

**SKRIPSI**

**RESPON BIBIT TANAMAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry) PADA BERBAGAI MIKROBA PENAMBAT NITROGEN DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR**

**Disusun dan Diajukan Oleh**

**ASMAYANTI**

**G011 17 1316**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2021**

**RESPON BIBIT TANAMAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum (L.) Merr & Perry*) PADA BERBAGAI MIKROBA PENAMBAT NITROGEN DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk menempuh Ujian Sarjana  
pada Program Studi Agroteknologi Departemen Budidaya Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin**

**ASMAYANTI  
G011 17 1316**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**RESPON BIBIT TANAMAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry) PADA BERBAGAI MIKROBA PENAMBAT NITROGEN DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR**

**ASMAYANTI**

**G011171316**

**Skripsi Sarjana Lengkap  
Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**Pada**

**Departemen Budidaya Pertanian**

**Fakultas Pertanian**

**Universitas Hasanuddin**

**Makassar**

**Makassar, 13 Juli 2021**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Dr. Ir. Feranita Haring, MP.**  
**NIP. 19591220 198601 2 002**

**Pembimbing Pendamping**

**Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc.**  
**NIP. 19541220 198303 1 001**

**Mengetahui :**

**Ketua Departemen Budidaya Pertanian**

**Dr. Ir. Amir Yassi, M.si**  
**NIP. 19591103 199103 1 002**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**RESPON BIBIT TANAMAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum (L.) Merr & Perry*) PADA BERBAGAI MIKROBA PENAMBAT NITROGEN DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR**

**Disusun dan Diajukan Oleh**

**ASMAYANTI**

**G011 17 1316**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 13 Juli 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

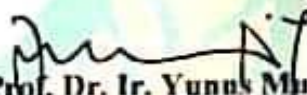
**Menyetujui,**

**Pembimbing I**



**Dr. Ir. Feranita Haring, MP.**  
**NIP. 19591220 198601 2 002**

**Pembimbing II**



**Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc.**  
**NIP. 19541220 198303 1 001**

**Mengetahui :**

**Program Studi Agroteknologi**



  
**Dr. Ir. Abd. Waris B., M.si**  
**NIP. 19670811 199403 1 003**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Asmayanti  
Nim : G011171316  
Program Studi : Agroteknologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul: **“Respon Bibit Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum (L.) Merr & Perry*) pada Berbagai Mikroba Penambat Nitrogen Dan Cendawan Mikoriza Arbuskular”** adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 13 Juli 2021

Yang bertanda tangan,

  
Asmayanti

## ABSTRAK

**Asmayanti, (G011171316)** Respon Bibit Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry) pada Berbagai Mikroba Penambat Nitrogen Dan Cendawan Mikoriza Arbuskular. Dibimbing oleh **Feranita Haring** dan **Yunus Musa**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian bakteri penambat nitrogen *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* spp. serta Cendawan Mikoriza Arbuskular pada tanaman cengkeh pada masa pembibitan dan untuk mengetahui jenis mikroba penambat N yang memberikan respon terbaik dan Fungi Mikoriza Arbuskular *Glomus* sp. yang dibutuhkan oleh tanaman cengkeh untuk pertumbuhan yang maksimal. Penelitian ini dilaksanakan pada September 2020 sampai Februari 2021 di Lahan Percobaan *Teaching Farm* Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar. Penelitian dilakukan dalam bentuk percobaan faktorial 2 faktor dalam Rancangan Acak Kelompok. Percobaan terdiri atas 2 faktor, faktor pertama yaitu pengaplikasian mikroba penambat N yang terdiri atas 4 taraf yaitu, tanpa mikroba penambat N; *Azotobacter* sp; *Azospirillum* spp. dan *Azotobacter* sp. + *Azospirillum* spp., sedangkan faktor kedua yaitu pengaplikasian Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) yang terdiri atas 4 taraf yaitu, tanpa CMA; 5 g CMA per tanaman; 10 g CMA per tanaman dan 15 g CMA per tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara berbagai jenis mikroba penambat N dan dosis CMA terhadap pertumbuhan bibit tanaman cengkeh. Perlakuan *azotobacter*+*azospirillum* dan 15 g CMA memberikan respon terbaik terhadap persentase CMA yaitu 100%, *azospirillum* dan 10 g CMA memberikan respon terbaik terhadap parameter volume akar yaitu 1,07 mL dan panjang akar yaitu 21,17 cm dan analisis jaringan N dan P yang optimal. Pada perlakuan tunggal *azotobacter*+*azospirillum* memberikan respon terbaik terhadap jumlah daun yaitu 1,25 helai dan *azospirillum* memberikan respon terbaik terhadap volume akar yaitu 0,80 mL dan panjang akar yaitu 16,58 cm. Pada perlakuan tunggal 15 g CMA memberikan respon terbaik terhadap luas daun yaitu 7,63 cm<sup>2</sup> dan persentase infeksi yaitu 85%, perlakuan 10 g CMA memberikan respon terbaik terhadap luas daun yaitu 7,14 cm, volume akar yaitu 0,78 mL dan panjang akar yaitu 16,23 cm.

**Kata Kunci:** *Azotobacter* sp., *Azospirillum* spp., Cengkeh dan CMA.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Allah SWT, atas segala berkat, rahmat dan hidayahnya yang dilimpahkan kepada penulis yang tak henti-hentinya, salawat serta salam tak lupa selalu kita kirimkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang menjadi tauladan bagi umat muslim. Atas izin Allah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Respon Bibit Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry) pada Berbagai Mikroba Penambat Nitrogen Dan Cendawan Mikoriza Arbuskular” yang merupakan salah satu syarat yang diperlukan untuk mendapatkan gelar sarjana di Departemen Budidaya pertanian, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis sadar bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, maka penulis mengharapkan kritik dan saran kepada para pembaca yang dapat menjadikan tulisan ini menjadi lebih baik lagi. Mohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam tulisan ini dan apabila ada sesuatu yang tidak berkenan dihati pembaca, mohon maaf sebesar-besarnya, karena penulis hanyalah manusia biasa yang tak luput dari salah. Semoga tulisan ini dapat menjadi berkah sehingga bermanfaat bagi banyak orang dan terutama bagi penulis.

