

**AKTIVITAS FISILOGIS DAN PRODUKSI  
DUA VARIETAS BAWANG MERAH PADA PERLAKUAN BERBAGAI  
JENIS BOKASHI DARI LIMBAH PERTANIAN DAN MIKORIZA  
VESIKULAR ARBUSKULAR**

**PHYSIOLOGICAL ACTIVITIES AND YIELD OF TWO ONION  
VARIETIES UNDER DIFFERENT TYPE OF  
ORGANIC FERTILIZER OF AGRICULTURE WASTE AND  
VESIKULAR ARBUSKULAR MYCORRHIZAE**

HASDIANA SAWATI  
P0101203007



PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2007

TESIS

**AKTIVITAS FISILOGIS DAN PRODUKSI  
DUA VARIETAS BAWANG MERAH pada PERLAKUAN BERBAGAI JENIS  
BOKASHI DARI LIMBAH PERTANIAN DAN MIKORIZA VESIKULAR  
ARBUSKULAR (MVA)**

**PHYSIOLOGICAL ACTIVITIES AND YIELD OF TWO ONION VARIETIES  
UNDER DIFFERENT TYPE OF ORGANIC FERTILIZER OF AGRICULTURE  
WASTE AND MYCORRHIZAS VESIKULAR ARBUSKULAR**

Yang disusun dan diajukan Oleh

HASDIANA SAWATI

P0101203007

Menyetujui

Komisi Pembimbing

Ketua

Anggota

DR IR. ELKAWAKIB SYAM'UN, MS

IR. RAFIUDDIN, MP

TESIS

AKTIVITAS FISILOGIS DAN PRODUKSI  
DUA VARIETAS BAWANG MERAH pada PERLAKUAN MIKORIZA  
VESIKULAR ARBUSKULAR (MVA)  
DAN PUPUK BOKASHI DARI LIMBAH PERTANIAN

Disusun Oleh  
HASDIANA SAWATI  
P0101203007

Menyetujui  
Komisi Pembimbing

Anggota

Ketua

Ir. Rafiuddin, MP

Dr. Ir. Elkawakib Syam'un,MS

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, tiada kata yang patut penulis panjatkan selain puji syukur kehadirat Allah SWT dengan rahmat dan hidayahNya , sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul aktivitas fisiologi dan produksi dua varietas bawang merah pada perlakuan mikoriza vesikular arbuskular dan pupuk bokashi dari limbah pertanian. Tesis ini adalah laporan tugas akhir untuk memperoleh gelar magister pertanian pada program pascasarjana Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa rampungnya tesis ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta doa dari berbagai pihak . Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, MP dan Ir. Rafiuddin, MP, selaku pembimbing yang selalu dengan ikhlas memberikan arahan, petunjuk dan bimbingan. Terima kasih kepada Dr. Ir Kaimuddin, MSi sebagai ketua konsentrasi Tanaman. Terima kasih pula kepada Dr. Ir. Enny Lisan Sengin, MS, Dr. Ir. Yunus Musa, MSc, Ir. Nasaruddin, MS, Ir. Muh. Farid Bdr, MP, Dr. Ir. Darmawan, MP atas saran dan bantuannya.

Kepada teman-teman sepenelitian: Ir. Iradatullah Rahim, MP, Imelda, Riri, Dolphi dan Slamet terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya di lokasi penelitian. Teman-teman kuliah pada program Studi Sistem-sistem Pertanian konsentrasi Tanaman angkatan 2003 terima kasih atas kerjasamanya selama perkuliahan. Terima kasih pula kepada Dirjen Pendidikan Tinggi yang telah memberikan beasiswa BPPS.

Terkhusus buat orang tuaku yang telah memberi dukungan selama studi dan penelitian terkirim doa buat ayahanda tercinta H.YK Sawati dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada ibunda Hj. Haniah. Tak terlupakan ucapan terima kasih kepada suami tercinta Yansar, ananda Biyan dan Raihan atas ketulusan cinta, pengertian dan dorongan selama ini. Kepada saudara-saudaraku Herlina, Harwan, Hartono dan Sutisna terima kasih atas dukungan dan doanya.

