

**PERTUMBUHAN DAN HASIL JAHE MERAH  
(*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) PADA PEMBERIAN PGPR DAN  
MIKORIZA ARBUSKULA**

**NURUL HAKIKI  
G011181068**



**DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**PERTUMBUHAN DAN HASIL JAHE MERAH  
(*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) PADA PEMBERIAN PGPR DAN  
MIKORIZA ARBUSKULA**

**SKRIPSI**

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

**NURUL HAKIKI**

**G011 18 1068**



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

**2023**

**PERTUMBUHAN DAN HASIL JAHE MERAH**  
**(*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) PADA PEMBERIAN PGPR DAN**  
**MIKORIZA ARBUSKULA**

**NURUL HAKIKI**

**G011 18 1068**

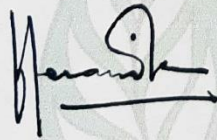
**Skripsi Sarjana Lengkap**  
**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk**  
**Memperoleh Gelar Sarjana**

**Pada**  
**Departemen Budidaya Pertanian**  
**Fakultas Pertanian**  
**Universitas Hasanuddin**  
**Makassar**

**Makassar, 11 Januari 2023**

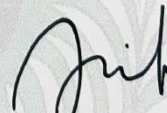
**Menyetujui :**

**Pembimbing Utama**



**Dr. Ir. Hj. Feranita Haring, MP.**  
**NIP. 19641229 198903 1 003**

**Pembimbing Pendamping**




**Nuniek Widiavani, SP, MP.**  
**NIP. 19770620 201212 2 001**

**Mengetahui,**

**Ketua Departemen Budidaya Pertanian**



  
**Dr. Ir. Hari Iswoyo, SP., MA.**  
**NIP. 19760508 200501 1 003**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERTUMBUHAN DAN HASIL JAHE MERAH**  
**(*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) PADA PEMBERIAN PGPR DAN**  
**MIKORIZA ARBUSKULA**

**Disusun dan Diajukan Oleh**

**NURUL HAKIKI**  
**G011 18 1068**

Telah dipertahankan di hadapan Ketua Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian pada tanggal 13 Desember 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**



**Dr. Ir. Hj. Feranita Haring, MP.**  
NIP. 19641229 198903 1 003

**Pembimbing Pendamping**



**Nuniék Widiayani, SP. MP.**  
NIP. 19770620 201212 2 001

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi Agroteknologi**



**Dr. H. Abdul Haris B, M.Si.**  
NIP. 19670811 199403 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Hakiki  
NIM : G011 18 1068  
Program Studi : Agroteknologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**“PERTUMBUHAN DAN HASIL JAHE MERAH  
(*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) PADA PEMBERIAN PGPR DAN  
MIKORIZA ARBUSKULA”**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan 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 hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Januari 2023



Nurul Hakiki

## ABSTRAK

**Nurul Hakiki, (G011 18 1068)** Pertumbuhan dan Hasil Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) pada Pemberian PGPR dan Mikoriza Arbuskula. Dibimbing oleh **Feranita Haring** dan **Nuniek Widiayani**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh dari PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan hasil jahe merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum). Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan 16 perlakuan yaitu: tanpa perlakuan, PGPR 125 mL.L<sup>-1</sup>, PGPR 250 mL.L<sup>-1</sup>, PGPR 375 mL.L<sup>-1</sup>, mikoriza arbuskula 7,5 g, mikoriza arbuskula 15,0 g, mikoriza arbuskula 22,5 g, PGPR 125 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 7,5 g, PGPR 125 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 15,0 g, PGPR 125 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 22,5 g, PGPR 250 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 7,5 g, PGPR 250 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 15,0 g, PGPR 250 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 22,5 g, PGPR 375 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 7,5 g, PGPR 375 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 15,0 g, PGPR 375 mL.L<sup>-1</sup>+ mikoriza arbuskula 22,5 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PGPR 375 mL.L<sup>-1</sup> dengan mikoriza arbuskula 15,0 g memberikan hasil terbaik terhadap pertambahan tinggi tanaman (17,6 cm), dan perlakuan PGPR 250 mL.L<sup>-1</sup> dengan 15,0 g memberikan pengaruh terbaik hasil pertambahan jumlah daun (17,9 helai), serta perlakuan PGPR 125 mL.L<sup>-1</sup> memberikan hasil terbaik terhadap jumlah tunas (3,2 tunas), sedangkan perlakuan dengan mikoriza arbuskula 7,5 g memberikan hasil terbaik terhadap berat basah (20,4 g), dan perlakuan mikoriza arbuskula memberikan hasil terbaik terhadap berat kering (11,2 g).