Makassar, 13 Juli 2021

Asmayanti

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang memberikan begitu banyak nikmat setiap harinya. Salawat serta salam tak lupa kita kirimkan kepada Rasulullah Muhammad SAW dan keluarga beserta sahabatnya, yang menjadi tauladan bagi kita umat muslim.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak. Jadi pada bagian ini, izinkan penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis, Aminuddin dan Sumarni yang tak henti-hentinya mendoakan penulis, memberikan dukungan dan kasih sayang yang tak henti-hentinya kepada penulis, juga kepada keluarga besar penulis yang tak kalah hebatnya dalam memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dosen pembimbing, Dr. Ir. Feranita Haring, M.P dan Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc yang telah meluangkan banyak waktunya untuk penulis, memberikan masukan-masukan, saran serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dosen penguji, Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, M.S, Alm. Prof. Dr. Ir. Laode Asrul, M.P yang digantikan oleh Dr. Ir. Rafiuddin, M.P dan Dr. Ir. Katriani Mantja, M.P, yang meluangkan waktunya memberukan saran dan masukan-masukan dalam pelaksanaan penelitian dan memberikan arahan demi kelancaran penelitian hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.



4. Kepada panitia seminar, Dr. Ir. Fachirah Ulfa, M.P dan Dr. Ir. Katriani Mantja, M.P yang meluangkan waktunya kepada penulis mengurus berkas-berkas dan memberi masukan serta arahan kepada penulis.
5. Kepala Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Wilayah II Bapak Ir. Djoko Irianto M.Sc, Manager Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Wilayah II Bapak Nasrullah Hamzah, dan Mandor Perkebunan pada Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Wilayah II Bapak Arman Az Tambi, dan seluruh staff dan kariyawan yang telah membantu penulis dalam menyediakan bibit tanaman cengkeh dan memberikan masukan-masukan bagi penulis dalam kelancaran penelitian.
6. Kepada Ibu Asti yang banyak membantu penulis dilaboratorium, Bapak Darwis yang membantu penulis di lahan, Pak Ahmad yang telah membantu penulis di lab dan Pak Syahrul yang juga membantu penulis dilaboratorium
7. Kepada sepupu seperjuangan menyusun skripsi, Novitasari dari Jurusan Akuntansi, Universitas Mulawarman. Indriana dari Fakultas Hukum, Universitas Hasanuddin dan Fauziah Nikmah dari Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, yang membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Kepada saudari-saudari MAKANAN MYC, Khairunnajmi Halid (Iyung), Mulyani Salam (Muly), Nurda'wa (Da'wee), Ani Asram (Ani), A. Khusnul Fatimah (Imah), Nurul Mutmainnah (Innah), Nurul Wahidah (Yuyun), Husnul Khaerati (Cennulik), dan Rahmawati (Mamakek), yang dari wal sampai akhir memberikan semangat dan dukungan juga bantuan selama

proses penelitian berlangsung, yang selalu menenangkan sekaligus mengurangi beban penulis ketika stress, terima kasih.

9. Kepada saudari-saudari semasa kuliah, Nurfadhillah Ayu Eka Alyati A. (Ila), Nurda'wa (Da'wee), Pratiwi Triani (Tri), Nurhayati (Nur), Yusdarni (Yus) dan Mariza (Mariz), yang sangat-sangat membantu selalm proses penelitian baik hujan maupun terik selalu menemani, saling menguatkan dan memberi semangat satu sama lain, terimakasih sudah memilih Fakultas Pertanian dan saling menemukan.
10. Kepada saudara dan saudari yang sangat-sangat baik, Fadjrin Emir Mahmud (Faje), Muh. Farham Syahputra (Aan), Muh. Fajri Zahran S. (Faji), Nilam Sedayu (Nilam), Nurlaila Basri (Ila), Hikmah Magfira (Hany), Rifdal Armawan Arif (Rifee), Muh. Yusril Sulaiman (Uci), Yuliana (Uli) dan Karmila (Mila) yang membantu penulis pada saat penelitian berlangsung.
11. Teman-teman seperjuangan, Agroteknologi 2017, Kaliptra, Bioteknologi 2017, dan Teman-teman KKN Tematik Wilayah Bonto-bonto telah memberikan bantuan dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir.

Terimakasih yang sebesar-besarnya juga penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang tidak sempat disebutkan satu-persatu atas dukungan dan doa serta masukan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Semoga segala kebaikan dapat balasan dari Allah SWT berupa pahala, Aaamiinn.

Makassar, 13 Juli 2021

Asmayanti

## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan .....	5
1.3 Hipotesis .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Deskripsi Tanaman Cengkeh .....	6
2.2 Perbanyak Tanaman Cengkeh .....	8
2.3 Pupuk Hayati .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>20</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	20
3.2 Alat dan Bahan .....	20
3.3 Metode Penelitian .....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>27</b>
4.1 Hasil .....	27
4.2 Pembahasan .....	42
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	30
2.	rata-rata luas daun (cm <sup>2</sup> ) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	32
3.	Rata-rata volume akar (mL <sup>3</sup> ) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	34
4.	Rata-rata volume akar (mL <sup>3</sup> ) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	34
5.	Rata-rata panjang akar (cm) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	37
6.	Rata-rata panjang akar (cm) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	38

### Lampiran

1a.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 14 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	62
1b.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 14 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	62
1c.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 28 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	63
1d.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 28 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	63
1e.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 42 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	64
1f.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 42 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	64
1g.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 56 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	65
1h.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 56 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	65