Semoga Allah SWT meridhoi. Amin ya Rabbil Alamin.

Makassar, April 2006

**Penulis**



## ABSTRACT

Hasdiana Sawati, Physiological Activities and yield of Two Onion Varieties under different type of organic fertilizer of Agricultural Waste and Vesicular Arbuscular Mycorrhizae (VAM). Under supervision of Elkawakib Syam'un and Rafiuddin.

This research was undertaken in Kalumpang, Baraka of Enrekang Regency from September to November 2004. This research aims to identify effect of agricultural-waste fertilizer application derived from rice stalks, lamb manures and coffee husks along with Mycorrhizae (VAM) inoculation on physiological activities and production of two onion varieties. The results are expected to be reference in order to improve onion environment-friendly cultivation, as well as to find organic fertilizer and VAM application dose that will give high productivity. Furthermore the results would be useful information for organic farming development in order to support Enrekang Regency as an independent, environment-oriented agropolitan region. This research was arranged by three-factor split plot design. Variety is the main factor/plot consisting variety Bima and Probolinggo. Types of agricultural-waste fertilizer are the sub plot i.e. without fertilizer, fertilizer derived from rice stalks, lamb manures and fertilizer derived from coffee husks. VAM dose application becomes the sub of the sub plot with three levels i.e. without mycorrhizae, dose of 3 g per plant unit and dose of 6 g per plant unit.

Results show organic fertilizer derived from lamb manures and application of 6 g mycorrhizas per plant unit as well as interaction of both give better effect on plant growth, physiological activity and production of the two onion varieties. Interaction Probolinggo, lamb manure, and application of 6 g mycorrhizas per plant give highest yield is 9,97 ton ha<sup>-1</sup>. But not significant difference with the Interaction three factor of Varietas Probolinggo, lamb manures and application of 3 g VAM per plant give yield 9,75 ton ha<sup>-1</sup>.

## ABSTRAK

Hasdiana Sawati. Aktivitas Fisiologis dan Produksi Dua Varietas Bawang Merah pada Perlakuan Berbagai Jenis Bokashi dari Limbah Pertanian dan Mikoriza Vasikular Arbuskular. Dibawah bimbingan Elkawakib Syam'un dan Rafiuddin.

Penelitian ini dilaksanakan di desa Kalumpang, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang. Kegiatan penelitian dimulai dari September sampai November 2004. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bokashi jerami padi, pupuk kandang kambing dan kulit sekam kopi serta inokulasi MVA terhadap aktivitas fisiologis dan produksi dua varietas bawang merah. Kegunaan penelitian ini diharapkan hasilnya dapat menjadi acuan meningkatkan usaha tani bawang merah yang ramah lingkungan, dapat diperoleh jenis pupuk organik dan dosis MVA yang memberikan produksi bawang merah yang tinggi, sebagai bahan informasi untuk pengembangan pertanian organik, yang mendukung upaya menuju Enrekang menjadi Agropolitan yang berwawasan lingkungan dan mandiri. Penelitian dilaksanakan dengan rancangan petak-petak terpisah. Varietas sebagai petak utama terdiri atas varietas Bima, dan varietas Probolinggo. Jenis bokashi sebagai anak petak, yaitu tanpa bokashi, bokashi jerami, pupuk kandang, dan kulit kopi. Anak-anak petak adalah dosis jamur MVA dengan tiga taraf yaitu tanpa inokulan mikoriza, 3 g inokulan mikoriza per tanaman dan 6 g inokulan mikoriza per tanaman.

Hasil Penelitian menunjukkan penggunaan bokashi pupuk kandang kambing dan dosis mikoriza 6 g pertanaman serta interaksi keduanya memberikan hasil yang lebih baik terhadap pertumbuhan, aktivitas fisiologis dan produksi bawang merah. Interaksi tiga faktor Varietas Probolinggo, jenis bokashi pupuk kandang kambing dan dosis mikoriza 6 g pertanaman memberikan produksi yang lebih tinggi yaitu  $9,97 \text{ ton ha}^{-1}$ . Namun tidak berbeda nyata dengan Interaksi tiga faktor Varietas Probolinggo, jenis bokashi pupuk kandang kambing dan dosis mikoriza 3 g pertanaman memberikan hasil  $9,75 \text{ ton ha}^{-1}$ .

# DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan .....	ii
Abstrak .....	iii
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Gambar .....	xiv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	10
C. Hipotesis .....	10
D. Tujuan .....	11
E. Kegunaan .....	11
F. Kerangka Pikir .....	12
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Karakteristik Tanaman .....	13
B. Tanah dan Pertumbuhan Bawang Merah .....	14
C. Iklim dan Pertumbuhan Bawang Merah .....	15
D. Bahan Organik .....	18
E. Bokashi.....	21
F. Mikoriza .....	23
III. BAHAN DAN METODE	
A. Tempat dan Waktu .....	32
B. Bahan dan Alat .....	32
C. Metode Penelitian .....	32
1. Rancangan Perlakuan .....	32
2. Model Statistik .....	34
3. Respon yang diamati .....	35
4. Populasi dan sampel .....	37
5. Rancangan Analisis .....	37
D. Pelaksanaan Percobaan.....	37
1. Penyiapan Lahan .....	37
2. Pembuatan Bokasi dan Aplikasinya .....	37
3. Penanaman dan Perlakuan MVA .....	38
4. Pemupukan .....	39
5. Pemeliharaan .....	39
6. Panen .....	40

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil .....	41
1. Parameter Pertumbuhan .....	41
a. Kecepatan Tumbuh .....	41
b. Indeks Luas Daun (ILD) .....	42
c. Laju Tumbuh Pertanaman (LTP) .....	48
d. Panjang Akar .....	56
2. Parameter Fisiologis.....	57
a. CO <sub>2</sub> internal .....	57
b. Konduktan stomata .....	60
c. Fotosintesis .....	64
d. Transpirasi .....	67
3. Parameter Produksi .....	71
a. Jumlah umbi per rumpun .....	71
b. Diameter umbi .....	72
c. Bobot Kering umbi per rumpun.....	73
d. Bobot kering umbi per petak .....	75
e. Bobot kering umbi per hektar .....	76
B. Pembahasan .....	78
1. Aspek Pertumbuhan .....	78
2. Aspek Fisiologis .....	87
3. Aspek Produksi .....	95
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	99
B. Saran .....	100
DAFTAR PUSTAKA .....	101
LAMPIRAN .....	107

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Uji BNT Kecepatan Tumbuh Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza .....	41
2.	Uji BNT Indeks Luas Daun Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dengan Dosis Mikoriza pada umur 21 hst .....	42
3.	Uji BNT Indeks Luas Daun Bawang Merah pada Berbagai Jenis dengan Dosis Mikoriza pada umur 35 hst .....	43
4.	Uji BNT Indeks Luas Daun Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dengan Dosis Mikoriza pada umur 49 hst .....	44
5.	Uji BNT Laju Tumbuh Pertanaman Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dengan Dosis Mikoriza pada umur 21 hst .....	48
6.	Uji BNT Laju Tumbuh Pertanaman Bawang Merah pada Dua Varietas Bawang Merah dengan Berbagai Dosis Mikoriza pada umur 21 hst .....	49
7.	Uji BNT Laju Tumbuh Pertanaman Dua Varietas Bawang Merah pada perlakuan Berbagai Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza pada umur 35 hst .....	51
8.	Uji BNT Laju Tumbuh Pertanaman Dua Varietas Bawang Merah pada perlakuan Berbagai Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza pada umur 49 hst .....	52
9.	Uji BNT Panjang Akar Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza .....	56
10.	Uji BNT CO <sub>2</sub> internal Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi pada umur 21 hst dan Dosis Mikoriza .....	56
11.	Uji BNT CO <sub>2</sub> internal Dua Varietas Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza pada umur 42 hst .....	58

