Gram Negatif) dan 1 isolat memiliki endospora. Berdasarkan hasil identifikasi bakteri pengikat nitrogen pada limbah tahu terdapat 5 isolat *Amphibacillus*, 3 isolat *Mycobacterium*, 1 isolat *Neisseria*, 2 isolat *Azobacter* dan 1 isolat *Bacillus*. Berdasarkan pengujian perlakuan inokulum terhadap tanaman cabe merah menunjukkan hasil signifikan mempengaruhi tinggi tanaman sebesar 0,657, jumlah helaian daun dengan nilai signifikan sebesar 0,136, panjang akar dengan nilai signifikan sebesar 0,085 dan berat basah akar dengan nilai signifikan sebesar 0,091.

## ABSTRACT

Name : Nurul Amaliya  
NIM : 160703009  
Study program : Biologi  
Title : Characterization of Nitrogen-fixing Bacteria From Tofu Waste and Its Application to Red Chili Plants (*Capsicum Annum L.*)

Tofu waste contains nutrients needed by nitrogen-fixing microbial plants. This research was to determine the characteristics of nitrogen-fixing bacteria from the isolation of tofu liquid waste and the effect of nitrogen-fixing bacteria from tofu waste on the growth of red chili plants, *Capsicum annum L.* Isolation of bacteria using Jensen's media. The method used with streak plates resulted in 12 isolates being obtained. The results of observations of colony morphology showed different characteristics, namely round, irregular and dotted colony shapes. 8 isolates were bacilli (Gram Positive), 4 isolates were coccus (Gram Negative) and 1 isolate had endospores. Based on the identification results of nitrogen-fixing bacteria in tofu waste, there were 5 isolates of *Amphibacillus*, 3 isolates of *Mycobacterium*, 1 isolate of *Neisseria*, 2 isolates of *Azobacter* and 1 isolate of *Bacillus*. Based on testing of inoculum treatment on red chili plants, the results showed that it significantly affected plant height by 0.657, number of leaves with a significant value of 0.136, root length with a significant value of 0.085 and wet root weight with a significant value of 0.091.

## KATA PENGANTAR



Puji beserta syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmatnya berupa kesehatan, kesempatan serta karunianya sudah memberi pengetahuan kepada saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Karakterisasi bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu dan aplikasinya terhadap pertumbuhan tanaman cabe merah (*Capsicum annum* L.).** Shalawat dan salam saya sanjungkan kepada baginda besar kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita ke jaman jahiliah sampai ke jaman islamiyah.

Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk menyelesaikan studi di Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Dalam menyelesaikan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari banyak pihak yang membantu baik bimbingan, arahan, dan saran, maupun dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua saya, Almh. Hj. Khadijah dan Bapak H. Sofyan atas ketulusan kasih sayangnya, sehingga memberi bantuan dalam bentuk doa dan material untuk kesuksesan penulis dalam menyelesaikan kuliah.
2. Dr. Azhar Amsal, M.Pd. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
3. Bapak Arif Sardi, M.Si selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-raniry Banda Aceh, dan selaku penguji 1 saya yang sudah memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi dan ilmu selama aktivitas kuliah hingga sampai siding skripsi.
4. Ibu Kamaliah, M.Si, Selaku Sekretaris Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Yang Telah Membantu dalam Segala Keperluan.
5. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si selaku pembimbing I skripsi yang sudah memotivasi, memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi dan ilmu

selama aktivitas kuliah, hingga memberi dukungan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

6. Ibu Dianita Harahap, M.Si. selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan, saran, nasihat, koreksi, dan ilmu selama aktivitas kuliah dan hingga sampai bimbingan skripsi.
7. Ibu Raudhah Hayatillah, M.Sc. sebagai sekeretaris sidang skripsi yang telah memberikan masukan, saran, nasehat koreksi dan ilmu selama aktivitas kuliah, hingga sampai sidang skripsi.
8. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh.
9. Kepada sahabat saya Fatillah, S.Si, Nova Irmayanti, S.Si, Sri Riski, S.Si dan seluruh teman-teman dari Biologi leting 2016 yang telah memberikan semangat, dukungan, serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, baik dari segi bahasa, susunan kalimat maupun isi. Oleh karena itu, segala kerendahan hati, saya sebagai penulis menerima segala kritikan serta saran. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi saya khususnya, serta bagi pembaca. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi dan melimpahkan rahmat dan ridhaNya. Aamiin.

Banda Aceh, Agustus 2023  
Penulis

Nurul Amaliya  
NIM: 160703009

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	7
1.3. Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1. Deskripsi Tanaman Cabe Merah .....	8
2.3. Pemanfaatan Mikroba Pada Limbah Tahu .....	14
2.4. Peranan dan Aplikasi Bakteri Pengikat Nitrogen Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai.....	15
<b>BAB III. METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	19
3.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.3 Bahan dan Alat .....	20
3.4 Cara Kerja.....	20
3.4.1. Pengambilan Sampel Limbah Cair Tahu.....	20
3.4.2. Isolasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Cair Tahu.....	20
3.5 Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen .....	21
3.5.1. Karakteristik dan Uji Biokimia.....	21
3.5.2. Pewarnaan Gram.....	21
3.5.3. Uji Motilitas.....	22
3.5.4. Uji Katalase .....	22
3.5.5. Uji TSIA .....	23
3.5.6. Uji Sitrat .....	23
3.5.7. Uji Urease.....	24
3.6. Aplikasi Bakteri Pengikat Nitrogen Pada Tanaman Cabai.....	24
3.6.1 Persemaian Bibit Cabe Merah ( <i>Capsicum annum</i> L.).....	24
3.6.2 Persiapan Inokulum Isolat Bakteri Pengikat Nitrogen .....	25
3.7. Analisis Data.....	25
<b>BAB IV. HASIL dan PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Hasil Penelitian.....	27

4.1.1. Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu	27
4.1.2. Kemampuan Isolat Bakteri Pengikat Nitrogen Dari Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabe Merah ( <i>Capsicum annum L.</i> ) .....	30
4.2. Pembahasan .....	33
4.2.1. Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu	33
4.2.2 Pengaruh Isolat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabe.....	48
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>56</b>
Kesimpulan .....	56
Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman cabe merah ( <i>Capsicum annum L.</i> ).....	10
Gambar 2.2 Siklus nitrogen.....	16
Gambar 4.1 Isolasi bakteri pengikat nitrogen .....	27
Gambar 4.2 Hasil grafik pertumbuhan tanaman cabe merah.....	32
Gambar 4.3. Gambar uji Pewarnaan Gram .....	34
Gambar 4.4. Gambar uji endospora .....	34



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.2 jadwal Pelaksanaa Penelitian .....	19
Tabel 4.1 karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu .....	27
Tabel 4.2 Hasil Uji Biokimia Isolat Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu.....	28
Tabel 4.3 Hasil Rata-Rata Uji Normalitas .....	30
Tabel 4.4 Hasil Uji Anova .....	31
Tabel 4.5 Identifikasi dan Uji Biokimia Bakteri Pengikat Nitrogen Pada Limbah Tahun .....	37



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi kegiatan .....	67
Lampiran 2 Data pertumbuhan cabe merah .....	71
Lampiran 3 Jumlah rata-rata pertumbuhan tanaman.....	73
Lampiran 4 Surat keterangan pemimbing .....	74
Lampiran 5 Surat bebas penelitian.....	75
Lampiran 7 Surat riwayat hidup .....	76



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Pabrik tahu berkembang sangat pesat di Indonesia seiring dengan kebutuhan konsumsi perkapita seluruh masyarakat Indonesia yang semakin meningkat. Indonesia memiliki 84.000 pabrik tahu dari skala rumah tangga hingga skala besar dengan pekerja lebih dari 100 pekerja (Faisal *et al.*, 2016). Dalam memproduksi tahu dibutuhkan 2,56 juta ton kedelai setiap tahunnya, namun dengan jumlah sebesar itu industri tahu mampu menghasilkan 20 juta m<sup>3</sup>/tahun limbah cair tahun 1.024 juta ton limbah padat (Asril & Leksikowati 2019). Permasalahan utama dari limbah tahu di lingkungan adalah limbah yang dihasilkan selama proses pencucian, pengeringan dan pencetakan sangat tinggi. Limbah tahu mengandung bahan organik yang sangat tinggi dan pH yang asam (Faisal *et al.*, 2014).

Pabrik pengolahan tahu merupakan pabrik yang cukup berkembang di Indonesia. Pabrik ini telah memproduksi limbah tahu yang dihasilkan dari pencucian, pengeringan serta pencetakan. Jumlah limbah tahu yang dihasilkan setiap harinya memperoleh 4000 liter (Asril *et al.*, 2019). Limbah tahu dengan jumlah yang cukup tinggi tersebut mengandung protein dan bahan organik yang cukup tinggi (Faisal *et al.*, 2014) dan memiliki cukupnya sediaan nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Hidayani *et al.*, 2015). Akan tetapi, bahan organik tersebut masih dalam bentuk kompleks sehingga sulit untuk didegradasi oleh organisme tanah dan menyebabkan pencemaran air dan tanah. Salah satu upaya

yang dilakukan dalam penanganan limbah tahu ialah dengan memanfaatkan produksi limbah tahu sebagai substrat isolasi bakteri proteolitik (Asril *et al.*, 2019).

Unsur nitrogen dari udara bebas  $N_2$ . Penambatan unsur nitrogen tersebut dibantu oleh bakteri penambat hara seperti *Rhizobium* sp. bakteri *Rhizobium* sp. mampu mengikat nitrogen bebas di udara  $N_2$  yang berada di udara menjadi ammonia  $NH_3$  yang akan di ubah menjadi asam amino yang selanjutnya menjadi senyawa nitrogen yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Saputo, 2018).

Bakteri yang mampu mengikat nitrogen bebas di udara dapat menjadikannya ammonia  $NH_3$  dengan bantuan enzim *nitroginase*. Enzim *nitroginase* ini umumnya ditemukan di bakteri *Diazotroph*, *Cyanobacteria*, *Rhizobia*, *Frankia*, dan *Azetobacteraceae*. Ammonia  $NH_3$  dan hasil fiksasi bakteri kemudian mengalami amonifikasi menjadi amonium  $NH_4$ . Ammonium selanjutnya berubah menjadi nitrit dan nitrat yang bias diabsorvasi oleh tanaman melalui proses nitrifikasi (Asril, 2019).

Beberapa bakteri yang hidup pada tanaman kedelai membantu mendapatkan N dengan mengubah N di atmosfer menjadi bentuk N yang dapat digunakan oleh tanaman. Bakteri ini hidup di dalam nodul akar tanaman legum yang berfungsi secara baik, apabila tanaman tumbuh pada tanah dengan kisaran pH yang sesuai. Upaya untuk memperbaiki keasaman tanah dapat di lakukan dengan pengapuran. Tujuan dari pengapuran adalah untuk meningkatkan pH tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman, mengurangi kelarutan

unsur beracun seperti Fe, Al dan Mn, memperbaiki struktur tanah, serta mempercepat perkembangan akar dan jasad renik (mikroba) terutama bakteri pengikat Nitrogen dan nitrifikasi (Saputro, 2017).

Nitrogen yang dibutuhkan tanaman untuk proses sintesis asam-asam amino, protein, klorofil, koenzim dan asam laktat. Tanaman yang kekurangan nitrogen memperlihatkan gejala daun kecil, pucat, berwarna hijau kuning dan akhirnya gugur sebelum waktunya. Umumnya petani menggunakan pupuk urea (pupuk kimiawi) untuk membantu tanaman dalam memenuhi nitrogen. Padahal tanaman dapat memenuhi unsur hara nitrogen dengan bantuan bakteri pengikat nitrogen, baik yang bersimbiosis maupun non simbiotik (bebas) dengan tanaman tersebut (Asrul, 2019). Bakteri yang berpotensi untuk digunakan dalam pupuk hayati diantaranya *Azobacter* sp., *Azospirillum* sp. mampu mengubah nitrogen  $N_2$  dalam atmosfer menjadi ammonia yang dihasilkan diubah menjadi ammonia  $NH_3$  melalui proses pengikatan nitrogen dimana ammonia dihasilkan dapat diubah menjadi protein dibutuhkan oleh tanaman (Setiawati *et al.*, 2017).

Tanaman cabai yang dibudidayakan memperoleh hara N, P dan K dari pupuk anorganik dan pupuk organik. Penyerapan hara N, P, dan K oleh tanaman, dipengaruhi oleh ketersediaan haranya, penyerapan hara oleh tanaman cabe terus terjadi selama tanaman masih memerlukan unsur hara ini untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Nitrogen sebagai pembangun asam nukleat, protein, bioenzim, dan klorofil (Dubey *et al.*, 2017).

Kendala yang sering dihadapi oleh petani dalam budidaya tanaman cabe yaitu tingkat gugur bunga yang cukup tinggi, hanya 52,6% yang berhasil bunga menjadi buah dimana dari 500 bunga menjadi 263 bunga yang jadi buah (Alqamari *et al.*, 2016). Pupuk organik adalah bahan yang sebagian besar berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa untuk menyediakan hara dan bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sebagian bahan organik mengandung bahan patogen, dan biji-biji gulma dan dengan pemberian mikroba atau jamur tertentu, mikroba yang patogen dapat dikendalikan. Mikroba patogen yang umum terdapat di dalam tanah dapat dikendalikan dengan memasukkan jamur antagonis seperti, *Azotobacter* sp, mikroba pendegradasi selulose, *Pseudomonas* sp, Pada saat yang sama jamur tersebut dapat berfungsi meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk (Dalimunthe, 2017).

Unsur N yang tersedia dalam jumlah cukup akan memberikan hasil yang baik untuk pertumbuhan. Pemberian komposisi inokulum bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai, diantaranya ialah diameter batang. Selain optimalisasi fotosintesis, unsur N juga digunakan untuk membangun protoplasma sel dan pembentukan enzim. Sedangkan unsur P ialah unsur pelengkap dalam pembentukan protein, enzim dan inti sel, serta bahan dasar untuk membantu proses asimilasi dan respirasi (Rahma, 2015).

Pemberian pupuk organik pada tanah memberikan pengaruh terhadap biologi tanah yaitu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan

keragaman mikroba tanah. Semakin tinggi populasi dalam media tanam menyebabkan proses dekomposisi meningkat sehingga unsur hara dalam tanah menjadi tersedia bagi tanaman, unsur hara akan terpenuhi secara maksimal sejalan dengan peningkatan jumlah bahan organik pada tanah yang berperan dalam meningkatkan jumlah mikroorganisme di dalam tanah dan berperan dalam proses dekomposisi dan berpengaruh pada suplai hara (Marian, 2019).

Produktivitas untuk peningkatan cabai merah besar dapat dilakukan dengan pemupukan menggunakan pupuk hayati. Kandungan yang terdapat pada pupuk hayati yaitu mikroorganisme tanah yang dapat membantu menyuburkan tanah dan kebutuhan unsur hara tanaman cabai. Penggunaan dengan mikroorganisme tanah ini tidak mencemari lingkungan karena tidak menggunakan senyawa kimia, serta dapat memperbaiki struktur tanah dan ketersediaan hara dalam tanah (Wahyuningratri *et al.*, 2017).

Penggunaan campuran mikroorganisme sebagai mikroba dari penyusun biofertilizer yang berguna bagi tanaman, yang layak dan menguntungkan untuk dikembangkan. Mikroorganisme yang terdiri dari bakteri yeast, dan jamur hidup yang bersimbiosis/saling menguntungkan dengan akar tanaman, yang mana bakteri pengikat N, pelarut P, pendegradasi bahan organik dan mikoriza akan memberikan unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K dan C, serta mempermudah penyerapan unsur hara oleh tanaman, selain itu, mikroba juga memberikan hormon pertumbuhan bagi tanaman. Bakteri pengikat N akan mengikat N dari udara dengan dibantu oleh enzim nitrogenase yang menghasilkan dua molekul ion  $\text{NH}_3^+$  yang mudah

diserap akar tanaman. Selain itu, bakteri pengikat N juga mampu menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman seperti auksin dan giberelin (Surtiningsih, 2015).

Bakteri penambat nitrogen non simbiotik dengan genus *Azobacter*, bakteri pelarut fosfat dengan genus *Bacillus*, dan mikoriza ialah kumpulan dari genus *Glomus* dan *Acaulospora*. Salah satu upaya untuk pendekatan dalam menekan penggunaan pupuk sintetik pada sektor pertanian adalah dengan cara memanfaatkan penambat N (BPN), dan mikoriza terhadap pertumbuhan cabe merah (*Capsicum annum L.*) (Rahma, 2015).

Penelitian mengenai isolasi bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu masih belum banyak dieksplorasi dan aplikasinya pada berbagai tanaman. Berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Karakterisasi bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu dan aplikasinya terhadap pertumbuhan tanaman cabe merah (*Capsicum annum L.*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, bahwa rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Bagaimanakah karakteristik bakteri pengikat nitrogen pada isolasi limbah cair tahu ?
2. Bagaimanakah pengaruh bakteri pengikat nitrogen dari limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman camerahi (*Capsicum annum L.*) ?