1i.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 70 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	66
1j.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 70 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	66
1k.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 84 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	67
1l.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 84 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	67
1m.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 98 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	68
1n.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 98 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	68
1o.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 112 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	69
1p.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 112 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	69
1q.	Rata-rata tinggi tanaman cengkeh (cm) umur 126 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	70
1r.	Sidik ragam tinggi tanaman cengkeh umur 126 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	70
2a.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 14 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	71
2b.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 14 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	71
2c.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 28 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	72
2d.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 28 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	72
2e.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 42 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	73

2f.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 42 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	73
2g.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 56 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	74
2h.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 56 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	74
2i.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 70 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	75
2j.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 70 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	75
2k.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 84 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	76
2l.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 84 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	76
2m.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 98 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	77
2n.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 98 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	77
2o.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 112 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	78
2p.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 112 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	78
2q.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 126 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	79
2r.	Sidik ragam jumlah daun tanaman cengkeh umur 126 HST pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	79
3a.	Rata-rata luas daun (cm <sup>2</sup> ) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	80
3b.	Sidik ragam luas daun tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	80

4a.	Rata-rata volume akar ( $\text{mL}^3$ ) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	81
4b.	Sidik ragam volume akar tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	81
5a.	Rata-rata panjang akar (cm) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	82
5b.	Sidik ragam panjang akar tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	82
6a.	Rata-rata analisis jaringan N tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	83
6b.	Rata-rata analisis jaringan P tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	83
7.	Persentase infeksi CMA (%) akar tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	84
8.	Hasil analisis jaringan N dan P daun tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	85

## DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Rata-rata tinggi tanaman (cm) cengkeh umur 14 HST-126 HST pada pemberian mikroba penambat N dan CMA .....	28
2.	Rata-rata jumlah daun (helai) tanaman cengkeh umur 14 HST-126 HST pada pemberian mikroba penambat N dan CMA .....	29
3.	Rata-rata luas daun (cm <sup>2</sup> ) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	31
4.	Rata-rata volume akar (mL <sup>3</sup> ) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	33
5.	Rata-rata panjang akar (cm) tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	36
6.	Hasil analisis jaringan N pada daun tanaman cengkeh dengan perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	39
7.	Hasil analisis jaringan P pada daun tanaman cengkeh dengan perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	40
8.	Rata-rata persentase infeksi (%) CMA pada akar tanaman cengkeh perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	41
9.	Rata-rata persentase infeksi (%) CMA pada akar tanaman cengkeh perlakuan tunggal CMA .....	42

### Lampiran

1.	Denah penelitian dilapangan .....	60
2.	Tata letak pertanaman cengkeh dilapangan .....	61
3.	Kolonisasi CMA pada akar tanaman cengkeh .....	87
4.	Pengamatan persentase infeksi CMA .....	88
5.	Pengukuran dan pengaplikasian mikroba .....	89
6.	Pengamatan tinggi tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	90
7.	Pengamatan panjang akar tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	91



8. Pengamatan volume akar tanaman cengkeh pada perlakuan mikroba penambat N dan CMA .....	92
---	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L. Merr & Perr.) merupakan tanaman rempah yang sangat penting dan dibutuhkan. Pada mulanya, cengkeh hanya dipergunakan untuk obat-obatan, tetapi dalam perkembangannya pemanfaatan cengkeh menjadi lebih luas, yaitu sebagai rempah-rempah, bahan baku industri farmasi, kosmetika, parfum, sumber eugenol dan yang terbesar sebagai bahan baku industri rokok kretek.

Permintaan cengkeh selama kurun waktu 2010-2020 terus meningkat sejalan dengan semakin berkembangnya perindustrian yang berbahan baku cengkeh. Produksi pada tahun 2010 hanya mencapai 98.586 ton. Pada tahun 2015 produktivitas cengkeh mencapai angka tertinggi yaitu sebesar 441 kg/ha dan mengalami penurunan di tahun 2020 yaitu hanya sebesar 417 kg/ ha dengan luas areal perkebunan 570.353 ha (Ditjendbun, 2020). Kebutuhan cengkeh dalam industri sejak tahun 2005 sebanyak 91.350 ton dan meningkat pada tahun 2010 menjadi 120.000 ton. Kebutuhan cengkeh yang meningkat tiap tahunnya ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan industri berbahan baku cengkeh, sehingga harus dilakukan impor untuk menutupi kekurangannya.

Tanaman cengkeh merupakan tanaman berbunga majemuk dimana tanaman cengkeh mulai berproduksi pada umur 7 tahun dan meningkat dengan produksi maksimal pada saat berumur 12-32 tahun dengan periode panen raya yang bervariasi yaitu antara 2-4 tahun, tergantung pada umur tanaman, genotipe dan

pemeliharaan dilapangan (Randriani, 2011). Namun, setelah tanaman cengkeh berumur diatas 30 tahun produktifitasnya menurun hingga separuh dari produktifitas optimal. Pada usia tersebut tanaman cengkeh yang kurang mendapatkan perawatan lebih, akan mudah mengalami kerusakan. Kemampuan dalam menyerap hara pada usia tersebut mulai berkurang dan apabila terjadi kemarau panjang pada daerah tersebut dapat memicu kerusakan tanaman cengkeh.

Peremajaan pada tanaman cengkeh perlu dilakukan pada tanaman yang mati atau mengalami kerusakan, maka dari itu langkah awal untuk mengembangkan tanaman cengkeh adalah dengan mempersiapkan bibit tanaman cengkeh yang berkualitas, pembibitan merupakan kegiatan awal pertanaman yang sangat penting bagi keberhasilan tanaman selanjutnya. Seperti menurut Yusdian (2016) bahwa untuk meningkatkan produksi yang maksimal pada tanaman cengkeh dimulai dari proses pembibitan yang baik. Bibit yang berkualitas dapat menjamin mutu dan meningkatkan produktifitas tanaman, terutama pada tanaman perkebunan yang memiliki masa tumbuh yang lebih lama dan akan terus berproduksi sampai usia puluhan tahun.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas bibit tanaman cengkeh yaitu dengan menggunakan bakteri penambat nitrogen *Azotobacter sp.*, *Azospirillum spp*, dan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Toago (2017) Inokulasi *Azotobacter sp.* atau *Azospirillum spp.* dalam jumlah yang signifikan baik pada tanah, efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman budidaya dan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan ketersediaan N, P, dan K serta senyawa-senyawa organik

yang dibutuhkan tanaman. Maka dengan adanya kontribusi tersebut dari awal pembibitan akan menunjang ketersediaan hara pada tanaman sampai pada usia rentah karena biakan bakteri tersebut akan terus aktif menyerap hara pada tanah dan membentuk koloni pada akar mulai dari pada masa pembibitan, bakteri tersebut tidak akan habis malah akan terus bertambah jumlahnya dirhizosfer, tepatnya disekitar perakaran tanaman.