Nomor	Teks	Halaman
12.	Uji BNT CO <sub>2</sub> internal Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Dosis Mikoriza dan Jenis Bokashi pada umur 63 hst .....	59
13.	Uji BNT Konduktan Stomata Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Dosis Mikoriza dan Jenis Bokashi pada umur 21 hst .....	60
14.	Uji BNT Konduktan Stomata Bawang Merah pada Berbagai Varietas, Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza pada umur 42 hst...	61
15.	Uji BNT Konduktan Stomata Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Varietas dan Jenis Bokashi Pada umur 63 hst .....	63
16.	Uji BNT Fotosintesis Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Varietas, Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza dan pada umur 21 hst .....	64
17.	Uji BNT Fotosintesis Dua Varietas Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza pada Umur 42 hst .....	65
18.	Uji BNT Laju Fotosintesis pada Interaksi varietas dengan Bokashi dan Interaksi Bokashi dengan mikoriza pada umur 63 hst .....	66
19.	Uji BNT Transpirasi Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Dosis Mikoriza pada umur 21 hst .....	67
20.	Uji BNT Transpirasi Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Dosis Mikoriza dan Varietas pada umur 42 hst .....	69
21.	Uji BNT Transpirasi Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Dosis Mikoriza dan Varietas pada umur 63 hst .....	70
22.	Uji BNT Jumlah umbi perumpun Dua Varietas Bawang Merah pada Berbagai Jenis Bokashi dan Dosis Mikoriza .....	71
23..	Uji BNT Diameter Umbi Tanaman Bawang Merah pada Berbagai Dosis Mikoriza dan Jenis Bokashi .....	72
24.	Uji BNT Bobot Kering Umbi Per Rumpun Tanaman Bawang Merah pada Perlakuan Berbagai Dosis Mikoriza dan Jenis Bokashi.....	73

25. Uji BNT Bobot Kering Umbi Per Petak Tanaman Bawang Merah pada Perlakuan Berbagai Dosis Mikoriza dan Jenis Bokashi. ....	75
26. Uji BNT Bobot Kering Umbi Per Hektar (ton) Interaksi Perlakuan Berbagai dosis Mikoriza dengan Jenis Bokashi .....	76

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Tabel sidik ragam kecepatan tumbuh tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza .....	107
2.	Tabel sidik ragam indeks luas daun bawang merah pada berbagai jenis bokashidan dosis mikoriza pada umur 21 hst .....	107
3.	Tabel sidik ragam indeks luas daun bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 35 hst .....	108
4.	Tabel sidik ragam indeks luas daun bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 49 hst .....	108
5.	Tabel sidik ragam laju tumbuh per tanaman bawang merah pada berbagai jenisbokashi dan dosis mikoriza pada umur 21 hst.....	109
6.	Tabel sidik ragam laju tumbuh per tanaman bawang merah pada berbagai jenisbokashi dan dosis mikoriza pada umur 35 hst.....	109
7.	Tabel sidik ragam laju tumbuh per tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 49 hst .....	110
8.	Tabel sidik ragam panjang akar (cm) tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza .....	110
9.	Tabel sidik ragam CO2 internal tanaman bawang merah pada berbagai jemis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 21 hst .....	111
10.	Tabel sidik ragam CO2 internal tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 42 hst .....	111
11.	Tabel sidik ragam CO2 internal tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 63 hst .....	112
12.	Tabel sidik ragam konduktan stomata tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 21 hst .....	112
13.	Tabel sidik ragam konduktan stomata tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 42 hst .....	113
14.	Tabel sidik ragam konduktan stomata tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 63 hst .....	113