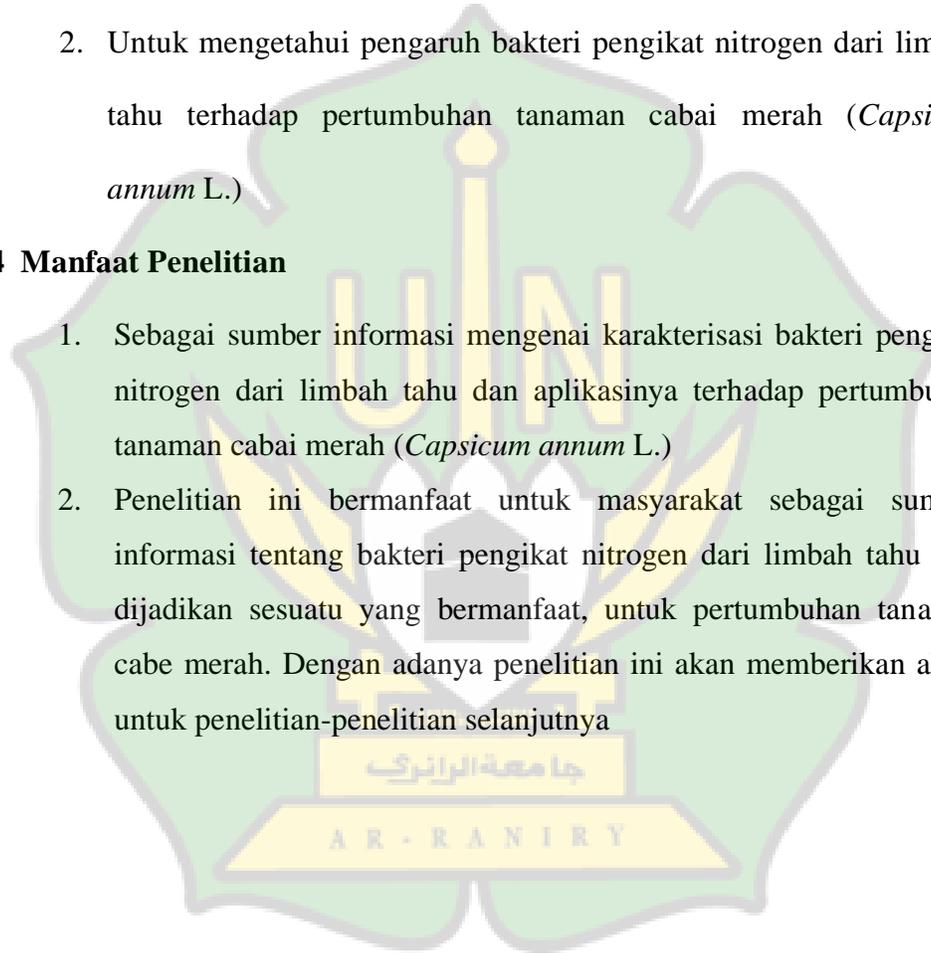
### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, bahwa tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Untuk mengetahui karakteristik bakteri pengikat nitrogen dari hasil isolasi limbah cair tahu
2. Untuk mengetahui pengaruh bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*)

### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai sumber informasi mengenai karakterisasi bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu dan aplikasinya terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*)
2. Penelitian ini bermanfaat untuk masyarakat sebagai sumber informasi tentang bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu bisa dijadikan sesuatu yang bermanfaat, untuk pertumbuhan tanaman cabe merah. Dengan adanya penelitian ini akan memberikan akses untuk penelitian-penelitian selanjutnya



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Deskripsi Tanaman Cabai Merah**

Tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan tumbuhan bercabang yang berabad di tanam di Indonesia. Tanaman cabe mempunyai beragam bentuk serta tipe-tipe pertumbuhan. Pembentuk buah bervariasi, berawal dari bulat, lonjong sampai panjang. Keragamannya pun diperoleh pada warna buah cabe. Buahnya berwarna merah, hijau, kuning, ungu serta putih. Tanaman cabe termasuk kedalam famili *Solanaceae*, genus *Capsicum*. Suatu spesies dari 20 sampai 30 spesies pada genus tersebut. Spesies ini paling luas dikembangkan di kota Meksiko, akhirnya tersebar ke daerah Amerika Selatan serta tengah sampai ke kota Eropa. Sekarang spesies ini menyebar meluas ke seluruh daerah tropis serta subtropis (Muhammad *et al.*, 2016). Kandungan cabe merah yaitu vitamin A dengan vitamin C serta mengandung minyak astiri *capsaicin*, yang menyebabkan rasanya pedas dan memberikan kehangatan apabila digunakan pada rempah - rempah (bumbu dapur) (Jannah, 2018).

Tanaman cabe merah mempunyai daya adaptasi yang luas, tanaman ini dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi, baik di lahan sawah maupun di lahan yang kering. Umumnya, tanah yang baik untuk penanaman cabe adalah tanah lempung berpasir yang banyak mengandung bahan organik dan unsur hara. Tanaman cabe peka terhadap tanah masam. Pertumbuhannya optimal jika ditanam pada tanah dengan pH 6 - 7. Suhu yang baik untuk budidaya cabe merah adalah 25 -27°C. Penanaman cabe yang baik awal musim

kemarau dapat tumbuh dengan baik jika penyiram cukup. Tanaman cabe membutuhkan banyak air pada awal pertumbuhannya (Susanti, 2020).

Jenis variates yang digunakan berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Perbedaan variates ini adalah menunjukkan respon yang berbeda dari variates terhadap lingkungan dari susunan genotipe yang dimiliki setiap variates. Susunan genotipe akan menentukan karakteristik potensi genetik mulai dari ciri-ciri morfologi sampai mekanisme yang mengatur metabolisme yang akhirnya akan mempengaruhi kemampuan produksi pada suatu variates. Dengan itu, penggunaan variates unggul ialah salah satu komponen penting dalam peningkatan produksi cabai selain dari pemupukan (Dermawan *et al.*, 2018).

Klasifikasi tanaman cabe merah ialah :

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Sub Divisi : *Angiospermae*  
Kelas : *Dicotyledoneae*  
Ordo : *Solanales*  
Family : *Solanaceae*  
Genus : *Capsicum*  
Spesies : *Capsicum annum* L. (Itis. Gov, 2022).



Gambar 2.1. Tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) (Wati, 2018).

Tanaman cabai merah memiliki bagian – bagiannya yaitu akar, batang, daun, bunga serta buah ialah :

a. Akar

Perakaran pada tanaman cabai memiliki system yang sedikit menyebar, panjang akar dari tanaman cabai mencapai 25-35 cm, adapun fungsi dari akar pada tanaman cabai merah antara lain menyerap zat makanan dan air dari dalam tanah, dan juga berfungsi sebagai penopang tanaman untuk berdiri tegak. Akar pada tanaman cabai tumbuh tegak lurus di dalam tanah, akar ini juga memiliki ke dalam  $\pm$  200 cm dan memiliki warna coklat. Akar tunggang ini juga memiliki cabang akar, cabang akar tersebut tumbuhan horizontal di dalam tanah, dari cabang akar tersebut tumbuh juga akar serabut berbentuk tanah, akar cabang yang tumbuh dari akar tunggang tumbuh pula akar serabut yang lebih kecil yang akan berbentuk rapat (Putri, 2020).

#### b. Batang

Batang tanaman cabai merah merupakan tanaman perdu pada batang tidak berkayu. Batang akan berkembang pada ketinggian tertentu, akhirnya membentuk banyak percabangan. Batang tanaman cabe merah berwarna hijau, hijau tua atau hijau muda. Pada batang sudah tua, umumnya yang paling bawah, biasanya muncul berwarna coklat seperti kayu yang terdapat pada proses jaringan parenkim (mengandung klorofil) (Pratama, 2020).

#### c. Daun

Pada pengamatan bentuk daun merupakan bentuk helai daun, bentuk ujung daun dan bentuk pangkal daun, tepi rata dan pertulangan pada pengamatan tanaman cabai merah Pada helai daun berbentuk bulat telur sampai berbentuk hati, ujung runcing, pangkal runcing, tepi rata dan pertulangan daun menyirip. sehingga dapat dikatakan bahwa setiap pengamatan bentuk daun keseluruhannya memiliki karakter yang sama (Efendi *et al.*, 2018). Tanaman cabai merah ialah panjang daun berkisar antara 9 cm - 15 cm, lebarnya mencapai 3.4 cm - 5 cm. selain daun cabe yaitu daun tunggal, bercabang antara panjang 0.5 cm – 2.5 cm, posisi daun menyebar. Bagian permukaan daun biasanya memiliki warna hijau tua, sementara itu dibagian permukaan bawah daun memiliki warna hijau muda atau berwarna hijau terang (Wati, 2018).

#### d. Bunga

Bunga cabai merah berbentuk seperti terompet atau bintang dengan warna bunga umumnya putih, namun ada beberapa jenis cabai yang

memiliki warna bunga ungu. Bunga tanaman cabai rawit berada pada ketiak daun, dengan mahkota berwarna kuning kehijauan atau hijau keputihan dengan bentuk seperti bintang dan anter memiliki warna biru. Penyerbukan bunga termasuk kedalam penyerbukan sendiri (self pollinated crop) atau dapat juga terjadi secara silang dengan keberhasilan sekitar 56% (Efendi *et al.*, 2018).

e. Buah

Buah cabai memiliki bentuk yang beragam dari yang memiliki bentuk kerucut panjang, bengkok dan lurus, runcing di bagian ujung, menggantung, permukaan buah licin dan mengkilap, memiliki diameter 1-2 cm, dengan panjang 4-17 cm, serta memiliki tangkai pendek, memiliki rasa yang pedas, ketika buah masih muda berwarna hijau tua, ketika buah tua akan berubah merah cerah. Pada biji, biji muda akan berwarna kuning, setelah biji tua akan menjadi cokelat, memiliki bentuk pipih, memiliki diameter sekitar 4 mm, rasa cabai tersebut pedas, tetapi masyarakat tetap membutuhkan untuk menambah nafsu makan (Putri, 2020).

Cabe merah merupakan komoditas sayuran yang banyak mendapat perhatian karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Kebutuhan akan cabe terus meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabe. Cabe merah merupakan salah satu komoditi yang sangat potensial untuk dibudidayakan. Kendati demikian petan McCabe merah tidak selamanya

mengalami keuntungan. Ada waktu dimana petani sering mengalami kerugian yang sangat besar. Hal ini terkait dengan resiko yang dihadapi petani terutama dari sisi harga. Harga cabai merah sangat fluktuatif, hal ini tidak terlepas dari adanya pengaruh permintaan dan penawaran yang terjadi dipasar (Zamili *et al.*, 2020).

Sektor hortikultura mempunyai peran yang strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Salah satu tanaman hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan komersial adalah tanaman cabai merah. Tanaman cabai merah ini mempunyai posisi yang cenderung semakin penting dalam pola konsumsi makanan yaitu sayuran atau bumbu masakan sehari-hari maka dari itu cabai merah berindikasi memiliki peluang pasar yang semakin luas baik itu untuk memenuhi permintaan konsumsi rumah tangga maupun industri dalam negeri serta ekspor (Andayani, 2016).

Faktor yang mempengaruhi produksi tanaman cabai merah ialah lingkungan. Pengaruh dari faktor lingkungan yang erat kaitannya dengan topografi. Tanaman cabai merah tentu memiliki hasil yang berbeda apabila ditanam pada dataran yang berbeda, karena pada masing-masing dataran memiliki karakteristik yang berbeda pula (Setiawan *et al.*, 2014). Selama ini cabe merah banyak diusahakan di dataran tinggi dan dataran rendah, padahal cabai memiliki peluang diusahakan secara produktif di dataran menengah. Hal yang perlu dilakukan karena semakin tinggi permintaan akan cabai merah. Salah satu upaya perbaikan terhadap hasil produksi cabai merah di dataran

menengah dapat dilakukan melalui program pemuliaan tanaman dengan pengikat nitrogen pada tanaman cabai merah (Soetiarso *et al.*, 2015).

### **2.3 Pemanfaatan Mikroba pada Limbah Tahu**

Limbah tahu mengandung N, P, K, Ca, Mg, serta C organik berpotensi sebagai peningkatkan produktivitas tanah. Sampai saat ini, masih banyak pabrik tahu ditelantarkan tanpa diolah serta tidak dimanfaatkan sebagai bahan organik (Hidayani *et al.*, 2015). Cairan limbah tahu dihasilkan pada industri tersebut terkandung bahan-bahan organik ialah protein 40% - 60%, karbohidrat 25% - 50%, lemak 10% serta banyak tersuspensi lainnya dapat mengalami perubahan fisika, kimia serta hayati sehingga bisa menghasilkan zat toksik (Pradana *et al.*, 2018). Takaran N total, P dan K pada limbah cair tahu mencapai 43,37 mg/L, 114,36 mg/L dan 223 mg/L (Kusumawati *et al.*, 2015).

Salah satu upaya mengkonversi limbah cair tahu tersebut dengan menggunakan mikroba proteolitik *indigenous* dan bakteri pelarut fosfat yang keberadaan bakteri proteolitik, pelarut fosfat dan bakteri lainnya seperti kelompok bakteri *Pseudomonas* yang memang sudah dikenal sebagai agen bioremediasi limbah. Bakteri yang berasal dari limbah tahu ialah dengan cara biokonversi limbah yang mampu mengurangi jumlah polutan dengan cara mempercepat dekomposisi bahan organik (Agus *et al.*, 2014). Pemanfaatan produk dari biokonversi mikroba dapat digunakan sebagai pupuk hayati. Hal ini dikarenakan bakteri proteolitik mampu merombak protein menjadi asam amino

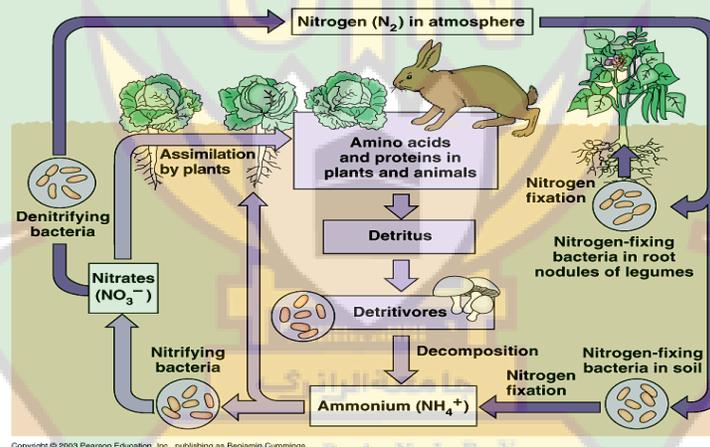
dalam bentuk nitrogen yang bisa digunakan oleh tumbuhan sebagai nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman (Hutabarat *et al.*, 2014).

Mikroba *Indigenous* pada limbah tahu dapat dijadikan sebagai alternatif biokonversi limbah menjadi sesuatu yang berguna. Pemanfaatan limbah cair industry tahu sudah banyak dilakukan yaitu sebagai pupuk cair organik untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, limbah cair tahu dapat dijadikan sebagai sumber bionergi seperti biogas. Kandungan protein pada limbah tahu menunjukkan bahwa kadar bahan organik cukup tinggi sehingga berpengaruh terhadap BOD dalam limbah. Tingginya BOD dan COD dapat menyebabkan tingginya bahan organik yang berdasarkan dari limbah yang dihasilkan. Kandungan limbah tersebut jika dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses secara biologi maupun kimia maka dapat menyebabkan bau dan polusi di lingkungan (Asril *et al.*, 2019).

#### **2.4 Peranan dan Aplikasi Bakteri Pengikat Nitrogen Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai**

Pupuk hayati mengandung mikroba-mikroba yang berfungsi untuk menambat nitrogen, melarutkan fosfat, melarutkan kalium, merombak bahan organik, menghasilkan fitohormon, menghasilkan antibody bagi tanaman, dan sebagai biopestisidatanaman, serta mereduksi akumulasi kadar logam berat yang terkandung dalam tanah. Keberadaan mikroba di dalam pupuk hayati dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui fiksasi nitrogen, membuat hara lebih tersedia dalam pelarutan fosfat atau meningkatkan akses tanaman untuk mendapatkan unsur hara yang memadai. Aktivitas mikroorganisme

dipengaruhi oleh tingkat keasaman tanah. Pada pH tanah yang netral, umumnya aktivitas mikroorganisme dalam kondisi optimum dan meningkat seiring dengan meningkatnya pH tanah. Oleh karena itu, dengan adanya penambahan pupuk pelengkap alkalis diharapkan dapat meningkatkan pH pada tanah ultisol sehingga mikroorganisme tanah dapat berkembang dengan optimal (Yahya, 2022). Peranan pengikat nitrogen bagi pertumbuhan adalah sebagai penyusun protein, klorofil, dan asam-asam nukleat, serta berperan penting dalam pembentukan koenzim. Di dalam sel-sel tanaman, N-nitrat yang diserap mengalami serangkaian proses reduksi, yaitu nitrat direduksi menjadi nitrit ( $\text{NH}_2^-$ ) kemudian direduksi menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) (Pratama, 2020).



Gambar 2.2 Siklus Nitrogen (Rianto, 2016).