Mikroba penambat N yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *azotobacter* sp dan *azospirillum* spp. dengan pengenceran  $10^{-8}$  sebanyak 50 mL perbibit. Menurut Hindersah (2017) bahwa penggunaan bakteri *azotobacter* sp. pada tanaman yang optimal sebanyak 50 ml jika pengenceran yang digunakan  $10^{-8}$  yang diaplikasikan pada polybag yang berisi tanah sebanyak 5kg. Cendawan Mikoriza Arbuskular yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *glomus* sp. dengan menggunakan zeolit sebagai media biakannya dengan kerapatan spora dari CMA *glomus* sp. sebesar 90% sebanyak 5 g, 10 g dan 15 g yang diberikan pertanaman sesuai dengan perlakuan. Menurut Harahap (2015) bahwa pemberian 5 g dan 10 g CMA perpolybag pada bibit memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan bibit. Mikroba yang digunakan penambat N yang digunakan dibiakkan langsung dilaboratorium sedangkan CMA diperoleh dari secara komersial di toko pertanian.

Penggunaan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) pada masa pembibitan tanaman cengkeh, dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan membentuk banyak hifa, hifa tersebut yang akan digunakan oleh tanaman cengkeh untuk menyerap hara 6 kali lebih banyak daripada tanaman yang tidak memiliki mikoriza arbuskular pada

akarnya. Rata-rata tanaman cengkeh di wilayah Indonesia tumbuh pada daerah yang memiliki musim kering yang panjang, sehingga penggunaan mikoriza ini dapat mengatasi permasalahan tersebut. Hal tersebut di jelaskan dalam penelitian Rini (2017) yang mengungkapkan bahwa Fungi Mikoriza Arbuskular memiliki kemampuan bersimbiosis hampir dengan 90% tanaman, prinsip kerja Fungi Mikoriza Arbuskular adalah menginfeksi sistem perakaran dari tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam penyerapan unsur hara dan air. Keuntungan dari keberadaan Fungi Mikoriza Arbuskular selain dapat meningkatkan serapan fosfat dan unsur hara lainnya juga dapat menyerap ion-ion esensial yang secara normal berdifusi secara lambat ke permukaan akar, tetapi dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tanaman seperti amonium, kalium, dan nitrat.

Kontribusi dari bakteri *Azospirillum* dan *Azotobacter* dengan CMA dapat meningkatkan serapan hara lebih maksimal pada tanaman dimana bakteri bekerja untuk menfiksasi hara pada tanah dan fungi mikoriza arbuskular yang meningkatkan daya serap tanaman terhadap hara yang telah difiksasi selain itu juga mampu meminimalisir penggunaan pupuk kimia pada tanaman cengkeh. Hal tersebut sesuai dalam hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Gunawan (2011) bahwa kombinasi antara *Azospirillum* dengan Fungi Mikoriza Arbuskular dapat meningkatkan serapan hara dan produktifitas tanaman.

Berdasarkan dari uraian diatas maka, penggunaan bakteri penambat nitrogen, *Azotobacter sp.* dan *Azospirillum spp.* serta Fungi Mikoriza Arbuskular pada

tanaman cengkeh difase pembibitan diharapkan agar dapat meningkatkan produksi tanaman cengkeh dilapangan, dengan adanya interaksi antara kedua jenis mikroba tersebut mampu mempertahankan dan memenuhi kebutuhan akan bibit cengkeh yang lebih memadai dan berkualitas.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari bagaimana pengaruh dari pemberian bakteri penambat nitrogen *Azotobacter sp.* dan *Azospirillum spp.* serta Fungi Mikoriza Arbuskular pada tanaman cengkeh pada masa pembibitan dan untuk mengetahui jenis mikroba penambat N yang memberikan pengaruh terbaik dan Fungi Mikoriza Arbuskular *Glomus sp.* yang dibutuhkan oleh tanaman cengkeh untuk pertumbuhan yang maksimal.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi dan referensi bagi peneliti, petani dan masyarakat secara umum tentang peningkatan kualitas bibit cengkeh dengan pemberian mikroba penambat N dan mikoriza arbuskular.

## **1.3 Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara bakteri penambat nitrogen dan Fungi Mikoriza Arbuskular yang memberikan respon terbaik terhadap pertumbuhan bibit tanaman cengkeh.
2. Terdapat salah satu diantara bakteri penambat nitrogen yang memberikan respon terbaik dalam pertumbuhan tanaman cengkeh.
3. Terdapat salah satu dosis Mikoriza Arbuskular yang memberikan respon terbaik dalam pertumbuhan bibit tanaman cengkeh.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Deskripsi Tanaman Cengkeh**

Tanaman cengkeh termasuk dalam famili Myrtaceae dan merupakan salah satu tanaman tertua yang berada di Indonesia – Pulau Ternate. Tipe cengkeh yang dibudidayakan di Indonesia ada 3 yaitu Zanzibar, Sikotok dan Siputih. Cengkeh yang disukai masyarakat adalah jenis Zanzibar karena produktivitasnya lebih tinggi (Muiz, 2007; Moningka, 2012).