**Kata kunci** : bibit jahe merah, PGPR dan Mikoriza Arbuskula

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa ta'ala segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan salah satu persyaratan studi S1 (Strata Satu) di Fakultas Pertanian, Departemen Budidaya Pertanian, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin dengan judul “Pertumbuhan Bibit jahe Merah (*Zingiber officinale* var. rubrum) Pada Pemberian PGPR (*plant growth-promoting rhizobacteria*) dan Mikoriza Arbuskular”.

Proses penulisan skripsi ini penulis menjumpai segala macam hambatan dalam menyusunnya seperti pada umumnya karena masih kurangnya ilmu pengetahuan. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Orang Tua penulis, Bapak/Ibu dosen, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan baik.

Oleh karena itu, secara khusus ingin menyampaikan terima kasih yang tidak terhingga kepada; Kedua orangtua tercinta Ayahanda Syamsualam dan Ibunda Nursiah, kakak Nurpadlillah serta adikku Nurul Miladia Rahma atas nasihat, kasih sayang, do'a, dan dukungan yang tanpa henti dalam setiap langkah penulis.

Terima kasih pula kepada Dr. Ir. Hj. Feranita Haring, MP. dan Nuniek Widiyani, SP. MP. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi yang telah diberikan selama penelitian dan penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih diucapkan pula kepada:

1. Dr. Ir. Hj. Syatrianty A. Syaiful, MS., Dr. Ir. Nurlina Kasim, M.Si., dan Dr. Ir. Katriani Mantja, MP., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan nasihat, masukan, dan saran untuk penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Segenap dosen Departemen Budidaya Pertanian dan Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin atas ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis selama kuliah.
3. Teruntuk “Cabat Kupu-Kupu” Nur Azizah Fitriyanti dan Sherly Putriani yang tiada henti memberi dukungan sekaligus support system yang selalu ada disaat

suka maupun duka, serta setia menemani mulai awal perkuliahan sampai detik ini.

4. Teman-teman seperjuangan E20 squad Khusnul Khatimah, S.P., Nur Indah Sari, Putri Dayanti dan Nur Alda Karlina. Teman-teman seperjuangan HI8RIDA (Agroteknologi 2018). Teman seperjuangan dan seperbimbingan Nurul Fajriani, dan Nurhamita S.Pi yang juga turut membantu.
5. Sahabat penulis Nurul Husna Amalia S,pd., Nurul Azizah Nugraha S.H., Tazkirah dan Sakina. Sepupu saya Siti Nur Indah dan Selviana Putri yang turut membantu dalam penelitian ini.

Semoga segala bantuan , bimbingan dan pengajaran yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan pahala dari Allah SWT. Aamiin yarobbal alamin.

Makassar, 11 Januari 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nurul Hakiki', with a horizontal line underneath the name.

Nurul Hakiki



## DAFTAR ISI

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                     | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                                   | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                     | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                      |            |
| 1.1 LatarBelakang .....                                       | 1          |
| 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....                        | 3          |
| 1.3 Hipotesis Penelitian.....                                 | 4          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                                |            |
| 2.1 Jahe Merah ( <i>Zingiber officinale</i> Var. Rubrum)..... | 5          |
| 2.2 PGPR ( <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> )..... | 7          |
| 2.3 Mikoriza Arbuskula.....                                   | 10         |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>                              |            |
| 3.1 Waktu dan Tempat. ....                                    | 12         |
| 3.2 Alat dan Bahan. ....                                      | 12         |
| 3.3 Metode Penelitian.....                                    | 12         |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian .....                              | 13         |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                            |            |
| 4.1 Hasil.....                                                | 17         |
| 4.2 Pembahasan.....                                           | 24         |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>                             |            |
| 4.1 Kesimpulan.....                                           | 30         |
| 4.2 Saran.....                                                | 30         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                    | <b>31</b>  |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                          | <b>35</b>  |