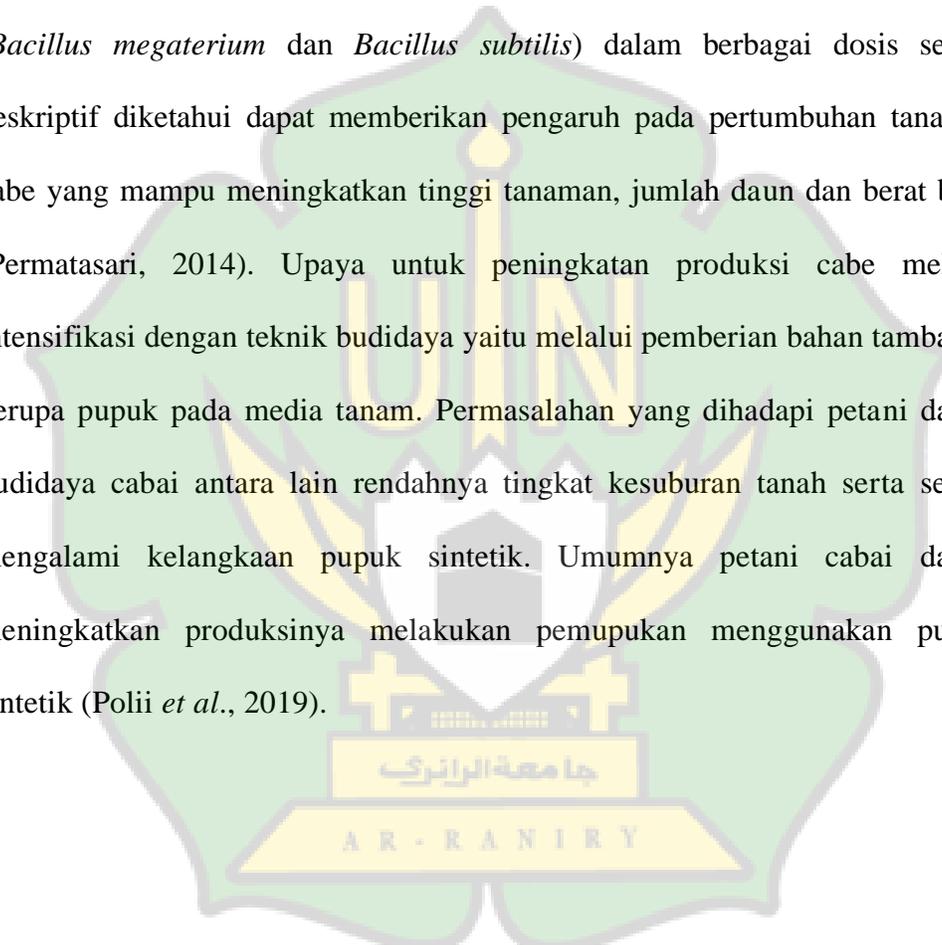
Bahan organik diperlukan adanya penambahan mikroorganisme tanah, terdapat banyak jenis mikroorganisme yang dapat digunakan untuk perbaikan tanah seperti *Rhizobium* dan *Azobacter* sp. *Rhizobium* merupakan kelompok bakteri yang biasa hidup bersimbiosis dengan tanaman leguminase karena mampu menambat  $\text{N}_2$  bebas di udara yang digunakan untuk proses

pertumbuhan dan perkembangan tanaman. *Azobacter* sp. merupakan bakteri non simbiotik yang mampu menambat  $N_2$  dari udara, bersifat aerobik dan banyak terdapat pada rizofe (Sembiring *et al.*, 2014).

Bakteri pengikat nitrogen (BPN) terbagi menjadi dua yaitu bakteri yang bersifat simbiotik dan bakteri yang bersifat non simbiotik. Bakteri pengikat nitrogen yang termasuk kedalam simbiotik berasal dari genus *Rhizobium*, *Alphaproteobacteria* dan *Betaproteobacteria*. Kelompok bakteri ini bersimbiosis dengan sistem perakaran tanaman *Leguminase*, dan mampu memfiksasi nitrogen (Widawati, 2015). Sedangkan untuk bakteri pengikat nitrogen yang non simbiotik merupakan kelompok bakteri *Rhizobacteria* yang mempunyai peran dalam penyediaan unsur N bagi tanaman (Kaburuan *et al.*, 2014). Bakteri pengikat nitrogen non simbiotik ini mengubah gas  $N_2$  dan menggunakan sumber karbon dari tanaman sebagai sumber energi bagi tanaman (Agisti *et al.*, 2014). Ketersediaan bakteri pengikat nitrogen juga dipengaruhi oleh kondisi dari pH, aerasi serta kesuburan tanah. Terdapat beberapa spesies yang mampu tumbuh pada berbagai habitat yang memiliki perbedaan temperature, keasaman, dan tekanan oksigen yang ekstrim (Widawati, 2015). Nitrogen dimanfaatkan sebagai merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan dan merangsang pertumbuhan vegetatif seperti daun, batang dan akar. Unsur N dapat mengaktifkan sel-sel meristematik pada batang serta memperlancar metabolisme tanaman. Fosfor digunakan untuk pengangkutan energi hasil metabolisme dalam tanaman dan merangsang pembungaan dan

pembuahan. Kalium berfungsi sebagai proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral termasuk air (Al Habib *et al.*, 2017)

Pemberian mikroorganismenya ke dalam tumbuhan tanaman cabai dalam bentuk pupuk hayati (*Biofertilizer*), seperti inokulum bakteri fiksasi nitrogen non simbiotik (*Azobacter* sp. dan *Azospirillum* sp.) dan bakteri pelarut fosfat (*Bacillus megaterium* dan *Bacillus subtilis*) dalam berbagai dosis secara deskriptif diketahui dapat memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman cabe yang mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat buah (Permatasari, 2014). Upaya untuk peningkatan produksi cabe melalui intensifikasi dengan teknik budidaya yaitu melalui pemberian bahan tambahan berupa pupuk pada media tanam. Permasalahan yang dihadapi petani dalam budidaya cabai antara lain rendahnya tingkat kesuburan tanah serta sering mengalami kelangkaan pupuk sintetis. Umumnya petani cabai dalam meningkatkan produksinya melakukan pemupukan menggunakan pupuk sintetis (Polii *et al.*, 2019).



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September-Desember 2021. Pengambilan sampel limbah cair tahu pada pabrik tahu daerah Batoh, Banda Aceh. Isolasi bakteri pengikat nitrogen pada limbah tahu dan diaplikasinya terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) di Laboratorium Mikrobiologi gedung multifungsi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Serta pengujian biokimia akan dilakukan di Laboratorium UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Jurusan Biologi.

### 3.2 jadwal Pelaksanaa Penelitian

Tabel 3.2. Rincian Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	September				Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan alat dan bahan	■															
2	Sterilisasi alat dan bahan	■															
3	Pengambilan sampel limbah tahu	■															
4	Isolasi bakteri pengikat nitrogen		■	■	■	■											
5	Karakterisasi dan morfologi						■	■									
6	Pemurnian isolat						■	■									
7	Uji biokimia								■								
8	Pengambilan tanah dan sterilisasi tanah									■							
9	Persemaian cabai merah dan penanaman										■	■	■				
10	Mengaplikasi isolat pada tanaman													■			
11	Analisis data														■	■	■

### 3.3 Bahan dan Alat

#### 3.3.1 Alat-Alat Penelitian

Cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer, aluminium foil, spatula, batang penyebar, mikroskop, bunsen, autoklaf, *laminar air flow*, oven, *colony caunter*, timbangan analitik, vortex, jarum ose, rak tabung reaksi, kertas label, gelas ukur, kaca benda, kaca penutup, mikropipet, *blue tip*, paralon, spidol, tissue, *soil tester*, GPS, kamera hp, *sterofom* dan *polybag*.

#### 3.3.2 Bahan-Bahan Penelitian

Sampel limbah cair tahu, aquadest, alkohol 95%, media selektif (Media jensen), bahan-bahan untuk pewarnaan gram (*Kristal violet*, *lugol*, *Alcohol 95%*, *safranin*). *Sulfide Indole Motility*, *Hydrogen Peroksida 3% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)*, *Simmons'n Citrat Agar*, *Urea Base Agar*, *Triple Sugar Iron Agar*, tanah dan kompos.

### 3.4 Prosedur Kerja

#### 3.4.1. Pengambilan Sampel Limbah Cair Tahu

Sampel limbah tahu diperoleh dari pabrik tahu Daerah Batoh, Banda Aceh. Pabrik tahu yang sudah mengolah sampel dari limbah tahu diambil buangnya. Sampel limbah cair tahu diambil sebanyak 1 Liter, lalu disimpan pada botol sampel kemudian dibawa ke laboratorium (Asril, 2019).

#### 3.4.2. Isolasi Bakteri Pengikat Nitrogen

Sampel limbah cair tahu sebanyak 1 ml, dimasukkan ke dalam tabung reaksi pertama yang diisi 9 ml aquades steril, kemudian dihomogenkan dengan vortex yang diberi tanda label ke tabung pengenceran 10<sup>-1</sup>, sesudah itu

dihomogenkan menggunakan vortex, dipindahkan 1 ml larutan limbah tahu pada tabung reaksi berikutnya diisi 9 ml aquades steril memakai pipet volume 1 ml. Lalu dihomogenkan kembali menggunakan vortex dan diberi tanda label  $10^2$ . Melakukan pengenceran hingga  $10^{-5}$ . Selanjutnya larutan limbah cair tahu diberi tanda label  $10^{-5}$  diambil 0,1 ml untuk ditumbuhkan pada cawan petri dengan cara disebar di atas media *Jensen*. Lalu diinkubasi selama 5 hari pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  serta diamati setiap 1 x 24 jam (Fajrin *et al.*, 2017). Perkembangan bakteri pengikat nitrogen ditandai dengan adanya koloni yang tumbuh pada media selektif. Koloni bakteri muncul kemudian dimurnikan pada media yang sama dengan metode *streak plate* lalu diinkubasikan ulang. Kegiatan ini berulang sampai diperoleh koloni yang berpisah (Kaburuan *et al.*, 2014).

### **3.5. Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen**

#### **3.5.1 Karakteristik dan Uji Biokimia**

Isolat atau kultur murni yang dapat diperoleh kemudian dilihat karakteristiknya secara morfologi dengan melakukan pengamatan koloni bakteri berupa bentuk, tepian, elevasi serta warna koloni (Kaburuan *et al.*, 2014). Selanjutnya dilakukan pengujian Gram, uji motilitas, uji katalase, uji TSIA, uji sitrat dan uji urea sesuai prosedur Cappucino & Sherman (2014).

#### **3.5.2 Pewarnaan Gram**

Pengamatan pewarnaan Gram terlebih dahulu disiapkan kaca preparat, isolat bakteri ditetaskan di atas kaca preparat, dan goreskan tipis pada kaca preparat. Kemudian kaca preparat difiksasi dengan Bunsen. kemudian ditetaskan kristal violet ke kaca preparat dan diamkan selama 1 menit,

kemudian dicuci dengan air mengalir. Selanjutnya teteskan larutan iodium dan diamkan selama 1 menit, selanjutnya larutan iodium dicuci menggunakan air mengalir. Ditambahkan 95% alkohol setetes demi setetes sampai sisa larutan iodium memudar/jernih dan menunjukkan semburat biru. Lalu dicuci menggunakan aquadest. Kemudian pewarnaan ulang menggunakan safranin selama 45 detik. Safranin dicuci menggunakan air mengalir dan dikeringkan dengan kertas tisu dan diamati di bawah mikroskop (Cappucino dan Sherman, 2014).

### 3.5.3 Uji Motilitas

Pengamat uji motilitas dilakukan dengan cara menusukkan satu koloni isolat bakteri pengikat nitrogen limbah cair tahu ke dalam tabung *motility*, kemudian ditambahkan TTC untuk mempermudah interpretasi. TTC (*Triphenyl Tetrazolium Chloride*) digunakan oleh bakteri sebagai akseptor elektron dalam bentuk teroksidasi, lalu diinkubasikan selama 2 x 24 jam dengan suhu 37<sup>0</sup>C. Hasil positif ditunjukkan ketika TTC merah (tereduksi) terlihat memancar keluar dari tusukan pusat, sedangkan hasil negatif ditunjukkan berwarna merah di garis tusukan (Micheal dan Burton, 2013).

### 3.5.4 Uji Katalase

Pengamatan uji katalase dilakukan dengan mengambil isolat bakteri pengikat nitrogen limbah cair tahu, kemudian diambil dengan menggunakan ose steril, kemudian dari tabung kultur dan ditempatkan di cawan petri, lalu diteteskan hidrogen peroksida H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3 % pada sampel dan jangan dicampur. Kemudian cawan petri ditutup agar menampung aerosol dan diamati adanya

bentuk gelembung. Uji katalase menggunakan teknik aseptik, dengan inokulasi setiap organisme ke dalam tabung berlabel dengan cara inokulasi coretan. Dilakukan inokulasi selama 24 - 48 jam pengamatan (Cappucino dan Sherman, 2014).

#### 3.5.5. Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Pengamatan uji *Triple Sugar Iron Agar* isolat bakteri pengikat nitrogen limbah cair tahu, diambil dengan menggunakan 1 ose, kemudian diinokulasikan dengan cara ditusuk ke dalam tabung yang diberi label pada media *Triple Sugar Iron Agar*, selanjutnya diambil lagi 1 ose isolat bakteri untuk digoreskan pada permukaan media. Kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18 sampai 24 jam. Perubahan warna yang terjadi setelah diinkubasikan yaitu warna media menjadi warna kuning yang menandakan asam, apabila warna media menjadi merah menandakan media basa, dan apabila warna menjadi hitam menandakan terbentuknya H<sub>2</sub>S, dan apabila media terangkat menunjukkan bahwa mikroba tersebut memproduksi gas (Cappucino dan Sherman, 2014).

#### 3.5.6. Uji Sitrat

Pengamatan uji sitrat dilakukan dengan menggunakan 1 ose steril diambil bakteri pengikat nitrogen limbah cair tahu, kemudian diinokulasi kedalam tabung *Simmon 'n citrate* lalu diinkubasi selama 24 jam sampai 48 jam dengan suhu 37°C. Reaksi positif ditandai dengan berwarna biru, sedangkan reaksi negatif ditunjukkan berwarna hijau (Cappucino dan Sherman, 2014).

### 3.5.7. Uji Urease

Pengamatan uji urease dilakukan dengan menggunakan 1 ose steril diambil bakteri pengikat nitrogen limbah cair tahu, lalu dimasukkan ke dalam tabung *Urea Base Agar*. Kemudian diinkubasikan selama 24 jam dengan suhu 37°C. jika hasil positif perubahan warna merah jingga menjadi merah ungu (Cappucino dan Sherman, 2014).

### 3.5.8. Uji Endospora

Pewarnaan spora dilakukan dengan cara diambil 1 ose isolat dan digoreskan pada kaca preparat steril lalu dilakukan fiksasi. Kemudian setelah difiksasi permukaan preparat ditutupi dengan kertas saring lalu ditetesi *malachite green* sebanyak 1 tetes dan didiamkan selama 4 menit. Setelah itu, kertas saring dilepas dari preparat dibilas dengan air mengalir. Preparat dikeringkan diatas api spritus, setelah kering ditetesi 1 tetes safranin ke permukaan preparat lalu didiamkan selama 5 menit kemudian preparat diamati menggunakan mikroskop dengan pembesaran 1000x (Amaliah *et al.*, 2018).

## 3.6. Aplikasi Bakteri Pengikat Nitrogen Pada Tanaman Cabai Merah

Pengujian kemampuan isolat bakteri pengikat nitrogen terhadap tanaman cabai merah yaitu bakteri pengikat nitrogen memiliki kemampuan dalam meningkatkan jumlah daun maupun memperbaiki kandungan unsur nitrogen dalam tanaman. Selain itu juga mampu menghasilkan substansi zat yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Indriani *et al.*, 2011).

### 3.6.1 Persemaian Bibit Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)

Persemaian tanaman cabe merah dilakukan dengan menggunakan media tanah dan kompos dengan perbandingan (1 : 1). Benih cabe direndam dengan air hangat 50<sup>0</sup>C selama 60 menit, kemudian benih ditanam pada styrofoam yang sudah berisi tanah dan kompos lalu diletakkan di bawah naungan dan disiram setiap hari dengan air secukupnya. Benih yang sudah bisa ditanam ke polibag yang berumur 2 minggu yang memiliki 2 - 3 helaian daun (Rahma *et al.*, 2015). Setelah itu tanaman dipindahkan pada polybag ukuran 15cm x 15cm dengan berisi tanah 1 kg/polybag . Tanah yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman cabe merah terlebih dahulu dilakukan sterilisasi menggunakan oven (Herman dan Pranowo, 2013).