Tanaman cengkeh termasuk tanaman yang menghasilkan biji. Saat ini perbanyakan cengkeh umumnya dilakukan secara generatif dengan biji, oleh karena itu sering kali ditemukan dalam satu areal pertanaman cengkeh terdapat pohon-pohon yang berlainan produksi bunganya walaupun benihnya berasal dari satu pohon induk. Perbanyakan vegetatif sendiri pada tanaman cengkeh dapat dilakukan melalui setek, kultur jaringan, grafting dan cangkok (Ruhnayat, 2015).

##### **2.1.1 Taksonomi Tanaman Cengkeh**

Cengkeh adalah tanaman rempah-rempah purbakala yang telah dikenal dan digunakan ribuan tahun sebelum masehi. Pohonnya sendiri merupakan tanaman asli ke pulauan Maluku (Ternate dan Tidore), yang dahulu dikenal oleh para penjelajah sebagai spice island. Tanaman cengkeh ini merupakan tanaman perkebunan tropis dengan famili Myrtaceae. Karena iklim tropislah yang menjadi kebutuhan tanaman cengkeh, maka dari itu Indonesia dari dulu hingga sekarang merupakan negara penghasil cengkeh terbesar di dunia dan negara-negara eropa mengimpor cengkeh dari Indonesia .

Tanaman cengkih merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Rumagit (2007) mengemukakan bahwa cengkih merupakan komoditas yang strategis bagi perekonomian nasional. Strategis sebab Indonesia adalah negara produsen, konsumen, dan pengimpor cengkih terbesar didunia dan berperan langsung dalam penyerapan tenaga kerja (Direja, 2019).

### **2.1.2 Manfaat Tanaman Cengkeh**

Cengkeh merupakan tanaman rempah-rempah unggulan asli Indonesia yang sejak dulu menjadi salah satu komoditi utama perkebunan, karena memberikan pemasukan negara melalui cukai rokok. Selain itu, cengkeh juga berperan sebagai penyumbang pendapatan petani, mendukung berkembangnya industri, dan berpotensi menjadi salah satu sumber pendapatan untuk mengembangkan pembangunan suatu wilayah (Shofiana, 2019).

Tanaman cengkih merupakan salah satu tanaman perkebunan yang penting dalam perekonomian Indonesia (Balittan, 1979). Komoditas cengkih banyak digunakan di bidang industri rokok kretek. Bermawie (1992) mengemukakan bahwa cengkih dapat pula dimanfaatkan dalam industri kosmetik, bahan baku pembuatan vanilin, farmasi serta pemanfaatannya pada teknologi pangan sebagai agen anti mikroba alami. Hasil kajian Balitan (2012) menunjukkan permintaan cengkih selama kurun waktu 2005 – 2010 terus meningkat sejalan dengan berkembangnya perindustrian berbahan baku cengkih (Sulistyaningrum, 2015).

Pada mulanya bagian dari tanaman cengkeh yaitu bunga cengkeh hanya digunakan sebagai obat terutama untuk kesehatan gizi. Sekarang berkembang menjadi bahan baku utama pembuatan rokok. Sesuai dengan pendapat Nurdjannah



(2004) bahwa Rokok hasil campuran antara cengkeh dan rempah lainnya disebut rokok kretek, sedang rokok campuran tembakau dan rempah atau saus lainnya tanpa cengkeh disebut rokok sigaret atau lebih populer disebut rokok putih. Sepuluh tahun kemudian dengan berkembangnya pemakaian cengkeh sebagai campuran rokok.

Bagian utama dari tanaman cengkeh yang bernilai komersial adalah bunganya yang sebagian besar digunakan dalam industri rokok dan hanya sedikit dalam industri makanan. Namun demikian, dengan adanya penemuan – penemuan baru bagian tanaman lain dari cengkeh yaitu daun dan tangkai bunganya telah pula dimanfaatkan sebagai sumber minyak cengkeh yang digunakan dalam industri farmasi, kosmetik dan lain – lain. Pemakaian cengkeh dalam industri tersebut di atas terutama karena cengkeh memiliki aroma yang enak yang berasal dari minyak atsiri yang terdapat dalam jumlah yang cukup besar, baik dalam bunga (10-20%), tangkai (5-10%) maupun daun (1-4%). Selain itu minyak cengkeh mempunyai komponen eugenol dalam jumlah besar (70-80%) yang mana kandungan dari bagian cengkeh tersebut mempunyai sifat sebagai stimulan, anestetik lokal, karminatif, antiemetik, antiseptik dan antispasmodik (Nurdjannah, 2004).

## **2.2 Pembibitan Tanaman Cengkeh**

Menurut Ruhnayat (2012), teknis pembibitan tanaman cengkeh adalah sebagai berikut:

### **1. Persiapan benih**

Benih diambil dari buah yang telah masak fisiologis (warna coklat kehitaman), bebas hama penyakit, tidak cacat (tidak ada bekas luka atau bercak hitam yang menandakan benih terserang jamur), tidak benjol-benjol (yang

menandakan benih terinfeksi oleh penyakit cacar daun cengkeh), berat minimal 1 g, panjang 2,5 cm, diameter 1-2 cm, kadar air minimal 80% dengan daya kecambah 85 %, panjang akar kecambah < 2 cm, lurus tidak rusak, benih harus tumbuh dalam waktu 3 minggu setelah semai.

Benih cengkeh yang sudah dipanen harus segera disemai karena tidak dapat disimpan terlalu lama karena bersifat rekalsitran. Sebelum disemai, kulit buah dikupas terlebih dahulu agar cepat berkecambah dan untuk menghindari terjadinya fermentasi yang dapat merusak viabilitas benih. Pengupasan kulit buah dilakukan dengan hati-hati untuk menjaga agar benih tidak terluka. Pengupasan dapat dilakukan dengan tangan atau pisau yang tidak terlalu tajam. Setelah dikupas benih direndam dalam air bersih selama  $\pm$  24 jam untuk meningkatkan kadar air, dan dilanjutkan dengan pencucian untuk menghilangkan lendir yang menempel pada benih. Selama pencucian benih diaduk dan digosok-gosok dalam air secara hati-hati untuk mempercepat hilangnya lendir yang menempel pada permukaan benih, air cucian diganti sebanyak 2-3 kali. Benih cengkeh yang sudah dibersihkan harus segera disemai.