## DAFTAR TABEL

| No | Teks                                                                                   | Halaman |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    | Tabel 1. Mikroorganisme PGPR dan Manfaatnya.....                                       | 9       |
|    | Tabel 2. Uji Contrasts Orthogonal Pertambahan Tinggi Tanaman pada Umur<br>120 HST..... | 17      |
|    | Tabel 3. Uji Contrasts Orthogonal Pertambahan Jumlah Daun pada Umur<br>120 HST.....    | 19      |
|    | Tabel 4. Uji Contrasts Orthogonal Jumlah Tunas pada Umur 120 HST.....                  | 20      |
|    | Tabel 5 . Uji Contrasts Orthogonal Berat Basah Rimpang .....                           | 21      |
|    | Tabel 6. Uji Contrasts Orthogonal Berat Kering Rimpang.....                            | 23      |
|    | Tabel 7. Analisis N, P daun .....                                                      | 24      |

| <b>No</b> | <b>Lampiran</b>                                                                          | <b>Halaman</b> |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|           | Tabel Lampiran 1a. Pertambahan tinggi tanaman jahe merah (cm) .....                      | 36             |
|           | Tabel Lampiran 1b. Sidik ragam pertambahan tinggi tanaman jahe merah .....               | 37             |
|           | Tabel Lampiran 2a. Pertambahan jumlah daun jahe merah (helai).....                       | 38             |
|           | Tabel Lampiran 2b. Sidik ragam pertambahan jumlah daun jahe merah .....                  | 39             |
|           | Tabel Lampiran 3a. Jumlah tunas jahe merah (tunas).....                                  | 40             |
|           | Tabel Lampiran 3b. Jumlah tunas (setelah transformasi ke $\sqrt{x + 0,5}$ ) .....        | 41             |
|           | Tabel Lampiran 3c. Sidik ragam jumlah tunas jahe merah .....                             | 42             |
|           | Tabel Lampiran 4d. Berat basah rimpang jahe merah (g).....                               | 43             |
|           | Tabel Lampiran 4e. Sidik ragam berat basah rimpang jahe merah .....                      | 44             |
|           | Tabel Lampiran 5f. Berat kering rimpang jahe merah (g) .....                             | 45             |
|           | Tabel Lampiran 5g. Berat kering rimpang (setelah transformasi ke $\sqrt{x + 0,5}$ ) .... | 46             |
|           | Tabel Lampiran 5h. Sidik ragam berat kering rimpang jahe merah .....                     | 47             |
|           | Tabel Lampiran 6a. Nilai ranking parameter pengamatan .....                              | 48             |
|           | Tabel Lampiran 4. Analisis N, P daun .....                                               | 49             |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>No</b> | <b>Teks</b>                                    | <b>Halaman</b> |
|-----------|------------------------------------------------|----------------|
|           | Gambar 1. Tanaman Yang Telah Di Panen.....     | 50             |
|           | Gambar 2. Tanaman Umur 1, 2, 3, dan 4.....     | 50             |
|           | Gambar 3. Menimbang berat basah rimpang.....   | 50             |
|           | Gambar 4. Menimbang berat kering rimpang ..... | 50             |
|           | Gambar 5. Hasil Analisis Tanah.....            | 51             |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) merupakan tanaman yang memiliki potensi untuk meningkatkan pendapatan petani dan devisa negara sebab tanaman ini merupakan salah satu komoditas pertanian yang permintaannya terus meningkat baik di dalam maupun di luar negeri, akibatnya harga jahe merah di pasar menembus Rp 50.000/kg. Jahe segar di Indonesia diekspor ke berbagai negara diantaranya Amerika Serikat, Hongkong, Singapura dan Pakistan (Balfas, 2012).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2020), produksi jahe di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami hasil produksi yang berfluktuatif, pada tahun 2018 produksi jahe mencapai 207.411.867,00 ton dan pada tahun 2019 produksi jahe mengalami penurunan yaitu 174.380.120,00 ton, serta pada tahun 2020 produksi jahe kembali mengalami peningkatan yaitu sebesar 183.517.778,00 ton. Di Sulawesi Selatan produksi jahe pada tahun 2020 mencapai 8.443.663,00. Produksi jahe merah tentunya akan terus mengalami peningkatan seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan dan permintaan masyarakat akan jahe merah.