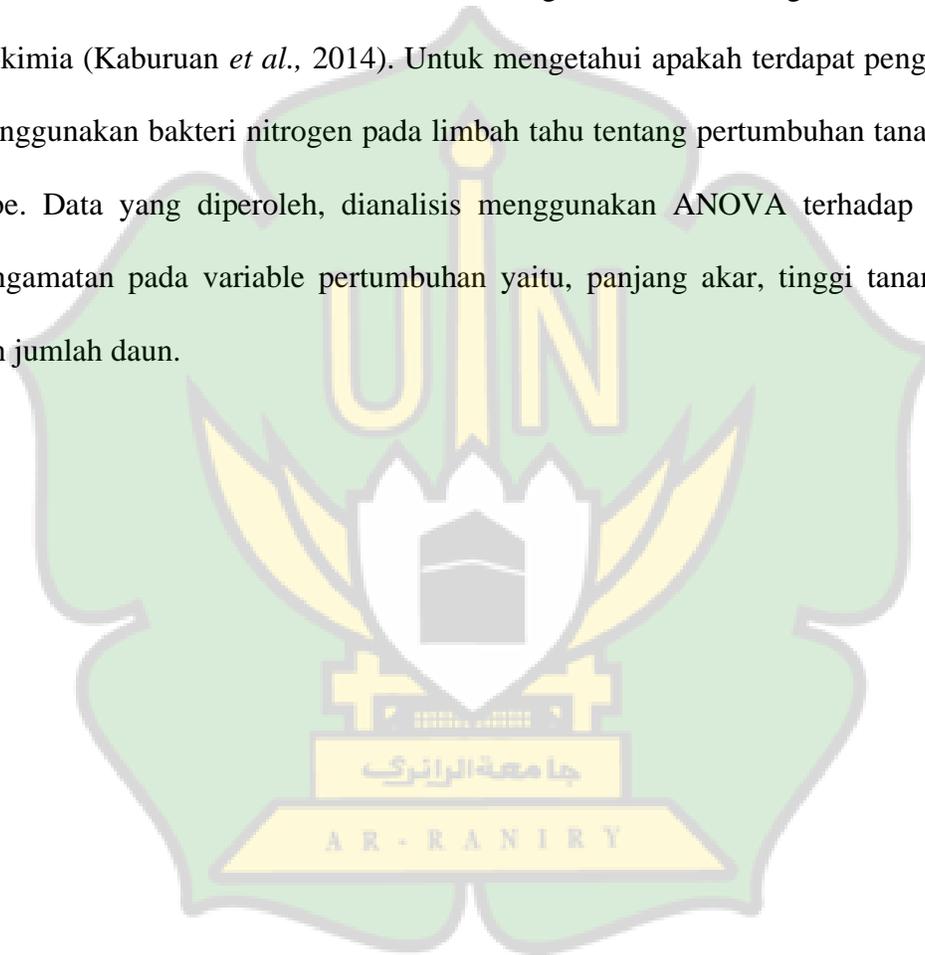
### 3.6.2 Persiapan Inokulum Isolat Bakteri Pengikat Nitrogen

Erlenmeyer diisi aquades steril sebanyak 100 ml. Bakteri yang sudah ditumbuhkan diambil beberapa ose kemudian dicampurkan dengan aquades steril. Bakteri dihitung kerapatannya hingga mencapai 10<sup>8</sup> sel/ml menggunakan *haemocytometer* dengan dilihat di bawah mikroskop. Aquades steril yang berisi bakteri disiramkan ke tanah masam yang sudah ditanam tanaman cabe merah sesuai dengan prosedur (Astuti *et al.*, 2013). Pemeliharaan dengan pemberian bakteri pengikat nitrogen yaitu dilakukan penyiraman dan penyiangan. Pemberian inokulum bakteri pengikat nitrogen dilakukan selama 3 hari sekali sebanyak 10 ml/ polybag, penyiraman dilakukan setiap hari pada sore hari (Permatasari & Nurhidayati, 2014). Aplikasi kemampuan bakteri pengikat nitrogen terhadap tanaman cabai merah dilakukan dengan parameter

pengamatan yaitu berat basah akar, panjang akar, jumlah helaian daun dan tinggi tanaman (Rahma *et al.*, 2013).

### 3.6 Analisis Data

Data sudah diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif yaitu dari hasil isolasi serta karakteristik morfologi koloni, morfologi sel serta uji biokimia (Kaburuan *et al.*, 2014). Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh menggunakan bakteri nitrogen pada limbah tahu tentang pertumbuhan tanaman cabe. Data yang diperoleh, dianalisis menggunakan ANOVA terhadap data pengamatan pada variable pertumbuhan yaitu, panjang akar, tinggi tanaman, dan jumlah daun.



## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1. Hasil Penelitian**

#### **4.1.1. Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu**

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 12 isolat bakteri pengikat nitrogen pada limbah tahu dengan menggunakan media selektif Jensen's. Berikut koloni bakteri pengikat nitrogen yang berhasil diisolasi dari limbah tahu dapat dilihat pada (Gambar 4.1). Karakteristik morfologi koloni dan hasil pengamatan ditunjukkan pada (Tabel 4.1). Hasil penguji biokimia pewarnaan Gram, motilitas, katalase, TSIA, sitrat, dan urease menunjukkan reaksi berbeda, kemampuan fisiologis isolat bakteri pengikat nitrogen dapat dilihat pada Tabel 4.2.



Gambar 4.1 Isolasi bakteri pengikat nitrogen pada media

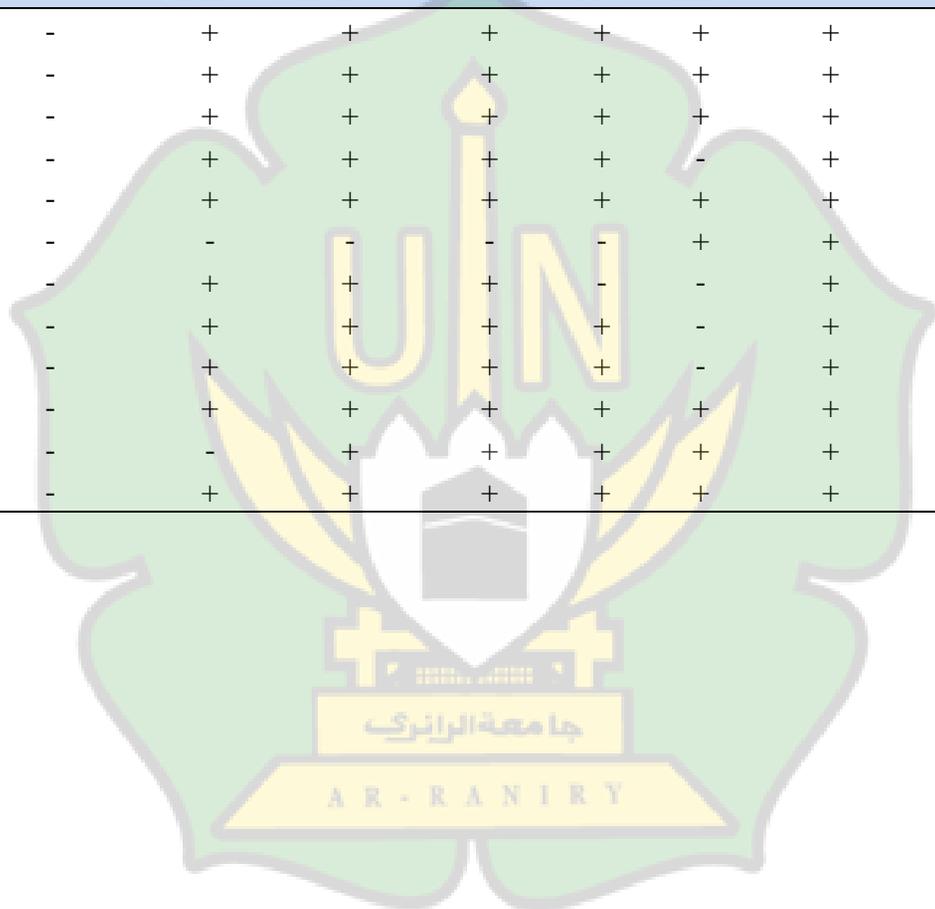
Tabel 4.1 karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu.

Kode Isolat	Morfologi Koloni						
	Bentuk	Elevasi	Tepi	Warna	Permukaan	Ovasti	Sel
PNT 1	Bulat	Cembung	Tak Beraturan	Putih	Halus	Transparan	Bulat
PNT 2	Bulat	Timbul	Rata	Putih	Halus	Transparan	Batang
PNT 3	Tidak Beraturan	Cembung	Licin	Putih	Halus	Transparan	Bulat
PNT 4	Bulat	Datar	Rata	Putih Susu	Halus	Transparan	Batang
PNT 5	Bulat	Datar	Bergelombang	Putih	Halus	Transparan	Batang
PNT 6	Bulat	Datar	Licin	Putih Susu	Halus	Transparan	Batang
PNT 7	Tidak Beraturan	Datar	Licin	Putih	Halus	Transparan	Batang
PNT 8	Titik-Titik	Timbul	Tak Beraturan	Putih	Halus	Transparan	Batang
PNT 9	Titik-Titik	Cembung	Tak Beraturan	Putih Susu	Halus	Transparan	Bulat
PNT 10	Bulat	Datar	Rata	Putih Susu	Halus	Transparan	Batang
PNT 11	Bulat	Datar	Rata	Putih Susu	Halus	Transparan	Batang
PNT 12	Bulat	Datar	Rata	Putih	Halus	Transparan	Batang

Keterangan : PNT (Pengikat Nitrogen Tahu).

Tabel 4.2 Hasil Uji Biokimia Isolat Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu

Kode Isolat	Gram	Endospora	Uji TSIA					Katalase	Urease	SCA	SIM
			Glukosa	Laktosa	Sukrosa	Gas	H <sub>2</sub> S				
PNT 1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
PNT 2	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
PNT 3	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PNT 4	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-
PNT 5	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-
PNT 6	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
PNT 7	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
PNT 8	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
PNT 9	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-
PNT 10	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
PNT 11	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
PNT 12	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-



#### 4.1.1. Kemampuan Isolat Bakteri Pengikat Nitrogen Dari Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan rancangan acak lengkap dari analysis of variance (Anova) menunjukkan bahwa berpengaruh nyata pada pemberian isolat bakteri pengikat nitrogen untuk pertumbuhan tanaman cabe merah, sedangkan pada pemberian pupuk NPK dan tanah menunjukkan berpengaruh pada tanaman cabe merah. Hasil analisis of variance (Anova) menunjukkan bahwa nilai yang berpengaruh pada tanaman yaitu signifikan atau berpengaruh nyata  $> 0.05$ .

Tabel 4.3 Hasil Rata-Rata Uji Normalitas

Test Normalitas			
Variabel	Statistic	df	Sig
Rata-Rata Tinggi Tanaman	0.956	14	0.657
Rata-Rata Jumlah Helaiian Daun	0.906	14	0.136
Rata-Rata Panjang Akar	0.892	14	0.085
Rata-Rata Basah Akar	0.894	14	0.091

Berdasarkan tabel 4.2 hasil pengujian normal, maka di peroleh nilai signifikan berturut-turut 0.657, 0.136, 0.085 dan 0.091, karena nilai yang signifikan  $> 0.05$  maka dapat di katakana bahwa pemberian isolat bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu berpengaruh pada tiap-tiap pertumbuhan tanaman cabe merah.

Data sampel yang berdistribusi normal dan berpengaruh, maka dilakukan uji Anova, dilihat apakah nilai signifikan dari  $> 0.05$  maka terdapat

pengaruh menggunakan isolat pengikat nitrogen pada limbah tahu pada pertumbuhan cabe merah.

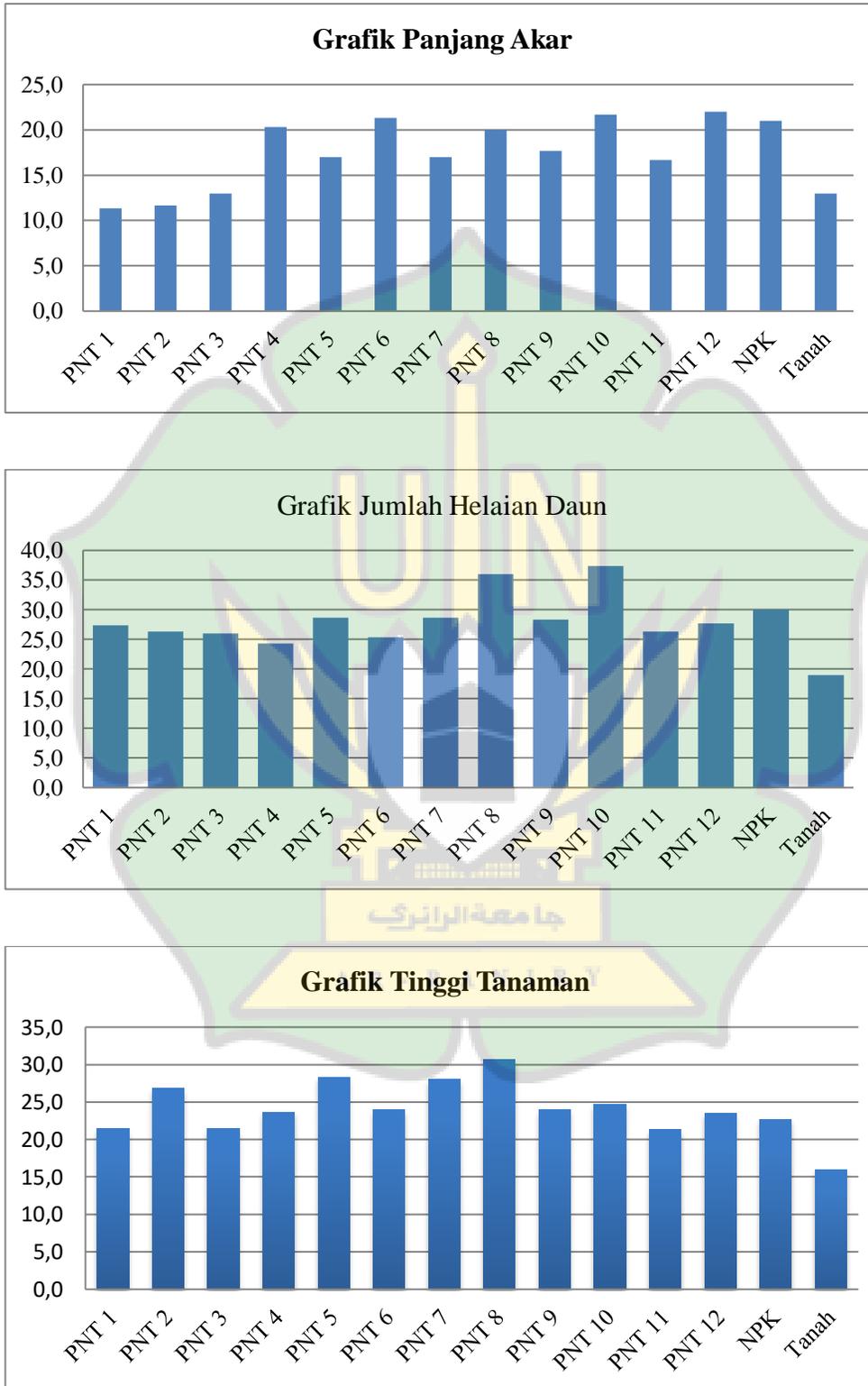
Mikroorganisme memiliki peran yang berfungsi penting dalam mendukung terlaksananya pertanian ramah lingkungan. Mikroorganisme sebagai hara yang hasil kerjanya berfungsi sebagai pensuplai utama kebutuhan hara dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa komposisi inokulan dan varietas tanaman uji ternyata memberikan suatu bentuk interaksi yang berpengaruh signifikan terhadap variabel tinggi tanaman jumlah helaian daun, panjang akar dan berat basah akar. Adanya interaksi menunjukkan perbedaan respon antar perlakuan komposisi inokulan terhadap varietas tanaman cabai merah, terlihat adanya perbedaan yang nyata pada kombinasi perlakuan dengan komposisi inokulan bakteri penambat nitrogen, setelah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

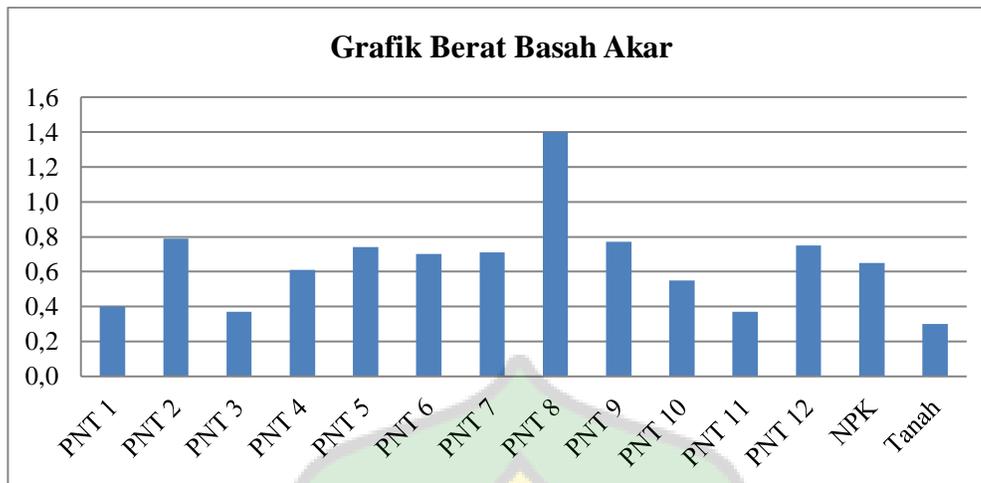
Tabel 4.4 Hasil Uji Anova

Anova					
Hasil Pengikat Nitrogen Tahu					
	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Between Groups	4027.14	3	1342.381	100.964	0.090
Within Groups	691.371	52	13.296		
Total	4718.51	55			

Berdasarkan hasil tabel uji anova menunjukkan nilai yang signifikansi 0.090. dikarenakan nilai signifikansi  $0.090 > 0.05$  maka dapat dikatakan bahwa tidak berpengaruh terhadap yang nyata penggunaan isolat bakteri pengikat nitrogen pada limbah tahu untuk pertumbuhan tanaman cabe merah.