## 2. Persemaian

Persemaian dilakukan untuk menciptakan suatu kondisi terbaik agar benih dapat berkecambah secara optimal. Persemaian benih lebih mengutamakan kegemburan media bagi perkecambahan dan penumbuhan benih selama  $\frac{1}{2}$  - 2 bulan. Dengan kesehatan lingkungan 100%, intensitas sinar matahari 25%, suhu udara 22-30 derajat Celsius, dan kelembaban 80%.

Tujuan penyemaian pada sabut kelapa adalah agar benih cepat berakar dan mengeluarkan tunas, sehingga sejak dini (2-3 minggu setelah semai) benih sudah dapat diseleksi sebelum dipindah ke pembenihan. Benih yang telah diseleksi dapat langsung ditanam polibag ukuran 20 cm x 25 cm atau ukuran 20 cm x 30 cm dengan media tanam campuran tanah dan pupuk kandang kambing atau sapi dengan perbandingan 2:1. Isi wadah yang terbuat dari plastik/kayu yang telah dilubangi bagian bawahnya dengan sabut kelapa yang telah dihaluskan. Wadah yang digunakan mempunyai ketinggian 25-30 cm, agar akar benih tumbuh lurus. Untuk menghemat tempat, benih disemai secara berdiri dengan jarak tanam 2 cm x 2 cm. Calon akar menghadap ke bawah dengan permukaan benih bagian atas hampir rata dengan media tanam.

### 3. Pembibitan

Pemindahan benih dari persemaian sabut kelapa ke pembenihan menggunakan polibag dilakukan setelah benih mengeluarkan tunas (umur 2-3 minggu setelah semai) dan telah berakar sepanjang 5-6 cm. Polibag yang digunakan berukuran 15 cm x 20 cm (untuk benih 1 tahun di pembenihan) atau 20 cm x 25 cm (untuk benih 2 tahun di pembenihan), dengan media tanam campuran tanah dan pupuk kandang/kompos (2:1). Pemindahan benih harus dilakukan secara hati-hati, diusahakan akar tidak rusak/putus, dan tanah/pasir yang melekat di permukaan akar jangan dibiarkan rontok agar benih tidak mengalami stres pada waktu ditanam di pembenihan.

Persyaratan tempat pembenihan sama dengan tempat persemaian. Lokasi pembenihan sebaiknya terletak di daerah bebas serangan penyakit cacar daun dan

mati bujang minimal dalam radius 5 km, ketinggian tempat < 900 m dari permukaan laut, mempunyai pembatas yang jelas, areal harus bersih dari sisa-sisa tunggul yang dapat menjadi sarang rayap, dan lokasi dekat dengan daerah pengembangan.

Siapkan polibag ukuran 20 cm x 25 cm (untuk benih yang akan dipindahkan umur 1 tahun) atau ukuran 20 cm x 30 cm (untuk benih yang akan dipindahkan umur 2 tahun), Isi polibag dengan media tanam campuran tanah dan pupuk kandang kambing atau sapi dengan perbandingan 2:1, Buat lubang tanam tepat ditengah polibag kemudian tanam benih dari persemaian, tutup dengan tanah lalu dipadatkan dengan tangan dan disiram dengan air. Pada waktu penanaman akar benih harus lurus agar pertumbuhannya baik, Simpan polibag yang telah ditanami benih pada bedengan yang dibuat seperti bedengan pembenihan pada tanah, namun tanahnya tidak diberi pupuk kandang.

#### 4. Seleksi Bibit

Sebelum ditanam di kebun, benih harus diseleksi terlebih dahulu untuk mendapatkan tanaman dengan pertumbuhan yang baik dan sehat. Beberapa kriteria benih cengkeh yang baik adalah : mempunyai tinggi minimal 60 cm (umur benih 1 tahun) atau 90 cm (umur benih 2 tahun), pertumbuhan benih seragam, daun berwarna hijau tua, percabangan banyak dan kekar, tidak ada gejala penyakit becak daun dan cacar daun serta tidak menunjukkan gejala kekurangan hara, jumlah rata-rata percabangan 6,5 cabang dan daun 63 helai, warna daun dewasa hijau tua (7.5 GY 4/4 –4/6), memiliki akar tunggang yang lurus dan batang tunggal, perakaran sehat kedalaman  $\geq 20$  cm dan kesamping  $\pm 12$  cm dengan 30-35 akar cabang.

## **2.3 Pupuk Hayati**

Pupuk hayati adalah suatu zat yang dibutuhkan oleh tanaman untuk menunjang pertumbuhannya yang mengandung bahan-bahan penyusun dari mikroorganisme, sesuai menurut Vessey (2003) dalam Pamungkas (2017) bahwa pupuk hayati adalah substansi yang mengandung mikroorganisme hidup yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pupuk hayati berperan dalam mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro dan mikro, efisiensi hara, kinerja sistem enzim, meningkatkan metabolisme, pertumbuhan dan hasil tanaman.

Pupuk hayati menjaga lingkungan tanah yang kaya hara mikro dan makro melalui fiksasi nitrogen, pelarutan fosfor dan mineralisasi kalium, pelepasan zat pengatur tumbuh tanaman, produksi antibiotik dan biodegradasi bahan organik tanah. Mikroorganisme yang digunakan dalam penggunaan pupuk hayati terdiri dari berbagai macam mikroba yaitu bakteri penambat N dan cendawan mikoriza arbuskular (CMA).