Kendala dalam upaya peningkatan produksi jahe merah adalah petani lebih banyak menggunakan pupuk kimia. Hal tersebut dapat memberikan efek negatif bagi kesehatan lingkungan, antara lain degradasi lahan baik secara fisik (degradasi struktur tanah), kimia dan biologi, serta polusi air tanah. Solusi yang diupayakan untuk menanggulangi dampak penggunaan pupuk kimia yaitu pemanfaatan mikroorganisme dalam pupuk hayati. Aplikasi pupuk hayati sudah dikembangkan secara luas pada tanaman rempah dan tanaman obat. Pupuk hayati menjaga lingkungan tanah yang kaya akan hara mikro dan makro melalui fiksasi nitrogen,

pelarutan fosfor dan mineralisasi kalium, pelepasan zat pengatur tumbuh tanaman, produksi antibiotik dan juga biodegradasi bahan organik pada tanah (Kartikawati, 2017).

Zat pengatur tumbuhan (ZPT) merupakan senyawa yang sangat vital guna mengawali, menginisiasi terjadinya pertumbuhan tanaman, berperan penting dari pertumbuhan perakaran sampai pembentukan buah. ZPT dapat dihasilkan oleh mikroba perakaran *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* dan mikoriza (Cahyani, 2018). PGPR ini mampu menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah, sedangkan mikoriza berperan dalam meningkatkan status hara makro seperti N, P, K, Zn, Mg, Cu, dan Ca dan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, penyakit, dan kondisi tidak menguntungkan lainnya (Febriani *et al.*, 2018).

Salah satu keuntungan yang bisa diperoleh tanaman inang yang berasosiasi dengan mikoriza, tanaman tersebut mampu mengatasi keadaan kekeringan. Hal ini disebabkan karena hifa mikoriza masih mampu untuk menyerap air dari pori-pori tanah pada saat akar tanaman sudah kesulitan. Penyebaran hifa sangat luas di dalam tanah dapat memungkinkan tanaman mengambil air tanah relatif lebih banyak. Selain MA, salah satu agen hayati yang dapat melarutkan P adalah bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang mampu menghasilkan asam organik yang dapat menyerap Al dan Fe. Beberapa asam organik yang dihasilkan bakteri ini adalah asam glikolat, laktat, sitrat, dan asam lainnya (Febriani *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Kurniahu *et al.*, (2017), pemberian PGPR dengan konsentrasi 25% (125g/l) dan lama perendaman 1 jam secara signifikan dapat memacu pertumbuhan dan mempercepat tumbuhnya tunas pada rimpang jahe

merah. PGPR memiliki kemampuan dalam mensintesis dan mengatur konsentrasi fitohormon seperti etilen, sitokinin, asam indol asetat dan giberelin.

Berdasarkan hasil penelitian Azizah dan Qonita (2019), menunjukkan terdapat interaksi yang nyata antara dosis pupuk Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dengan jahe pada tinggi tanaman, jumlah anakan, berat basah tanaman dan berat kering tanaman, kombinasi perlakuan terbaik didapatkan pada dosis pupuk FMA sebanyak 15 gram. Pemberian dosis FMA sebanyak 15 gram berpengaruh nyata pada Indeks Luas Daun (ILD), bobot rimpang segar, bobot rimpang kering, panjang akar, volume akar dan minyak atsiri dimana jahe gajah menunjukkan respon pertumbuhan terbaik.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian terhadap pertumbuhan dan produksi jahe merah dengan memanfaatkan agen hayati berupa PGPR dan mikoriza arbuskula.