Gambar 4.2 Hasil Grafik Pertumbuhan Tanaman Cabe Merah



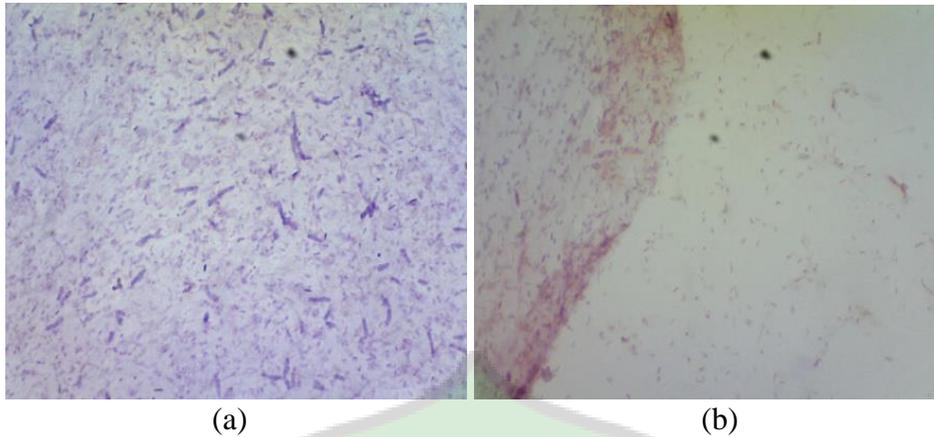


## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu

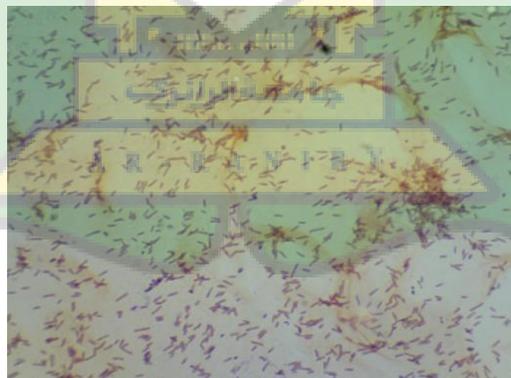
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat 12 isolat bakteri pengikat nitrogen yang telah dilakukan karakterisasi morfologi koloni meliputi bentuk koloni, elevasi, tepian, warna, permukaan dan ovasti, terdapat 12 isolat yang berbeda-beda. Karakterisasi morfologi sel meliputi bentuk sel bakteri kelompok Gram dan uji endospora, kemudian dilakukan karakterisasi Uji biokimia merupakan tahapan kelanjutan yang diperlukan untuk mengidentifikasi suatu bakteri. Uji biokimia yang dilakukan pada penelitian ini meliputi uji motilitas, uji katalase, uji TSIA, uji sitrat dan urease tabel 4.1.

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa isolat bakteri pengikat nitrogen memiliki karakterisasi morfologi yang berbeda-beda dapat dilihat pada gambar 4.1. hasil pewarnaan Gram ke 12 isolat yang diamati dengan mikroskop 1000x menunjukkan bahwa isolat memiliki bentuk sel coccus dengan kode isolat PNT 1, PNT 3, dan PNT 9 sedangkan bentuk sel basil dengan kode isolat PNT 2, PNT 4, PNT 5, PNT 6, PNT 7, PNT 8, PNT 10, PNT 11 dan PNT 12.



(a) (b)  
 Gambar 4.3. Gambar Uji Pewarnaan Gram (a) Pewarnaan Gram Positif  
 (b) Pewarnaan Gram Negatif

Berdasarkan uji endospora bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu yang telah dilakukan diketahui bahwa ke dua belas isolat merupakan bakteri sel vegetatif, spora yang dihasilkan oleh bakteri pada pewarnaan endospora akan menyerap pewarnaan *Maltalic Green*, sedangkan sel vegetatif akan berwarna merah dikarenakan pewarnaan safranin. Pada pengujian yang telah dilakukan, terdapat 1 isolat endospora positif dan 11 isolat endospore negatif. Dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Gambar Uji Endospora  
 Berdasarkan karakterisasi bakteri pengikat nitrogen pada uji pewarnaan Gram serta endospora yang telah dilakukan diketahui bahwa kesebelas isolat merupakan endospora negatif satu endospora positif. Karakterisasi bakteri

pengikat nitrogen yang ditemukan dengan bentuk sel basil dan coccus. Isolat PNT 2, PNT 4, PNT 7 10 dan PNT 12 identifikasi dengan genus *Amphibacillus*, isolat PNT 5, PNT 8 dan PNT 11 dengan genus *Mycobacterium*, isolat PNT 9 menunjukkan pada genus *Neisseria*, isolat PNT 1 dan PNT 2 menunjukkan pada genus *Azotobakter*, isolat PNT 6 identifikasi dengan genus *Bacillus*. Mengacu pada buku Bergey's Manual of Systematic Bacteriology and Taxonomy and Aidan (2012) Lacid Acid Bacteria Biodiversity and Taxonomy oleh Wilhelm and Brian (2014).

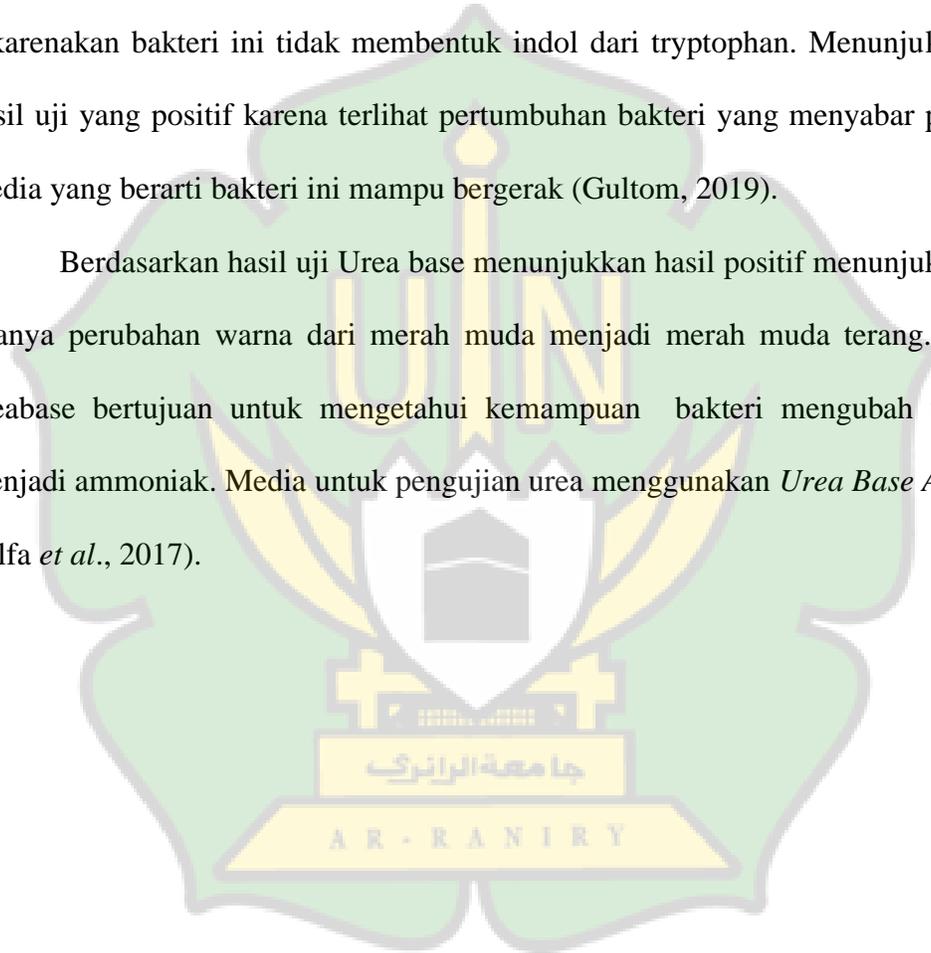
Berdasarkan hasil uji katalase dilakukan untuk mengetahui sifat katalase mikroba yaitu dengan menggunakan hidrogen peroksida  $H_2O_2$ , dengan diamati terbentuknya gelembung. Apabila muncul gelembung ketika di tetesi dengan hydrogen peroksida  $H_2O_2$  maka dikatakan bakteri positif katalase sebaliknya apabila tidak terlihat munculnya gelembung maka dikatakan negatif katalase. Uji biokimia pada uji katalase di tandai dengan aktivitas bakteri dalam menghasilkan enzim katalase sehingga muncul gelembung pada reaksi positif. Reaksi positif uji katalase ditunjukkan dengan membentuk gelembung-gelembung yang berarti ada pembentukan gas oksigen  $O_2$  sebagai hasil pemecah  $H_2O_2$  oleh enzim katalase yang diproduksi oleh bakteri tersebut. Bakteri pengikat nitrogen adalah bakteri yang dapat menghasilkan enzim katalase yang dapat memecah hydrogen peroksida (Himmah M, 2021).

Berdasarkan hasil uji *Simon Citrate Agar* (SCA) dilakukan untuk menunjukkan reaksi positif dapat dilihat dengan adanya perubahan warna pada media SCA, dari hijau menjadi biru, menggunakan hidrokarbon sebagai salah

satu sumber karbon dalam pembentukan energi dan pertumbuhannya (Sayuti, 2016).

Berdasarkan hasil uji *Sulfat Indol Motility* (SIM) menunjukkan hasil negatif karena pertumbuhan bakteri hanya terjadi disekitaran tusukan dan tidak terbentuknya lapisan atau cincin berwarna merah muda pada permukaan media dikarenakan bakteri ini tidak membentuk indol dari tryptophan. Menunjukkan hasil uji yang positif karena terlihat pertumbuhan bakteri yang menyebar pada media yang berarti bakteri ini mampu bergerak (Gultom, 2019).

Berdasarkan hasil uji Urea base menunjukkan hasil positif menunjukkan adanya perubahan warna dari merah muda menjadi merah muda terang. Uji ureabase bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri mengubah urea menjadi ammoniak. Media untuk pengujian urea menggunakan *Urea Base Agar* (Ulfa *et al.*, 2017).



Tabel 4.5 Identifikasi dan Uji Biokimia Bakteri Pengikat Nitrogen Pada Limbah Tahun

Karakteristik	PNT 2, PNT 10 dan PNT 12	PNT 3	PNT 7	Genus ( <i>Amphibacillus</i> )		
Bentuk Sel	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil
Gram	+	+	+	+	+	+
Endospora	-	-	-	-	-	-
Bentuk Koloni	Bulat	Bulat	Tidak Beraturan	Bulat		Tidak Beraturan
Tepian Elevasi	Rata Datar	Rata Datar	Licin Datar	Halus Cembung		Bergelombang Datar
Warna	Putih Susu	Putih Susu	Putih	Krim		Putih
Glukosa	+	+	+	+	+	+
Sukrosa	+	+	+	-	+	+
Laktosa	+	+	+	-	+	+
H <sub>2</sub> s	+	-	-	-	-	-
Gas	+	+	-	+	-	-
Katalase	+	+	+	-	-/+	-
Ureabase	+	+	+			+
Sim	+	+	+	+	+	-
Motil	-	+	+	+	-/+	+

Data Pribadi

Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology And Taksonomy and Aidan (2012), Mulia *et al*, 2011 Prianti, 2018.

Karakteristik	PNT 5	PNT 11	PNT 8	Genus ( <i>Mycobacterium</i> )		
				Basil	Basil	Basil
Bentuk Sel	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil
Gram	+	+	+	+	+	+
Endospora	-	-	-	-	-	-
Bentuk Koloni	Bulat	Bulat	Titik-Titik	Bulat		
Tepian	Bergelombng	Rata	Tidak Beraturan	Berombak		
Elevasi	Datar	Datar	Timbul	Rata		
Warna	Putih	Putih Susu	Putih	Putih Kekuningan		
Glukosa	+	+	+	+	+	+
Sukrosa	+	+	+	-	+	+
Laktosa	+	+	+	-	+	+
H <sub>2</sub> S	+	+	-	-	-	+
Gas	+	+	+	-	-	-
Katalase	+	+	+	+	+	+
Ureabase	-	-	-	-	-	-
Sim	+	+	+	-	-	+
Motil	-	+	+	+	+	+

Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology And Taksonomy and Aidan (2012), Sari. N, 2014  
Luwantouw *et al.*, 2014  
Fitriani, 2020

Data Pribadi

Karakteristik	PNT 9	Genus ( <i>Neisseria</i> )
Bentuk Sel	Coccus	Coccus
Gram	-	-
Endospora	-	-
Bentuk Koloni	Titik-Titik	Bulat
Tepian	Bergerigi	Halus
Elevasi	Cembung	Cembung
Warna	Putih Susu	Krem
Glukosa	+	+
Sukrosa	+	-
Laktosa	+	-
H <sub>2</sub> s	-	-
Gas	+	+
Katalase	+	+
Ureabase	+	+
Sim	+	-
Motilitas	-	-

Bergey's Manual Of Systematic  
 Bacteriology And Taksonomy and Aidan (2012),  
 Mulia *et al.*, 201  
 Yanti *et al.*, 2021  
 Ningsih, 2014

Data Pribadi R - R A N I R Y

Karakteristik	PNT 1	PNT 3	Genus ( <i>Azotobacter</i> )			
Bentuk Sel	Coccus	Coccus	Coccus		Coccus/Batang	Coccus
Gram	-	-	-	-	-	-
Endospora	-	-	-			-
Bentuk Koloni	Bulat	Tidak Beraturan	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat
Tepian	Tidak Beraturan	Licin	Licin	Licin	Bergelombang	Licin
Elevasi	Cembung	Cembung	Rata	Cembung	Cembung	Cembung
Warna	Putih	Putih	Putih Susu	Putih, Kuning		Putih
Glukosa	+	+	+	-		-/+
Sukrosa	+	+	+	-		-/+
Laktosa	+	+	+	-		-/+
H <sub>2</sub> S	+	+				+
Gas	+	+				+
Katalase	+	+	+	+	+	+
Ureabase	+	+		+	-	+
Sim	+	+				-/+
Motilitas	-	+		-	+	-/+

Bergey's Manual Of Systematic  
Bacteriology And Taksonomy and Aidan (2012),  
Buak, 2022  
Marista *et al.*, 2013  
Yulitaasar *et al.*, 2017

Data Pribadi

Karakteristik	PNT 6	Genus ( <i>Bacillus</i> )
Bentuk Sel	Basil	Basil
Gram	-	-
Endospora	+	+
Bentuk Koloni	Bulat	Bulat
Tepian	Licin	Licin
Elevasi	Datar	Datar
Warna	Putih Susu	Putih Susu
Glukosa	-	+
Sukrosa	-	+/-
Laktosa	-	+/-
H <sub>2</sub> s	+	-
Gas	-	-
Katalase	+	+
Ureabase	-	-
Sim	+	-
Motilitas	+	+/-

Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology and Taksonomy And Aidan (2012), Sari, N. 2014.

Data Pribadi

### 1. Genus *Amphibacillus* sp.

Isolat PNT 2, PNT 4, PNT 7, PNT 10 dan PNT 12 merupakan genus *Amphibacillus* sp. yang berperan sebagai ekstrak metabolit sekunder untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Bakteri yang dapat diisolasi dari organ tanaman karena bakteri ini hidup berasosiasi di dalam jaringan tanaman inangnya. Keberadaan bakteri ini tidak menjadikan tanaman terkena penyakit, melainkan memberi pertahanan untuk melawan patogen seperti infeksi jamur dan mikroorganisme lainnya melalui kandungan metabolit sekunder yang diproduksi, terjadi interaksi transfer materi genetik pada mikroba dan tanaman inangnya, sehingga senyawa biotif yang diproduksi tanaman inang, juga diproduksi oleh mikroba. Bakteri ini dapat diekstrak untuk diambil senyawa bioaktif metabolit sekundernya melalui isolasi organ tanaman dan pembiakan inokulum pada pertumbuhan (Isnayanti, 2020).

### 2. Genus *Mycobacterium*

Isolat PNT 5, PNT 8 dan PNT 11 merupakan genus *Mycobacterium* sp. berperan untuk menghasilkan nitrogen melalui pemiksasi N. bakteri pemiksasi nitrogen tumbuh dengan baik pada perakaran tanaman dengan kandungan nitrogen yang rendah. Dua kelompok mikroba penambat N<sub>2</sub> adalah yang bersimbiosis dan nonsimbios (Sangkala, 2019). Kemampuan bakteri tumbuh pada medium menunjukkan bahwa bakteri tersebut resisten terhadap fungisida mankozeb. Degradasi merupakan salah satu aktifitas bakteri untuk bertahan hidup atau toleran terhadap fungisida. proses degradasi adalah perubahan bentuk, baik susunan maupun perombakan senyawa (Lumantouw *et al.*, 2014).