### **2.3.1 Bakteri Penambat Nitrogen (N)**

Senyawa kimia sintetis digunakan untuk mencegah tanaman dari serangan gejala hama dan penyakit atau bisa menyuburkan tanaman dan merugikan kesehatan manusia dan mereka juga dapat bertahan dalam ekosistem alami. Dalam dekade terakhir telah ada dorongan untuk menggunakan agen biologis seperti mikroorganisme (bakteri dan jamur mikoriza) untuk menggantikan produk kimia konvensional. Padahal, secara organik sistem pertanian penggunaan bahan kimia sintetis produk dilarang, terdapat berbagai jenis bakteri yang dapat digunakan

dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman salah satunya untuk tanaman cengkeh yaitu diantaranya *azospirillum sp.* dan *azotobacter sp.* (Chalazans *et al*, 2013).

Penelitian yang dilakukan oleh Joseph *et al.* (1997) menunjukkan bahwa 50% pupuk nitrogen dapat dikurangi penggunaannya melalui inokulasi *Azotobacter sp.* pada pembibitan. Pada penelitian Sembiring (2013) Tanaman yang diberi perlakuan 50% dan 75% urea dengan inokulum *Azotobacter sp.* memiliki tinggi tanaman dan diameter batang yang lebih besar daripada perlakuan 25% urea dengan inokulum *Azotobacter sp.* dan kontrol (tanpa inokulasi *Azotobacter sp.*).

Bakteri non simbiotik lainnya yang dapat dimanfaatkan adalah *Azospirillum sp.* *Azospirillum sp.* menambat nitrogen pada kondisi mikroaerofil. Nitrogen yang ditambat - akan diserap oleh tanaman dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ . *Azospirillum sp.* juga mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti IAA, giberelin, auksin, dan senyawa yang menyerupai sitokinin. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan *Azospirillum sp.* dapat meningkatkan efisiensi pemupukan pada beberapa tanaman. Salah satu hasil penelitian mengenai pemanfaatan *Azotobacter sp.* dan *Azospirillum sp.* sebagai upaya untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman karet dilaporkan oleh (Sembiring, 2013).

### **1. *Azotobacter***

*Azotobacter* merupakan salah satu bakteri penambat nitrogen aerobik non-simbiotik yang mampu menambat nitrogen dalam jumlah yang cukup tinggi, bervariasi + 2 - 15 mg nitrogen/gram sumber karbon. kemampuan ini tergantung kepada sumber energi, keberadaan nitrogen yang terpakai, mineral, reaksi tanah dan faktor lingkungan yang lain, serta kehadiran bakteri tertentu. Faktor-faktor

eksternal yang mempengaruhi penambatan nitrogen antara lain suhu, kelembaban tanah, pH tanah, sumber karbon, cahaya dan penambahan nitrogen. Di samping itu jumlah bakteri penambat nitrogen pada perakaran, potensial redoks dan konsentrasi oksigen juga dapat mempengaruhi aktivitas penambatan nitrogen (Rahmi, 2014).

Bakteri *Azotobacter* yang diaplikasikan pada tanah pertanian akan terus mempersubur tanah karena bakteri tersebut akan semakin banyak jumlahnya di dalam tanah dan terus bekerja memfiksasi nitrogen, dan menaikkan biomassa tanaman pertanian (Hindersah, 2004). Ditambahkan oleh Rao (1994) yang menyatakan bahwa inokulasi *Azotobacter sp.* atau *Azospirillum* dalam jumlah yang signifikan baik pada tanah maupun pada biji efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman budidaya. Kompos dan *Azotobacter sp.* dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan ketersediaan N, P dan K serta senyawa-senyawa organik yang dibutuhkan oleh tanaman. Sehingga dengan pemberian kompos dan bakteri *Azotobacter sp.* dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman (Toago, 2017).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hindersah (2018) bahwa penggunaan *Azotobacter* pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman : akuisisi nitrogen tersedia yang dihasilkan dari fiksasi nitrogen, dan peningkatan kadar fitohormon tanaman yang berasal dari fitohormon produksi *Azotobacter*. Mekanisme di atas secara langsung meningkatkan serapan N dan perakaran tanaman yang menginduksi pertumbuhan vegetatif. Pemberian *Azotobacter* dengan cara inokulasi tanaman lebih efektif untuk meningkatkan tinggi karena nitrogen dan fitohormon yang telah terbentuk selama produksi pupuk hayati diserap melalui

stomata daun dan lebih cepat memasuki sistem metabolisme tanaman untuk pembentukan dan perbesaran sel selama fase vegetatif.

Penggunaan bakteri *Azotoacter sp.* pada tanaman yang optimal sebanyak 50 ml jika pengenceran yang digunakan  $10^{-8}$  yang diaplikasikan pada polybag yang berisi tanah sebanyak 5 kg (Hindersah, 2017).

## 2. *Azospirillum*

Bakteri *Azospirillum sp.* adalah salah satu mikroorganisme yang dapat memfiksasi Nitrogen dari udara yang bersifat mikroaerobik dan mampu berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi. Dalam proses fiksasi Nitrogen atmosfer, bakteri *Azospirillum sp.* menambat Nitrogen bebas dan mengubahnya menjadi sebuah jaringan yang kemudian melalui proses pelapukan, amonifikasi dan nitrifikasi akan memberikan sebagian nitrogen udara sebagai nitrogen yang tersedia bagi tanaman tingkat tinggi (Erfin, 2016).

Salah satu mikroba yang dapat menambat nitrogen secara non simbiotik yaitu bakteri *Azospirillum sp.* *Azospirillum* merupakan bakteri yang hidup di daerah perakaran tanaman baik golongan C4 (seperti jagung, sorgum, dan rumput-rumputan) dan golongan C3 (seperti gandum, padi dan oats). Bakteri ini berkembang biak dengan membentuk koloni terutama pada daerah perpanjangan akar dan pangkal bulu akar. Sumber energi yang mereka sukai adalah asam organik seperti malat, suksinat, laktat, dan piruvat (Rosmalia, 2019).