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh dari PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan hasil jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*).

Manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi dan bahan rujukan bagi peneliti lain mengenai pertumbuhan dan hasil jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) pada pemberian PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan mikoriza arbuskula.

### **1.3 Hipotesis**

Berdasarkan uraian diatas, maka hipotesis yang dapat dikemukakan adalah terdapat hasil pemupukan yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil jahe merah.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)**

##### **2.1.1 Klasifikasi dan Deskripsi Jahe Merah**

Menurut Hapsoh (2008) klasifikasi jahe merah adalah sebagai berikut:

Regnum : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae

Ordo : Zingiberales

Famili : Zingiberaceae

Genus : Zingiber

Spesies : *Zingiber officinale* var. *Rubrum*

Menurut Lentera (2002), morfologi atau bentuk dan bagian bagian luar dari jahe merah dijelaskan sebagai berikut:

##### a. Batang

Batang jahe merah memiliki bentuk bulat dengan ukuran kecil berwarna hijau, tetapi batang bagian bawah berwarna kemerahan, struktur batang agak keras karena diselubungi oleh pelepah daun. Tinggi tanaman mencapai 34,18-62,28 cm.

##### b. Daun

Daun jahe merah tersusun berselang-seling secara teratur dan memiliki warna yang lebih hijau (gelap) dibandingkan jenis tanaman jahe lainnya. Permukaan daun bagian atas berwarna hijau muda dibandingkan dengan permukaan bagian bawahnya.

c. Rimpang

Rimpang jahe berwarna merah hingga jingga muda. Ukuran rimpang jahe merah lebih kecil dibandingkan dengan jahe gajah dan jahe emprit yakni panjang rimpang 12,33-12,60 cm, tinggi mencapai 5,86-7,03 cm, dan berat rata-rata 0,29-1,17 kg. Akar berserat agak kasar dengan panjang 17,03- 24,06 cm dan diameter akar mencapai 5,36-5,46 cm.

d. Bunga

Bunga pada tanaman jahe terletak pada ketiak daun pelindung. Bentuk bunga bervariasi: panjang, bulat telur, lonjong, runcing, atau tumpul. Bunga berukuran panjang 2 - 2,5 cm dan lebar 1 - 1,5 cm. Bunga jahe panjang 30 cm berbentuk spika, bunga berwarna putih kekuningan dengan bercak bercak ungu merah.

Jahe merah merupakan salah satu dari varian jahe yang memiliki rasa pahit dan pedas lebih tinggi dibandingkan dengan jahe jenis yang lain. Kulit jahe merah berwarna merah muda hingga jingga muda, dan dagingnya sedikit coklat (Martani, 2015). Jahe merah seringkali dimanfaatkan sebagai bahan bumbu masak, selain itu jahe secara empiris juga digunakan sebagai salah satu komponen penyusun berbagai ramuan obat (Handrianto, 2016).

Jahe merah termasuk ke dalam famili Zingiberaceae. Morfologi jahe merah terdiri atas bunga, batang, daun, akar dan rimpang. Rimpang jahe merah merupakan modifikasi akar. Rimpang digunakan sebagai perbanyakan secara vegetatif. Kandungan dalam rimpang jahe merah berupa senyawa shogaol, gingerol, dan zingeron yang memiliki efek farmakologi (Febriani *et al.*, 2018). Aktivitas farmakologi pada rimpang jahe merah bersifat antivirus, antibakteri, antioksidan,

antihipertensi dan analgesik. Senyawa phenolic bioactive 6-gingerol pada rimpang jahe merah memiliki aktivitas antivirus terhadap virus syncytial pada pernapasan manusia (Rathinavel *et al.*, 2020).