*Mycobacterium* sp. memiliki kemampuan menambat  $N_2$ , dan meningkatkan kandungan gula manis spesies *Mycobacterium* sp. memiliki kemampuan menambat  $N_2$ , melarutkan fosfat, menghasilkan fitohormon (Indole-3-acetic acid, Gibberelic acid dan 6-Benzylaminopurine) dan meningkatkan produksi gula batang sorgum manis, bakteri dengan spesies *Mycobacterium* yang mampu melarutkan unsur kalium dari bentuk yang terikat menjadi tersedia untuk tanaman (Rupaedah, 2014).

*Mycobacterium* sp. dapat berperan meningkatkan kandungan hara P dalam tanaman. Hal tersebut dapat terjadi karena rizobakteri tersebut memiliki kemampuan melarutkan fosfat anorganik yang tak larut menjadi tersedia untuk tanaman. Bakteri dalam tanah dapat mengeluarkan asam-asam organik selama proses metabolismenya, seperti asam oksalat, suksinat, malat, laktat, dan sebagainya. Meningkatnya konsentrasi asam-asam organik tersebut menurunkan pH tanah. Dalam kondisi pH rendah, senyawa-senyawa fosfat yang berada dalam keadaan terikat pada koloid tanah akan bereaksi membentuk senyawa khelat yang stabil dengan kation-kation Al, Fe, Ca dan Mg, selanjutnya akan terlepas menjadi senyawa bebas yang mudah diserap oleh tanaman (Rupaedah, 2014).

### 3. Genus *Neisseria*

Isolat PNT 9 merupakan genus Bakteri *Neisseria* yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi nitogen, bakteri dalam memproduksi asam organik yang dapat melepaskan kalium yang terikat, jenis asam organik yang

dihasilkan oleh bakteri yang efektif dalam melarutkan kalium terikat meliputi berbagai jenis asam organik seperti asam oksalat, asam tartarat, asam glukonat, asam sitrat, asam malat, asam fumarat (Harlis *et al.*, 2019).

Bakteri ini memanfaatkan oksigen secara obligat aerobik, namun dapat pula hidup pada kondisi anaerob fakultatif dan dapat tumbuh optimal pada suhu 35-37 °C. Bakteri dari genus *Neisseria* mampu menguraikan zat organik menjadi zat anorganik, yaitu CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, energi dan mineral sehingga dapat dijadikan nutrisi bagi tanaman (Ningsih *et al.*, 2014).

#### 4. Genus *Azotobacter*

Isolat PNT 1 dan PNT 3 merupakan genus *Azotobacter* berfungsi sebagai penambat nitrogen yang menguntungkan karena dapat mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman. Bakteri ini sangat baik untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati pada tanaman (Sangkala, 2019). Bakteri *Azotobacter* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) yaitu giberelin.

*Azotobacter* berperan sebagai pengganti pupuk NPK meskipun nitrogen adalah unsur hara yang disediakan oleh bakteri ini melalui fiksasi N<sub>2</sub>, berperan penting dalam siklus unsur hara nitrogen. *Azotobacter* mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman melalui mekanisme tidak langsung yaitu menekan kejadian penyakit, efek bakteri untuk meningkatkan pertumbuhan dan mencegah mikroba fitopatogenik berperan penting dalam menentukan kesuburan tanah kesehatan tanaman (Hindersah *et al.*, 2018).

Inokulasi bakteri penambat N<sub>2</sub> seperti *Azospirillum* dan *Azotobacter* dapat meningkatkan kadar N<sub>2</sub> dalam daun melalui reaksi nitrogenasi. *Azotobacter* adalah rizobakteri yang telah dikenal sebagai agen biologis penambat N<sub>2</sub> yang mampu mengkonversi N<sub>2</sub> menjadi 12 amonium melalui reduksi elektron dan protonisasi gas N<sub>2</sub>. Kemampuan *Azotobacter* dalam menambat N<sub>2</sub> memiliki keterbatasan, yaitu rendahnya kapasitas penambatan N<sub>2</sub> oleh *Azotobacter* karena bakteri tersebut bersifat non simbiotik dengan tanaman. Dari hasil-hasil penelitian, ternyata terdapat faktor lain yang berperan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman oleh *Azotobacter* yaitu produksi fitohormon, pemutusan siklus hama dan penyakit melalui perubahan karakteristik mikrob, fisik, kimia tanah, dan atau melalui peningkatan aktifitas makrofauna tanah seperti cacing tanah (Rupaedah, 2014).

*Azotobacter* adalah spesies Rhizobakter yang dikenal penambat N<sub>2</sub> diazotrof, yang merubah dinitrogen ke ammonium melalui reduksi elektron dan protonasi gas dinitrogen. *Azotobacter* sp. secara agresif mengkolonisasi rhizosfer dari berbagai tanaman dan memiliki aktivitas antagonis dengan spektrum luas terhadap patogen tanaman. Penggunaan bakteri sebagai agen biologis memiliki berapa keuntungan yaitu berspektrum sempit atau khas inang dan aman bagi lingkungan hidup (Yulitaasary, 2017).

##### 5. Genus *Bacillus* sp.

Isolat PNT 6 merupakan genus *Bacillus* sp. mampu dalam meningkatkan kesediaan hara nitrogen dalam tanah dengan menfiksasi N<sub>2</sub>

bebas di udara menjadi  $\text{NH}_3$ . Selain bisa memfiksasi tanah dan melarutkan fosfat, bakteri ini bisa mensintesis fitohormon auksin berupa IAA yang berfungsi untuk meningkatkan akar dan tunas tanaman. *Bacillus* sp. juga salah satu bakteri pelarut fosfat yang terikat dengan mensekresi asam organik dapat meningkatkan ketersediaan hara  $\text{k}^+$ , Mg dan karbon organik tanah. Kemampuan bacillus tersebut dapat meningkatkan kesediaan nitrogen dalam tanah dengan cara mengplikasikan bakteri *Bacillus* sp. pada tanaman, terdapat perbedaan pada pertumbuhan yang diaplikasikan bakteri dan tidak diaplikasikan (Husna, 2019).

Bakteri *Bacillus* sp. mempunyai peranan dalam mengkolonisasi perakaran tanaman, bakteri masuk ke dalam jaringan tanaman umumnya melalui akar, namun bagian tanaman yang terpapar udara langsung seperti bunga, batang dan kotiledon, juga dapat menjadi jalur masuk bakteri. Bakteri tersebut menghasilkan hormone pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat merangsang pertumbuhan akar lateral, sehingga penyerapan unsur hara lebih optimal. *Bacillus* sp. dapat menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat menginduksi pertumbuhan tanaman karena mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman (Oktrisna, 2017).

Hasil isolasi bakteri *Pseudomonas* dan *Aeromonas* dari limbah cair. Populasi *Pseudomonas* dalam suatu limbah cukup menguntungkan. *Pseudomonas* mampu menghasilkan biosurfaktan yang mampu mendegradasi limbah. Salah satu *Pseudomonas* yang mampu menghasilkan biosurfaktan adalah *P. fluorescens*. Biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri ini diproduksi

pada media limbah cair tahu dan mampu mengemulsi minyak. Selain itu, *P. Fluorescens* mampu menekan populasi patogen dengan cara melindungi akar dari patogen dengan mengkolonisasi akar. Keberadaan *Aeromonas* di lingkungan juga sebagai agen pengendali hayati. Salah satu contohnya adalah *Aeromonas hydrophila*. *A. hydrophila* mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara in vitro. Keberadaan kedua jenis bakteri ini didalam limbah cair tahu sangat potensial sebagai agen bioremediasi limbah dan dapat dijadikan sebagai agen biokonversi limbah untuk dijadikan sebagai biofertilizer (Asril *et al.*, 2019).

Bakteri *Azotobacter* antara kontrol dengan perlakuan tidak terjadi perbedaan secara nyata. Peningkatan ketersediaan N dengan adanya mikroorganisme dan bakteri *Azotobacter* yang mampu memfiksasi N dari udara secara non simbiotik dan melepaskan N tersebut kedalam tanah setelah *Azotobacter* mengalami proses penguraian. Jika diamati data secara seksama limbah tahu telah mengalami proses penguraian atau perombakan oleh mikroorganisme di dalam tanah dan merubahnya menjadi bahan yang berguna bagi kesuburan tanah (Hidayani, *et al.*, 2015).

Bakteri proteolitik mampu menghasilkan protease yang dapat menghidrolisis protein di dalam limbah cair tahu. Protease memegang peranan penting dalam berbagai fungsi biologi mulai dari tingkat sel, organ hingga organisme yang dinamakan sebagai reaksi metabolik dan fungsi regulator. Beberapa bakteri yang dikenal sebagai penghasil protease dari limbah cair tahu

diantaranya *Staphylococcus*, *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis*. Pemanfaatan produk biokonversi dari mikroba dapat digunakan sebagai pupuk hayati. Hal ini dikarenakan bakteri proteolitik mampu merombak protein menjadi asam amino dalam bentuk nitrogen yang dapat digunakan oleh tumbuhan sebagai nutrisi penting untuk pertumbuhan (Asril, 2019).

Bahan-bahan seperti limbah cair kelapa sawit, limbah cair tahu, limbah cair sagu dan air tebu mampu menyediakan nutrisi terhadap *Bacillus* sp. dan diharapkan dapat mengoptimalkan daya kerja *Bacillus* sp. salah satunya limbah cair tahu tersebut mengandung karbon organik (karbohidrat) dan nitrogen organik (protein dan asam amino). Bakteri *Bacillus* sp. membutuhkan C-organik dan N-organik sebagai sumber energi dan pertumbuhannya. Unsur N berfungsi dalam mempercepat pertumbuhan tanaman. Unsur N dapat menghasilkan asam amino yang berperan dalam pembentukan protein sebagai bahan penyusun inti sel dan pembelahan sel (Oktrisna, 2017).

#### 4.2.2 Pengaruh Bakteri Pengikat Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah

Mikroorganisme diposisikan sebagai produsen hara yang hasil kerjanya berfungsi sebagai pensuplai utama kebutuhan hara dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Hasil uji anova menunjukkan bahwa tinggi tanaman adanya perbedaan respon antara perlakuan isolat, NPK dan tanah, pada diameter terdapat perbedaan terhadap tinggi tanaman pada semua isolat. Pengaruh isolat terhadap jumlah helaian daun dan panjang akar dapat mempengaruhi perbedaan antara perlakuan isolat, NPK dan tanah, sedangkan

pengaruh isolat berat basar akar adanya perbedaan yang nyata pada perlakuan dengan isolat pengikat nitrogen dengan perlakuan pada NPK dan tanah.

A. Tinggi tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*)

Berdasarkan pengaruh pemberian bakteri pengikat nitrogen pertumbuhan tinggi tanaman. Mikroorganisme diposisikan sebagai produsen hara yang hasil kerjanya berfungsi sebagai pensuplai utama kebutuhan hara dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa komposisi inokulan dan varietas tanaman uji ternyata memberikan suatu bentuk interaksi yang berpengaruh signifikan terhadap variabel tinggi tanaman. Adanya interaksi menunjukkan perbedaan respon antar perlakuan komposisi inokulan terhadap varietas tanaman cabai, perbedaan yang sangat nyata pada kombinasi perlakuan dengan komposisi inokulan bakteri penambat nitrogen, pelarut fosfat tanpa mikoriza pada tanaman cabai, Kombinasi perlakuan ini juga menunjukkan nilai rata-rata tinggi tanaman tertinggi, yaitu sebesar 0.657. Semua perlakuan komposisi inokulan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap rata-rata tinggi tanaman (Permatasari, 2014).

Hasil penelitian dan perhitungan terhadap tinggi tanaman cabe merah (*Capsicum annum L.*) yaitu berupa tinggi rata-rata pertambahan batang tanaman cabai merah yang diberikan dan yang tidak diberikan perlakuan dengan berbagai konsentrasi, dengan cara pengukuran tanaman mulai dari

bagian batang yang berada diatas permukaan tanah sampai di titik tumbuh tertinggi (Putri, 2020).

Seiring meningkatnya fotosintesis akan meningkatkan pertumbuhan dan perpanjangan sel, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman yang terjadi semakin meningkat. Suatu pupuk yang digunakan secara tepat, maka keefektifan pemupukan tersebut dapat dicapai, sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman, diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan berat basah tanaman (Permatasari, 2014).

Pemberian bakteri nitrogen untuk memacu pertumbuhan tanaman mampu menyediakan unsur hara N yang dibutuhkan oleh tanaman dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman khususnya pada awal pertumbuhan dan memberikan pengaruh unsur hara yang diserap khususnya unsur N.  $N_2$  di atmosfer yang difiksasi oleh bakteri penambat N akan diubah menjadi  $NH_3$  (amonia) menggunakan energi ATP dan reduktan elektron. Amonia ini segera diubah menjadi asam amino dan amida dalam tubuh bakteri tersebut untuk produksi protein atau peptida yang berperan penting dalam pertumbuhan tinggi tanaman. Nitrogen merupakan unsur hara yang paling banyak diperlukan oleh tanaman dan merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan hasil tanaman (Sholeh *et al.*, 2021).

#### B. Jumlah helain daun tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.)

Berdasarkan pengaruh pemberian bakteri nitrogen berpengaruh pada jumlah helaian daun dipengaruhi oleh proses yang berhubungan dengan

tercukupinya ketersediaan unsur hara yang mudah diserap dan dapat digunakan oleh tanaman khususnya dalam hal pembentukan daun. Tinggi tanaman juga berbanding lurus dengan jumlah daun, semakin banyak daun maka tanaman semakin tinggi tanaman. Hal ini berkaitan dengan terpenuhi suplay hara pada tanaman sehingga jumlah daun juga semakin bertambah, ketersediaan unsur hara dan inokulum dalam tanah sangat berkaitan erat dengan pertumbuhan vegetatif tanaman. Keberadaan daun ini akan berperan penting dalam proses fotosintesis yang kemudian akan menghasilkan senyawa organik yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Salah satu peran penting yang menjadi faktor penyebab bertambahnya jumlah daun pada tanaman cabe adalah adanya tercukupinya suplay hara ke dalam tanaman (Fatahillah, 2017).

Bakteri penambat nitrogen yang memiliki kemampuan dalam meningkatkan jumlah daun maupun memperbaiki kandungan unsur nitrogen dalam tanah. Selain itu juga mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh yang dapat memacu pertumbuhan tanaman, unsur N berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, merangsang pertumbuhan vegetatif dan berfungsi untuk sintesa asam amino dan protein dalam tanaman (Rahman *et al.*, 2015).

Peningkatan pertumbuhan jumlah daun yang tinggi disebabkan oleh penyerapan unsur nitrogen lebih tinggi. Nitrogen merupakan nutrient terpenting bagi tanaman. Senyawa nitrogen digunakan oleh tanaman untuk membentuk asam amino yang akan diubah menjadi protein. Nitrogen juga dibutuhkan untuk

membentuk senyawa penting seperti klorofil, asam nukleat, dan enzim. Nitrogen dibutuhkan dengan jumlah yang besar pada tiap-tiap tahap pertumbuhan tanaman, khususnya pada pertumbuhan vegetatif, pembentukan tinas, perkembangan batang dan daun (Zahroh, 2015). Komponen dari protein, klorofil, enzim dan asam amino yaitu nitrogen. Air dan kebutuhan hara yang cukup sangat berguna untuk dalam meningkatkan dan pertumbuhan tanaman dan dapat berguna untuk menambah peluasan diameter leber daun (Putri, 2020).

### C. Panjang akar tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.)

Berdasarkan pengaruh pemberian bakteri pengikat nitrogen pada panjang akar menunjukkan bahwa pemberian kompos dan inokulum berpengaruh nyata pada tanaman cabe berpengaruh nyata dengan pemberian inokulum (Toago *et al.*, 2017).

Panjang akar merupakan parameter pengamatan vegetatif tanaman. Pengamatan panjang akar berfungsi untuk mengetahui sebaran akar tanaman yang digunakan untuk pengatur pertumbuhan tanaman dan untuk penyerapan untuk hara untuk proses pertumbuhan tanaman. Panjang akar terlihat berpengaruh yang signifikan, namun tidak berbeda dengan perlakuan lainnya. Akar tanaman berfungsi untuk menyerap air dan mineral terutama terjadi melalui ujung akar, dan bulu akar walaupun bagian akar yang tebal juga berfungsi untuk menyerap mineral sebagian dan dapat menyimpan hara untuk kebutuhan tanaman, karena akar tanaman yang panjang dapat menyerap unsur hara lebih

banyak didalam tanah untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman (Pamungkas, 2017).