*Azospirillum sp.* bersifat sangat aerobik dengan adanya ammonia di dalam medium dan tidak mampu menambat nitrogen dalam keadaan anaerob total (Yuwono 2008). Nitrogen yang terfiksasi oleh *Azospirillum sp.* akan diubah



menjadi sebuah jaringan yang kemudian melalui proses dekomposisi, amonifikasi dan nitrifikasi, nitrogen yang terfiksasi tersebut akan berubah menjadi bentuk N-tersedia sehingga dapat diserap oleh tanaman. Selain mampu memfiksasi N bebas, *Azospirillum* sp. juga dapat menghasilkan hormon pertumbuhan berupa auksin, sitokinin dan giberelin. Apabila keunggulan sifat bakteri ini dapat dimanfaatkan dengan efisien, maka kebutuhan tanaman akan unsur hara N dapat terpenuhi sehingga menghasilkan produktivitas yang optimal dan juga dapat mengurangi penggunaan pupuk nitrogen kimia (Rosmalia, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rosmalia (2019) menyatakan bahwa pemberian *azospirillum* pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu melalui fiksasi nitrogen atmosfer, fosfor bahan yang terlarut, dan merangsang pertumbuhan tanaman melalui sintesis zat-zat yang mendukung pertumbuhan tanaman. Penggunaan *Azospirillum* akan mengembalikan siklus nutrisi alami tanah dan membentuk material organik tanah, sehingga tanaman yang dapat tumbuh dengan baik.

### **2.3.2 Cendawan Mikoriza Arbuskular**

Mikoriza merupakan salah satu bentuk simbiosis mutualisme antara jamur dan sistem akar tanaman tingkat tinggi. Cendawan mikoriza arbuskular (CMA) sendiri merupakan salah satu kelompok jamur tanah biotrof obligat yang tidak dapat tumbuh bila terpisah dari tanaman inang (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006) dan termasuk agens pengendali hayati yang cukup potensial. CMA menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, membentuk jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang bermikoriza tersebut mampu meningkatkan

kapasitas dalam penyerapan hara dan air (Rungkat, 2009 dalam Muis, 2013). Selain berperan dalam pertumbuhan, CMA juga dilaporkan dapat menjadi agens pengendalian hayati (Biological Control) yang potensial (Suharti, et al. 2011). Inokulasi CMA pada fase pembibitan akan menghasilkan simbiosis yang lebih baik antara tanaman dengan Fungi Mikoriza Arbuskular (Putri, 2016).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Irianto (2015) menyatakan bahwa jenis CMA berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit kihiang dan *Gigaspora* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit secara nyata dibandingkan dengan kontrol, namun tidak meningkatkan pertumbuhan diameter bibit kecuali pada perlakuan inokulasi dengan inokulan CMA *Glomus* sp.

Mikoriza arbuskular merupakan mikroorganisme tanah yang banyak berperan sebagai mikroba perombak, membantu tanaman dalam penyerapan nutrisi dari tanah, cendawan yang berasosiasi simbiotik dengan akar tanaman membentuk daerah serapan yang lebih luas dan lebih mampu memasuki ruang pori yang lebih kecil dan berfungsi meningkatkan penyerapan unsur P (fosfor). Perbedaan kecepatan masuknya fosfor pada akar yang terinfeksi mikoriza sangat nyata dibandingkan dengan akar yang tidak terinfeksi mikoriza. Musfal (2010) menyatakan bahwa perbedaannya adalah enam kali lebih cepat pada perakaran yang terinfeksi mikoriza. Hal ini terjadi karena jaringan hifa eksternal mampu memperluas zona penyerapan fosfor. Selain manfaat langsung pada perakaran tanaman, mikoriza juga baik untuk ekosistem (Manaroinsong, 2015).

Manfaat mikoriza pada ekosistem adalah kemampuannya menghasilkan enzim fosfatase yang mampu melepaskan unsur hara P yang terikat unsur Al dan

Fe pada lahan masam dan Ca pada lahan berkapur. Unsur P akan tersedia untuk tanaman dan membuat tanah menjadi lebih gembur. Mikoriza bersimbiosis dengan perakaran tanaman yang berada pada lahan marginal. Aplikasi teknologi mikoriza merupakan salah satu strategi alternatif yang perlu dicoba dan dikembangkan di lahan marginal, seperti pada tanah masam dengan daya ikat P sangat tinggi, sehingga tanaman sulit untuk memanfaatkan unsur hara tersebut. Pada lahan yang subur simbiosis mikoriza arbuskula tidak berpengaruh nyata. Simbiosis mikoriza dengan perakaran tanaman tidak hanya membantu penyerapan unsur hara P, tetapi mampu meningkatkan penyerapan unsur hara lain (Manaroinsong, 2015).

Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) sangat tergantung pada kesesuaian antara faktor-faktor jenis CMA, tanaman dan tanah serta interaksi ketiga faktor tersebut. Jenis tanaman berpengaruh dalam hal perbedaan tingkat ketergantungan pada mikoriza karena terdapat tanaman tertentu yang sangat membutuhkan keberadaan mikoriza seperti ubi kayu sedangkan tanaman lobak tidak membutuhkan mikoriza (Rainiyati *et al* .2009 dalam Purba *et al*, 2014).

Pemberian mikoriza pada cengkeh dapat meningkatkan kualitas bibit cengkeh ketika dilapangan. Menurut Putri (2016), bahwa pemberian CMA pada bibit cengkeh memiliki tinggi tanaman lebih tinggi, jumlah daun yang lebih banyak, serta memiliki intensitas penyakit bercak daun yang lebih rendah dibandingkan perlakuan tanpa inokulasi CMA. Selain itu, diketahui bahwa asam salisilat yang merupakan salah satu sinyal pertahanan tanaman terhadap penyakit yang akan aktif setelah infeksi patogen terdeteksi pada semua perlakuan. Penggunaan mikoriza arbuskular untuk meningkatkan kualitas pembibitan tanaman perkebunan sudah

banyak dilakukan terutama pada tanaman kakao dan kelapa sawit, hanya saja penelitian pada tanaman cengkeh masih kurang dan perlu dilakukan lebih lanjut.