Rimpang jahe merah mengandung komponen senyawa kimia yang terdiri dari minyak menguap (*volatile oil*), minyak tidak menguap (*non volatile oil*) dan pati. Secara umum jahe mengandung pati, minyak atsiri, serat, sejumlah kecil protein, vitamin, mineral dan enzim proteolitik yang disebut zingibain. Jahe merah mempunyai kandungan pati (52,9%), minyak atsiri (3,9%) dan ekstrak yang larut dalam alkohol (9,93%) lebih tinggi dibandingkan jahe emprit (41,48; 3,5 dan 7,29%) dan jahe gajah (44,25; 2,5 dan 5,81%). Komponen utama dari jahe merah ini adalah senyawa homolog fenolik keton yang dikenal sebagai gingerol. Gingerol sangat tidak stabil dengan adanya panas dan pada suhu tinggi akan berubah menjadi shogaol. Shogaol lebih pedas dibandingkan gingerol, merupakan komponen utama jahe kering (Hernani dan Winarti, 2010).

Diantara ketiga varietas jahe yang paling banyak digunakan untuk pengobatan adalah jahe merah, karena kadar minyak atsirinya tinggi dan lebih pedas (Kardinan dan Ruhayat 2003). Jahe ini sangat cocok untuk bahan dasar farmasi dan jamu yang memiliki ukuran paling kecil (Septiatin, 2008). Rimpang jahe merah berwarna merah hingga jingga muda. Seratnya kasar, aromanya tajam, dan rasanya sangat pedas. Kandungan minyak atsirinya 2,58-2,72% (Santoso, 2008).

## **2.2 PGPR (*Plant growth Promoting Rhizobacteria*)**

PGPR merupakan kelompok bakteri menguntungkan yang terdapat di perakaran tanaman. PGPR memiliki peran dalam memacu pertumbuhan tanaman

secara alami. Aktivitas PGPR yaitu dapat menghasilkan fitohormon dan sebagai pupuk hayati (Soenandar *et al.*, 2010).

Penggunaan rizobakteri PGPR dapat memacu pertumbuhan tanaman (Andoko dan Harmono, 2005). PGPR merupakan kelompok bakteri menguntungkan yang mengkoloni area rizosfer tanaman yaitu suatu lapisan tipis tanah yang menyelimuti permukaan akar dan memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan tanaman. PGPR memiliki peran yang penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil panen, dan kesuburan lahan. Secara langsung PGPR meningkatkan pertumbuhan tanaman karena menghasilkan hormon (giberelin, sitokinin, dan asam indol asetat), vitamin dan asam organik serta memobilisasi unsur hara agar mudah diserap oleh tanaman. Rizobakteri dapat diisolasi dari rizosfer berbagai jenis tanaman, antara lain jagung, alang-alang, rumput gajah, tebu dan bambu (Ikhwan 2010; Rahni 2012).

Berdasarkan aktivitasnya, PGPR dapat memberikan efek pada pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Efek secara langsung adalah efek yang ditimbulkan oleh rizobakteri secara langsung dalam berinteraksi dengan jaringan tanaman sedangkan secara tidak langsung adalah efek yang ditimbulkan oleh rizobakteri melalui perantara jaringan tanaman lain dalam berinteraksi dengan tanaman. Efek secara langsung disebut juga sebagai aktivitas biofertilizer meliputi aktivitas fiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dan potassium, memproduksi siderophore, dan memproduksi fitohormon seperti memproduksi IAA, hormon etilen serta giberelin dan sitokinin. Sedangkan efek secara tidak langsung disebut dengan aktivitas biopestisida meliputi aktivitas memproduksi antibiotik dan enzim

hidrolitik, *induced systemic resistance* (ISR) atau menginduksi sistem pertahanan, dan memproduksi eksopolisakarida (Gupta *et al.*, 2015).

Berdasarkan hasil penelitian Bachtiar *et al.*, (2017), mikroba pemacu tumbuh (PGPR) adalah kelompok bakteri heterogen yang dapat ditemukan dalam rhizosfer, pada permukaan akar dan berhubungan dengan akar, yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung dari PGPR mengacu pada produksi zat pengatur tumbuh seperti indoleacetic acid (IAA), asam giberelat, sitokinin dan etilen.