D. Berat basah akar tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.)

Berdasarkan hasil pengaruh pemberian bakteri pengikat nitrogen pada berat basah akar menunjukkan bahwa pada tanaman cabai berpengaruh nyata dengan pemberian inokulum (Toago *et al.*, 2017). Berat basah per tanaman diduga adanya pengaruh dari variabel pertumbuhan tanaman seperti jumlah daun per tanaman, panjang akar yang dihasilkan, serta kemampuan organ penting tanaman dalam memanfaatkan cahaya matahari untuk fotosintesis, hasil sintesisnya direspon bagian tanaman seperti batang, akar, atau bagian lainnya. Selain itu, pengaruh pemberian introduksi sebagai agens hayati diduga mampu menyediakan unsur hara tertentu seperti Fe, P dan N, ke tiga unsur-unsur tersebut sangat penting dalam meningkatkan proses metabolisme di dalam sel. Sehingga terjadinya penambahan bobot dan volume tanaman cabe merah (Anggraini, 2020).

Hasil analisis N, P dan K pada pupuk limbah cair tahu memiliki kandungan yang tinggi sehingga dapat memenuhi unsur hara yang bersifat makro bagi tanaman, unsur N, P dan K terlibat dalam reaksi biosintesis di dalam tanah seperti fotosintesis, sintesis protein dan hampir semua aspek pertumbuhan dan metabolisme di dalam tanaman, dari pertumbuhan tanaman muda sampai pembentukan bunga dan biji serta pemasakannya. Perlakuan media tanam dengan limbah tahu memberikan hasil yang paling baik

dibandingkan dengan media tanam lainnya. Hasil ini membuktikan limbah tahu mempunyai potensi yang besar dalam pemanfaatannya baik sebagai pupuk ataupun media tanam bagi tanaman (Sangadji, 2020).

Unsur hara yang menyerap per satuan bobot biomassa yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai tanaman yang dihasilkan, maka pertumbuhan tanaman semakin baik dan unsur hara yang terserap semakin banyak. Ketersediaan unsur N dalam tanah menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman, sehingga meskipun kondisi unsur hara lainnya, seperti P dan K sudah cukup tersedia dalam tanah, hal tersebut masih memberikan kemungkinan pertumbuhan tanaman dapat menurun. Dengan adanya penambahan inokulan mikroba, maka kehadiran unsur hara di dalam tanah dapat meningkat sehingga mampu memacu pertumbuhan tanaman. komposisi inokulan bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat memberikan pengaruh dalam pertumbuhan tanaman (Permatasari, 2014).

Unsur hara yang berperan untuk pertumbuhan tanaman meliputi unsur N, P dan K unsur-unsur tersebut memiliki peran yang berbeda-beda peranan tersebut diantaranya yaitu kandungan unsur N yang memiliki fungsi sebagai pembentuk asam amino, asam nukleat, klorofil dan protein. Selain itu Klorofil pula memiliki berperan untuk berlangsungnya aktifitas fotosintesis yang akan menghasilkan karbohidrat. Karbohidrat ini yang akan digunakan untuk berlangsungnya proses respirasi agar menghasilkan energi berupa ATP, asam nukleat dan protein. kemudian akan dimanfaatkan untuk pembentukan

batang, jaringan baru dan akar. Nitrogen yang diserap oleh tanaman juga dapat menambah ukuran dari tinggi batang, ukuran batang dan juga banyaknya daun (Putri, 2020).

Pemberian bakteri pada media tanam memperbesar kemungkinan meningkatnya ketersediaan N karena peran bakteri dalam membantu penyediaan hara tanaman yaitu sebagai penambat N. Perubahan kehijauan daun, kandungan dan serapan N lebih tinggi pada pemberian konsorsium bakteri dibandingkan tanpa bakteri. Hal tersebut menunjukkan konsorsium bakteri berpotensi meningkatkan perubahan tersebut. Konsorsium bakteri lebih meningkatkan dibandingkan jenis tunggal, karena kombinasi isolat bakteri dapat mengaktivasi dan meningkatkan kinerja bakteri lain yang diaplikasi bersamaan (Widiyawati *et al.*, 2014).

Unsur hara makro dan mikro mempunyai peranan dalam mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman sehingga memperlancar serapan hara-hara tanaman. Unsur hara N dan Fe sangat dibutuhkan dalam pembentukan klorofil dan sintesis protein dikandung dalam kloroplas serta merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti meningkatkan tinggi tanaman dan berat basah akar. Bila unsur N cukup tersedia bagi tanaman maka kandungan klorofil pada daun akan meningkat dan proses fotosintesis juga meningkat. Seiring meningkatnya fotosintesis maka akan meningkat pertumbuhan dan perpanjangan sel, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman semakin meningkat (Rahma *et al.*, 2015).

## **BAB V PENUTUP**

### **V. 1. KESIMPULAN**

1. Berdasarkan hasil isolasi bakteri pengikat nitrogen dari limbah tahu diperoleh 12 isolat bakteri. Berdasarkan hasil identifikasi bakteri pengikat nitrogen pada limbah tahu merupakan Genus *Amphibacillus*, Genus *Mycobakterium*, Genus *Neisseria*, Genus *Azotobakter* dan Genus *Bacillus*.
2. Hasil pengaruh pemberian inokulum pada pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). Berdasarkan pengujian perlakuan inokulum terhadap tanaman cabe merah menunjukkan hasil signifikan mempengaruhi tinggi tanaman sebesar 0.657, jumlah helaian daun dengan nilai signifikan sebesar 0.136, panjang akar dengan nilai signifikan sebesar 0.085 dan berat basah akar dengan nilai signifikan sebesar 0.091.

### **V.2. SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lanjut dan eksplorasi yang lebih luas sampai panen agar bisa melihat bagaimana perkembangan pertumbuhan pemberian inokulum tanamana cabai merah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agisti, A., Alami, N. H., Hidayat, T. N. (2014). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik pada Lahan Restorasi dengan Metode Legume Cover Crop (LCC) di Daerah Pasirian Lumajang Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. Vol. 3(2). <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/12476/> Diakses 21 Juni 2020.
- Agus, C., Faridah, E., Wulandari, D., dan Purwanto, B. H. (2014). Peran mikroba Starter dalam Dekomposisi Kotoran Ternak dan Perbaikan Kualitas Pupuk Kandang. *J. Manusia dan Lingkungan*. 21(2), 179-187. DOC: 10.22373/ekw.v5i2.4356.
- Al Habib, I, M., Sukamt, D, S., Maharani, L., (2017). Potensi Mikroba Tanah untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Folium*. Vol.1. No. 1. E-ISSN : 2599-3070.
- Alqamari., (2016). Pertumbuhan dan Hasil 3 Varietas Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Dengan Aplikasi Kalium Sulfat. *Jurnal Pertanian Tropik*. 3(28): 249-255. p-ISSN : 2087-4855 e- ISSN : 2614-2872.
- Asril, M., Oktaviani, I., dan Leksikowati, S., S. (2019). Isolasi Bakteri *Indigineous* dari Limbah Cair Tahu dalam Mendegradasi Protein dan Melarutkan Fosfat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1). 67-72. DOC : 10.22373/ekw.v5i2.4356.
- Astuti, W., Y. Widodo, U., L. Budisantoso, I. (2013). Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Pengikat Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah Masam. Fakultas Biologi. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto. <https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/biosfera/article/download/138/98> . Diakses 21 Agustus 2021
- Asrul. (2019). Pupuk Hayati (Biofertilizer) Alternatif Substitusi Penggunaan Pupuk Kimiawi. Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang.
- Belen. F., Sanchez. J., Hernandez. E., Auleda, J. M., & Raventos, M. (2012). One Option for the Management of Wastewater from Tofu Production: freeze Concentration in a Falling-Film System. *Journal of Food Engineering*, 110(3).364-373.

- Buak, A., Pardosi, L., Fallo, G., (2022). Seleksi dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen pada Perakaran Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) dan Tomat (*Solanum lycopersium* L.) di *kabupaten Palu. Jurnal biologi dan Pembelajaran*. Vol. 9, no. 1. Hal : 34-41. ISSN-p : 2406-8659, ISSN-o : 2746-0959.
- Cappuccino dan Sherman. (2014). *Microbiology a Laboratory Manual Tenth Edition*. 77-202. ISBN-13 : 9780321-84022-6. ISBN-10 : 0-321-81022-11.
- Dalimunthe, B, M., Panggabean, Ellen L., Azwana. (2017). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik pada Berbagai Media Tanam. *Jurnal : Agrotekma*. 2 (1). ISSN-P : 2548-7841. ISSN-O : 2614-01X.
- Damayanti. S. S., Komala. O dan E. M., Effendi. (2018). Identifikasi Bakteri dari Pupuk Organik Cair Isi Rumen Sapi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*. Vol.18. No.2. e-ISSN; p-ISSN : 1411-9447. Hal. 63-71.
- Danapriatna., N. (2010). Biokimia Penambat Nitrogen oleh Bakteri Non Simbiotik. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. Vol.1. 1-10. ISSN : 2337-3520. (2301-928X Print).
- Dubey, AK. S., Devi. SR., Pranjali, K., Yogesh. KV., Ajay, and KC., Sandip. (2017). Effect of NPK on Plant Growth, Yield and Quality of Capsicum (*Capsicum annum* L.) Under Shade Net Condition. *International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences*. 6(3): 1085-1091. ISSN : 0853-2885.
- Effendi, A, M., Asyari, H., Gultom, T. (2018). Identifikasi Keragaman Spesies Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Berdasarkan Karakter Morfologi Di Kabupaten Deli Serdang. Universitas Negeri Medan. ISSN : 2656-1670. <http://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/35485> . 24 maret 2022.
- Faisal. M., Gani, A., Maulana, F., & Daimon, H. (2016). Treatment And Utilization of Industrial Tofu Waste In Indonesia. *Asian Journal Of Chemistry*, 28 (3), 501-507. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/3132> Diakses 15 Mei 2020

- Faisal, M., Maulana, F., Alam, P. N., and Daimon, H. (2014). Wastewater Characteristics from Tofu Processing Facilities in Banda Aceh. The Proceedings Of the 4<sup>th</sup> Annual International Conference Syiah Kuala University (AIC Unsyiah) oktober 22-24. Banda Aceh. Indonesia 18-21. DOC: 10.22373/ekw.v5i2.4356.
- Fajrin, V.N.A., Erdiansyah, I., dan Damanhuri. (2017). Koleksi dan Identifikasi Bakteri Penambat N pada Pusat Lokasi Tanaman Kedelai Edamane (*Glycine max* (L.) Merr.) di Kabupaten Jember. *Journal of Applied Agricultural Sciences*. Vol. 1 (2).
- Fatahillah. (2017). Uji Penambahan Berbagai Dosis Vermikompos Cacing (*Lumbricus Rubellus*) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biotek*. Volume 5 Nomor 2. <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/biotek/article/view/4288>
- Fenta, L. (2017). Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria from Tomato (*Solanum* L.) Rhizosphere and Their Effect on Growth and Phosphorus Uptake of The Host Plant Under Green House Experiment. *International Journal of Advanced Research*. ISSN : 2320-5407 : 1-49.
- Fitriani, L., Toekidjo, dan Purwanti. S. (2014). Keragaman Lima Kultivar Cabai *Capsicum annum* L. di Dataran Medium. *Jurnal Vegetalika*. Vol.2. No.2. 50 - 63. ISSN : 2527-8452.
- Gultom, S., Hasbi, M dan Purwanto, E. (2019). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Pada Kolam Tanah Gathering Stasion-Eor Plant Di PT. Bumi Siak Pusako Pertamina Hulu, Provinsi Riau.
- Hamastuti, H., Elysa, D.O., S.R. Juliastuti., dan H., Nuniek. (2012). Peran Mikroorganisme *Azobacter chroococcum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Aspergillus niger* pada Pembuatan Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu. *Jurnal teknik POMITS*. Vol 1(1): 1-5. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-25899-2308100023-2308100025>  
[Paper.pdf](#) Diakses 12 Maret 2021.
- Harlis., Retni., Budiarti, S., Kapli, H., dan Sanjaya, E, M. (2019). Produksi Pupuk Cair dari Isolat Bakteri Limbah Sayur Pasar Angso Duo Jambi dalam Meningkatkan Perekonomian dan Kesehatan Lingkungan Masyarakat Jambi. *Jurnal : Biospecies*. Vol. 12 No. 1. Hal : 40-48.

<https://online-journal.unja.ac.id/biospecies/article/view/6577>. Diakses 18 Juni 2022.

Herman, M dan Pranawo, D. (2013). Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Serapan Hara P Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.) N Bulletin RISTRI 4 (2): 129-138.

<http://jurnal.politanikoe.ac.id/index.php/jp/article/download/340/258>

Diakses 21 Agustus 2021.

Hidayani, Sufardi, dan Hakim, L. (2015). Limbah Tahu Untuk Memperbaiki Sifat Kimia dan Biologi Tanah Serta Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt L.). *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 4(1), 572-578. DOC: 10.22373/ekw.v5i2.4356.

Hindersah, R., Rostini, N., Harsono, A., Kalay M, A. (2018). Peran Eksopolisakarida Azotobacter dan Bahan Organik untuk Meningkatkan Nodulasi dan Biomassa Kedelai pada Dua Ordo Tanah. *J. Agron. Indonesia*, Agustus 2019, 47(2) :156-162. ISSN : 2085-2916. e-ISSN 2337-3652.

Himmah, M, A. (2021). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Dari Whey Tahu Serta Uji Potensi Probiotik. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/33312/>. 22 juni 2022.

Hutabarat, R., Puspita, F., dan Khoiri, M. A. (2014). Uji Formulasi Pupuk Organik Cair Berbahan Aktif *Bacillus* sp. Pada Pembibitan Utama Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jom Faperta*. 1(2), 1- 13. DOC: 10.22373/ekw.v5i2.4356.

Husna, M. (2019). Peran Bakteri *Bacillus* Sp. Dalam Penyediaan Unsur Hara dan Zat Pengatur Tumbuh Pada Produksi Padi Sawah. Tesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Indriani., M. I. Susilawati., dan R.Z. Islami. (2014). Peningkatan Produktivitas Tanaman Pakan Melalui Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA). *Pasture*. Vol 1. Hal : 27-30. ISSN : 2338-3011.

Isnayanti, I. (2020). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Dari Daun dan Kulit Batang Tanaman Lelak (*Uvaria rufa* blume) Sebagai Zat Antibakteri. *Jur : Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.

- Jannah, H., M. (2018). Respon Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) Terhadap Variasi Konsentrasi Pupuk NPK dan Perbedaan PH Tanah. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember. <https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/93391/Mawar%20Habibi%20Jannah131810201018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kaburuan, R., Hapsoh, Gusmawartati, (2014). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik Tanah Gambut Cagar Biosfer Giak SiaK Kecil-Bukit Batu". Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau, *Jurnal Agroteknologi*.Vol.5, No.1. Hal. 35-39. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/12476/> Diakses 20 Juli 2020.
- Kusumawati, K., Muhartini, S., Rogomulyo R. (2015). Pengaruh Konsentrasi Dan Frekuensi Pemberian Limbah Tahu Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Pada Media Pasir Pantai. *Vegetalika* Vol. 4 No. 2 : 48-62. <https://journal.ugm.ac.id/jbp/article/view/9274> . Diakses 15 juni 2021.
- Lumantouw, F, L., Kandou, EF K., Rondonuwu, B, S., Marina F.O. Singkoh. (2014). Isolasi dan Identifikasi Bakteri yang Toleran terhadap Fungisida Mankozeb pada Lahan Pertanian Tomat di Desa Tempok, Kecamatan Tompaso, Sulawesi Utara. *Jurnal Bios Logos*. Vol. 3 N (2). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/bioslogos/article/view/4433> . Diakses 15 Juni 2022.
- Manalu, M. H. I. (2011). Aplikasi Bakteri Tanah Penambat Nitrogen dengan Media Tanah Gambut Terbakar Pada Semai *Acacia Crassicarpa Cunn.* Ex-Benth. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Masfufah, A., Supriyanto, A., Surtiningsih, T. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (Biofertilizer) Pada Berbagai Dosis Pupuk Dan Media Tanam Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Pada Polybag. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga Surabaya. <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-biologif889051352full.pdf> Diakses 25 Juli 2020.
- Marian, E., Tuhutera, S. (2019). Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinensis*). *Agritrop*. ISSN : 1693-2877. EISSN : 2502-0455.

- Megasari, R., Biyatmoko, D., Ilham, W., dan Hadie, J. (2012). Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industry Minuman Dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. Pasca Sarjana Studi Pengolahan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Universitas Lambung Mangkurat. Jurnal enviroScienteeae. ISSN : 1978-8096. Diakses 25 september 2020
- Michael dan Burton. (2011). A Potographic Atlas For The Microbiology laboratorium 4th Edition. 82-83. ISBN : 978-089582-872-9.
- Muhammad, S., Rahmi., dan Rahmansyah, D. (2016). Budidaya Cabai. Penebar Swadaya. Jakarta. <http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/9605/1/Melly%20Handayani%20Br.%20Purba%20-%20Fulltext.pdf> Diakses 21 Juli 2020.
- Ningsih, L, R., Khotimah, S., LovadI, R. (2014). Bakteri Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun *Avicennia alba* Blume di Kawasan Hutan Mangrove Peniti Kabupaten Pontianak. Jurnal Protobiont. Vol 3 (1): 34 – 40. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/4579/0> 22 Juni 2022
- Oktrisna, D., Puspita, F., dan Zuhry, E. (2017). Uji Bakteri *Bacillus* Sp. Endofit Diformulasi Dengan Beberapa Limbah Terhadap Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal : jom ferta*. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau. VOL. 4. <https://www.neliti.com/publications/203240/uji-bakteri-bacillus-sp-endofit-diformulasi-dengan-beberapa-limbah-terhadap-tana>
- Pamungkas, Y, R., Prasetya, B. (2017). Pemanfaatan Bakteri Penambat N Sebagai Pupuk Hayati Dan Pengaruhnyaterhadap Serapan Nitrogen Tanaman Kedelai Pada Alfisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol 4 No 2 : 533-541, 2017 e-ISSN:2549-9793
- Pradana, T. D., Suharno, S., dan Apriansyah, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*. Vol. 4. No. 2. ISSN : 2442-5478. Diakses 22 juli 2020
- Pratama, M, A., (2020). Pemanfaatan kascing black soldier fly (*Hermetia illucens*) sebagai kompos untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). Universitas pendidikan indonesia. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

- Program Studi Biologi. Skripsi. <http://repository.upi.edu/id/eprint/55848> .  
4 juni 2022.
- Polii, M, G, M., Sondakh, T, D., Raintung, J, S, M., Doodoh, B., Titah, T. (2020). Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Kabupaten Minahasa Tenggara. Jurnal : Eugenia. Volume 25. No. 3. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/eugenia/article/view/31402>. Diakses 13 April 2021
- Putri, S. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Wortel Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Universitas Sumatera Utara. Program Biologi. Fak : Sains Dan Teknologi. <http://repository.uinsu.ac.id/id/eprint/11896> . I juni 2022.
- Permatasari, A., D & Nurhidayati, T. (2014). Pengaruh Inokulan Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat dan Mikoriza Asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur Terhadap Pertumbuhan Cabe Rawit. *Jurnal sains dan seni pomits*. Vol. 3 (2): 44-48. ISSN : 2337-3520 (2301-928x Print).
- Prianti., Rousdy, W, D., Rahmawaty. (2018). Karakteristik Genus Bakteri Pada Karkas Pada Ayam Broiler Dari Swalayan Di Pontianak. *Jurnal Protobiont*. Vol.7 (3). Hal : 24-35.
- Rahma, R., Anshar. M., Bahrudin., (2015). Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat, Bakteri Penambat Nitrogen Dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrotekbis*. 3(3) : 316-328. ISSN : 2338-3011.
- Rianto, J, N. (2016). Peranan Mikroba Dalam Meningkatkan Biomassa, Kadar N, Dan Kandungan Klorofil Daun Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Skala Polybag. Tesis. Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/78899>. 22 juni 2022
- Rupaedah, B., Anas, I., Santosa, A, D., Sumaryono, W., dan Budi, W, S. (2017). Peranan Rizobakteri dan Fungi Mikoriza Arbuskular Dalam Meningkatkan Efisiensi Penyerapan Hara Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Jurnal : Tanah Lingk*. 16 (2) : 45-52. ISSN : 1410-7333.

- Sari, N., I. (2014). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Tanah Di Kecamatan Pattallassang Kabupaten Gowa. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Alauddin Makassar
- Sayuti, I., Mahadi, I., Nur, I, M. (2016). Isolasi Bakteri Microbial Fuel Cell Pada Limbah Cair Tahu Sebagai Sumber Energi Listrik Untuk Pengayaan Modul Mikrobiologi Dasar. *Jurnal Biogenesis*. Vol. 13 (1) : 109 – 114. Program Studi Pendidikan Biologi FKIP. Universitas Riau. ISSN : 1829-5460.
- Saputro, W., Sarwitri, R., Ingesti, V.R. Siwi Pantja. (2017). Pengaruh Dosis Pupuk Organik dan Dolomit Pada Lahan Pasir Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai (*glycine max*, L. Merrill). *VIGOR. Jurnal : ilmu pertanian tropika dan subtropika*. 2 (2) : 70-73.
- Setiawati, R. M., Suryatmana, P., Chusnul A. (2017). Karakteristik Azolla Pinnata Sebagai Pengganti Bahan Pembawa Pupuk Hayati Padat Bakteri Penambat N<sub>2</sub> dan Bakteri Pelarut P. *Soilrens*. Vol 15. 1.  
<http://jurnal.unpad.ac.id/soilrens/article/view/13346>
- Setiawan, A. B., S. Purwanti. Toekidjo. (2014). Pertumbuhan dan Hasil Benih Lima Variates Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) di Dataran Menengah. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. *Jurnal Vegetalika*. 1(3) : 1-11.
- Soetiarso, A. T., W. Setiawan. D., Musaddad. (2015). Keragaan Pertumbuhan, Kualitas Buah Dan Kelayakan Finansial Dua Variates Cabai Merah. *Jurnal Hortikultura*. 21(1) : 77-88. ISSN : 2527-8452.
- Toago, P, S., Lapanjang, M, I., Barus, N, H. (2017). Aplikasi Kompos Dan Azotobacter Sp. Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). e-J. *Agrotekbis* 5 (3) : 291 – 299. ISSN : 2338-3011.
- Wati, D, S., (2018). Pertumbuhan Vegetative Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Secara Hidroponik Dengan Nutrisi Pupuk Organik Cair Dari Kotoran Kambing. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. <http://repository.radenintan.ac.id/5715/> Diakses 21 Juli 2020.
- Widiyawati, I., Sugiyanta., Junaedi, A., Widyastuti R. (2015). Peran Bakteri Penambat Nitrogen untuk Mengurangi Dosis Pupuk Nitrogen Anorganik pada Padi Sawah. *J. Agron. Indonesia* 42 (2) : 96 – 102.  
<https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi/article/view/8424>.

- Sholeh, A., Sunawan., Nurhidayati, dan Istiqomah N. (2021). Efek Aplikasi Kombinasi Urea dan Pupuk Hayati Inokulum Rhizobium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max (L.)* Varietas Derap 1. *Jurnal Folium*. Vol. 5 No. 2 (2021), 69 – 79 E-ISSN 2599-3070, P-ISSN 2656-4572. 15 mei 2020
- Susanti, A., S. (2020). Pengaruh Penggunaan Mulsa Plastik dan Pupuk MKM Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*). Fakultas Pertanian. Universitas Cokroaminoto Palopo. <http://repository.uncp.ac.id/289/1/AYU%20SRI%20SUSANTI1602406099.pdf>
- Surtiningsih T. (2015). Peran Biofertilizer Dari Campuran Mikroorganisme Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan Nasional. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga Surabaya. <http://repository.unair.ac.id/40096/1/gdlhub-gdl-grey-2016-surtiningsih-42976-pg.03-16-p.pdf> Diakses 25 Juli 2020. Diakses 25 Juli 2020.
- Wahyuningratri A., Aini N., dan Heddy S. (2017). Pengaruh Konsentrasi Dan Frekuensi Pemberian Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Cabai Besar (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 5 No. 1. ISSN: 2527-8452.
- Wardhani S., Purwani K. I., Anuggerahani W. (2014). Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Terhadap Partumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*)Variates Bhaskara di PT Petrokimia Gresik. *Jurnal Sains Dan Semi Pomits*. Vol. 2, No. 1. ISSN:2337-3520 (2301-928X Print).
- Widawati S. (2015). Uji Bakteri Simbiotik Dan Non Simbiotik Pelarutan Ca vs. P Dan Efek Inokulasi Bakteri Pada Anakan Turi (*Sesbania grandiflora L.* Pers).*Jurnal Biologi Indonesia*. Vol. 11 (2). p-ISSN 1907-3089, e-ISSN 26515869.
- Yanti, D., Rahmawati., dan Kurniatuhadi, R. (2021). Karakteristik Morfologis Dan Fisiologis Bakteri Endofit Dari Akar Napas Tumbuhan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh Di Mempawah Mangrove Park (Mmp). *Jurnal Biologica Samudra*. Doi: <https://doi.org/10.33059/Jbs.V2i1.4220>.
- Yahya, A, P, D., Hendarto, K., Yelli, F., Widyastuti, D, RA. (2022). Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Pelengkap Alkalis Dalam

Meningkatkan Produksi Cabai. Jurnal Balitbangda Lampung. P-ISSN 2354-5704. E-ISSN : 2622-190X.

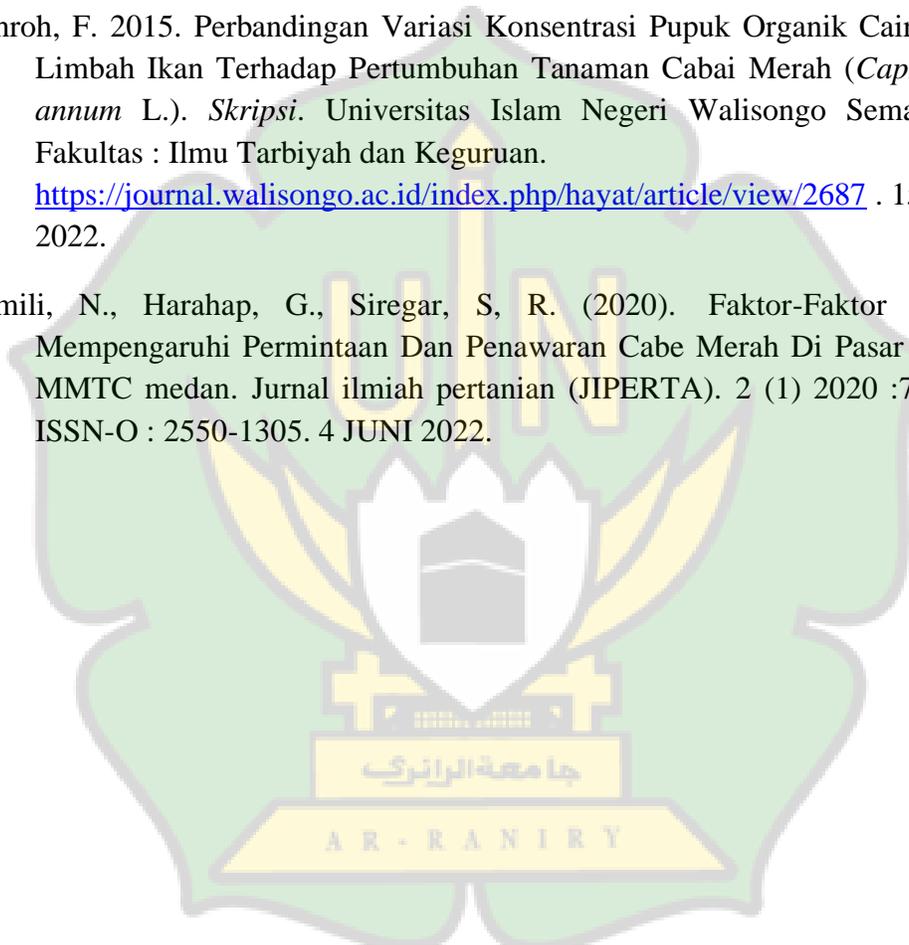
<https://jurnal.balitbangda.lampungprov.go.id/index.php/jip/article/view/270> . 20 juni 2022.

Yulma. Satriani, I. G., Awaludin., Ihsan, B., Pratiwi, B. (2019). Bacteria Diversity In Sediment From Mangrove And Bekantan Conservation Area, Tarakan Cit. *Jurnal : Ilmu Perikanan dan Sumberdaya*. Vol 7. No. 2.

Zahroh, F. 2015. Perbandingan Variasi Konsentrasi Pupuk Organik Cair Dari Limbah Ikan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan.

<https://journal.walisongo.ac.id/index.php/hayat/article/view/2687> . 15 Mei 2022.

Zamili, N., Harahap, G., Siregar, S, R. (2020). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Dan Penawaran Cabe Merah Di Pasar Raya MMTC medan. *Jurnal ilmiah pertanian (JIPERTA)*. 2 (1) 2020 :77-86. ISSN-O : 2550-1305. 4 JUNI 2022.



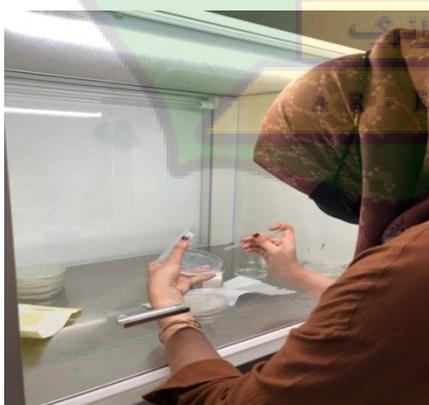
**LAMPIRAN 1**  
**(Dokumentasi Kegiatan)**



**Tempat pengambilan sampel limbah tahu**



**Pengenceran limbah tahu**



**Peremajaan limbah tahu**



**Isolat bakteri limbah tahu**



**Uji TSIA**



**Uji urease**



**Uji katalase**



**Uji motil**



**Persemaian cabe merah**



**Tanaman cabe merah berumur 7 hari**



**Pemindahan cabe merah berumur 2 minggu ke polybag**



**Pembuatan suspensi isolat**



**Penuangan inokulum pada tanaman**



**Tanaman cabe merah**



**Penyiraman cabe merah**



**Pengukuran berat akar**



**Pengukuran panjang akar**



**Pengukuran tinggi tanaman**

**LAMPIRAN II**  
**(Data Pertumbuhan Cabe Merah)**

<b>Kode Tanaman</b>	<b>Tinggi Tanaman (cm)</b>	<b>Jumlah Helaian Daun</b>	<b>Panjang Akar (cm)</b>	<b>Berat Basah Akar (g)</b>
PNT 1	21	27	9	0.28
	23	28	15	0.61
	20.5	27	10	0.3
PNT 2	27.5	24	13	1.14
	25	32	8	0.51
	28	23	14	0.71
PNT 3	24	31	15	0.43
	21.5	27	14	0.3
	19	20	10	0.37
PNT 4	23	22	14	0.52
	26	30	28	0.83
	22	21	19	0.49
PNT 5	29	41	17	0.56
	26	22	19	0.89
	30	23	15	0.78
PNT 6	26	32	19	0.66
	21	24	22	0.79
	25	20	23	0.64
PNT 7	29	31	14	0.49
	30	29	23	1.13
	25	26	14	0.51

Kode Tanaman	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Helaian Daun	Panjang Akar (cm)	Berat Basah Akar (g)
	35	38	23	1.4
PNT 8	32	40	19	1.1
	25	30	18	1.2
	25	25	19	1.02
PNT 9	27	31	18	0.71
	20	29	16	0.59
	30	42	30	0.7
PNT 10	25	34	12	0.34
	19	36	23	0.6
	19	24	15	0.49
PNT 11	30	39	18	0.5
	15	16	17	0.13
	19	24	15	0.43
PNT 12	25.5	28	30	0.76
	26	31	21	1.06
	23	32	21	0.65
NPK	27	33	25	0.97
	18	25	17	0.32
	16	22	11	0.31
Tanah	15	20	20	0.34
	17	15	8	0.24

**LAMPIRAN III**  
**(Jumlah Rata-Rata Pertumbuhan Tanaman)**

Kode	Rata-rata Tinggi Tanaman	Rata-rata JHD (cm)	Rata-rata panjang akar(cm)	Rata-rata BBA(cm)
PNT 1	21.5	27.3	11.3	0.4
PNT 2	26.8	26.3	11.7	0.8
PNT 3	21.5	26.0	13.0	0.4
PNT 4	23.7	24.3	20.3	0.6
PNT 5	28.3	28.7	17.0	0.7
PNT 6	24.0	25.3	21.3	0.7
PNT 7	28.0	28.7	17.0	0.7
PNT 8	30.7	36.0	20.0	1.2
PNT 9	24.0	28.3	17.7	0.8
PNT 10	24.7	37.3	21.7	0.6
PNT 11	21.3	26.3	16.7	0.4
PNT 12	23.5	27.7	22.0	0.8
NPK	22.7	30.0	21.0	0.7
Tanah	16.0	19.0	13.0	0.3

## LAMPIRAN 4 (Surat Keterangan Pemimbing)



**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**  
Nomor: B- 011/Un.08/FST/KP.07.6/01/2021

**TENTANG**

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

**DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

- Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;  
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;  
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;  
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;  
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;  
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;  
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 21 Tahun 2015 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;  
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun 2020 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan** : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 23 Desember 2020.
- Menetapkan** :  
**Kesatu** : Menunjuk Saudara:  
1. **Syafrina Sari Lubis, M. Si** Sebagai Pembimbing I  
2. **Diannita Harahap, M. Si** Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing Skripsi:  
Nama : **Nurul Amaliya**  
NIM : **160703009**  
Prodi : **Biologi**  
Judul Skripsi : **Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu dan Aplikasinya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*)**
- Kedua** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh  
Pada Tanggal 7 Januari 2021  
Dekan,

**Azhar Amsal K.**

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

lm

**LAMPIRAN 5**  
**(Surat Bebas Penelitian)**



**LABORATORIUM BIOLOGI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**  
Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh  
Web: [www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id), Email: [biolab.ar-raniry@gmail.com](mailto:biolab.ar-raniry@gmail.com)



**SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM**

No: B-62/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/06/2022

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

Nama	: Nurul Amaliya
NIM	: 160703009
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Kajhu, Baitussalam Aceh Besar

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

**“Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen dari Limbah Tahu dan Aplikasinya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabe Merah (*Capsicum annum* L)”**

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

Banda Aceh, 30 Juni 2022  
Ketua Laboratorium Biologi

  
**Syafrina Sari Lubis, M.Si**