Mikroorganisme pada PGPR terdiri atas *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter*, dan *Bacillus subtilis*.Ketiganya memiliki manfaat masing-masing sebagai berikut :

Tabel 1. Mikroorganisme PGPR dan Manfaatnya

| Mikroorganisme                 | Manfaat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | Bakteri ini dapat meningkatkan kelarutan unsur P (Phospor) dalam tanah (Pratiwi <i>et al.</i> , 2017).                                                                                                                                                                                                                 |
| <i>Azotobacter</i>             | Bakteri <i>Azotobacter</i> ini dapat memfiksasi N <sub>2</sub> dalam menghasilkan zat pemacu tumbuh tanaman, diantaranya giberelin, sitokinin, asam asetat yang berfungsi dalam memacu pertumbuhan tanaman (Maulina <i>et al.</i> , 2015).                                                                             |
| <i>Bacillus subtilis</i>       | <i>Bacillus subtilis</i> dapat menghambat reproduksi cendawan patogen melalui efek persaingan dan antibiotik. Keefektifan <i>B. subtilis</i> dapat menghambat reproduksi cendawan patogen dalam mengendalikan penyakit pada berbagai tanaman menunjukkan hasil yang cukup signifikan (Zongzheng <i>et al.</i> , 2009). |

### **2.3 Fungi Mikoriza arbuskula**

Mikoriza Arbuskula adalah sekelompok jamur tanah yang diketahui dapat berfungsi sebagai pupuk hayati, yang berperan terhadap peningkatan kesehatan tanah, ramah lingkungan dan mampu meningkatkan status hara tanah serta hasil pertanian untuk itu perlu dilakukan perbanyakan (Nurhayati, 2012). Menurut Octavianti dan Ermavitalini (2014), mikoriza berperan dalam peningkatan penyerapan unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman seperti N, P, K, Zn, Mg, Cu, dan Ca. Keefektifan penyerapan unsur hara oleh tanaman inang tergantung interaksi yang kompleks antara kapasitas tanah, kebutuhan unsur hara (fosfor) tanaman, kemampuan jamur menginfeksi dan menyediakan unsur hara bagi tanaman inang. Perbanyakan mikoriza ini dipengaruhi beberapa faktor diantaranya yaitu, jenis mikoriza, jenis tanaman inang dan lingkungan. Salah satu upaya perbaikan budidaya yang dapat dilakukan adalah memberikan kondisi yang sesuai dengan pertumbuhan tanaman itu sendiri. Pemberian pupuk yang sangat berperan untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman dapat meningkatkan produksi tanaman.

MA bersifat obligatif simbiotik yang memerlukan tanaman inang, oleh sebab itu dalam perbanyakan mikoriza tidak dapat hidup pada media buatan (Hasibuan *et al.*, 2014). Menurut Herryawan (2012), pemilihan tanaman inang harus berpotensi tinggi untuk pembentukan mikoriza misalnya, kapasitas untuk dikolonisasi oleh jenis MA dan merangsang pertumbuhan serta adaptasi MA tinggi. Peranan perakaran tanaman inang sangatlah mempengaruhi dari kualitas inokulum yang dihasilkan.

Sistem perakaran tanaman inang yang sesuai untuk perbanyak mikoriza yaitu, perakaran yang ekstensif (konsentrasi tertinggi akar-akar halus menyerap makanan) dan solid tapi kadar ligninnya rendah atau tanpa lignifikasi. Serta tanaman inang harus mampu tumbuh baik dalam ruang pertumbuhan. Perkembangan dan penyebaran spora mikoriza dipengaruhi oleh lingkungan. Menurut Pangaribuan (2014), lingkungan dan faktor biotik diketahui memiliki pengaruh terhadap pembentukan mikoriza dan derajat infeksi dari sel korteks inang. Setiap jenis mikoriza memiliki perilaku koloni MA pada akar dan sporulasi yang berbeda pada kondisi lingkungan yang berbeda (Nusantara *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian Suharti *et al.*, (2011), FMA pada bibit tanaman jahe juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi jahe, berbeda nyata dibanding kontrol ( $P < 0,05$ ) dengan peningkatan pembentukan tunas 150%, tinggi tanaman 87,56%, jumlah daun 162,22%, hasil rimpang 400% dan tajuk tanaman 598,30%.