15. Tabel sidik ragam fotosintesis tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 21 hst .....	114
16. Tabel sidik ragam fotosintesis tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 42 hst .....	114
17. Tabel sidik ragam fotosintesis tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 63 hst .....	115
18. Tabel sidik ragam laju transpirasi tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 21 hst .....	115
19. Tabel sidik ragam laju transpirasi tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 42 hst .....	116
20. Tabel sidik ragam laju transpirasi tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza pada umur 63 hst .....	116
21. Tabel sidik ragam jumlah umbi per rumpun tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza .....	117
22. Tabel sidik ragam diameter umbi tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza .....	117
23. Tabel sidik ragam bobot kering umbi per rumpun tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza .....	118
24. Tabel sidik ragam bobot kering umbi per petak tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza .....	118
25. Tabel sidik ragam bobot kering umbi per Hektar tanaman bawang merah pada berbagai jenis bokashi dan dosis mikoriza .....	119
27. Analisis Tanah Sebelum Penelitian .....	119
28. Analisis tanah setelah percobaan.....	120
29. Analisis tanah setelah percobaan b2m1 dan b2m2 .....	120
30. Analisis Bokashi jerami, Bokashi Pupuk Kandang Kambing dan Kulit Tanduk Kopi .....	120

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Arbuskular Mikoriza Arbuskular Vesikular .....	24
2.	Vesikel Mikoriza Arbuskular Vesikular .....	25
3.	Proses Infeksi mikoriza dalam jaringan akar .....	25
4.	Indeks Luas Daun Bawang merah Varietas Bima pada berbagai jenis bokasi dan Tanpa Pemberian Inokulan Mikoriza .....	45
5.	Indeks Luas Daun Bawang merah Varietas Bima pada berbagai jenis bokasi dan Pemberian Inokulan Mikoriza 3 g per tanaman .....	46
6.	Indeks Luas Daun Bawang merah Varietas Bima pada berbagai jenis bokasi dan Pemberian Inokulan Mikoriza 6 g per tanaman .....	47
7.	Laju Tumbuh Pertanaman Bawang merah Varietas Bima pada berbagai jenis bokasi dan Tanpa Pemberian Inokulan Mikoriza .....	53
8.	Laju Tumbuh Pertanaman Bawang merah Varietas Bima pada berbagai jenis bokasi dan Pemberian 3 g inokulan Mikoriza Per Tanaman .....	54
9.	Laju Tumbuh Pertanaman Bawang merah Varietas Bima pada berbagai jenis bokasi dan Pemberian 6 g inokulan Mikoriza Per Tanaman .....	55
10.	Reaksi gelap fotosintesis dimana Unsur fosfor merupakan komponen senyawa pentransfer energi dan fosfor dalam bentuk gula fosfat.....	90
11.	Peranan Unsur Kalium dalam Proses pembukaan stomata .....	92
12.	Pengaruh CO <sub>2</sub> internal dalam pembukaan stomata .....	93

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Layout Percobaan di Lapangan.....	123
2.	Gambar Persiapan lahan sebelum tanam .....	126
3.	Gambar Penanaman .....	126
4.	Gambar Tanaman Berumur 21 hst .....	127
5.	Gambar Tanaman Berumur 42 hst .....	127
6.	Gambar Bawang Merah Varietas Bima .....	128
7.	Gambar Bawang Merah Varietas Probolinggo .....	129



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dikenal sebagai sayuran umbi banyak digemari terutama sebagai bumbu penyedap masakan. Bawang merah juga sering digunakan sebagai bahan obat-obatan baik secara tradisional maupun dikelola secara modern di bidang farmasi karena mempunyai efek antiseptik dari senyawa alliin atau allisin. Senyawa ini oleh enzim allisin liase diubah menjadi asam piruvat, ammonia dan allisin anti mikroba yang bersifat bakterisida (Keusgen, 2002).

Setiap 100 g umbi bawang merah mengandung 50 IU Vit. A, 0,03 g B1 (thiamin), 0,04 mg riboflavin, 0,002 mg niasin dan 0,9 mg ascorbic acid (Samadi dan Cahyono, 1981). Jones dan Mann (1963) dalam Nane (2000) melaporkan bahwa dalam 100 g umbi mentah terdapat 39 kkal, 1,5 g protein, 0,03 g lemak, 9,2 g karbohidrat, 0,03 mg vitamin B, 0,02 g vitamin C, 36 mg calcium, 40 mg fosfor, 40 mg besi, dan 88 g air.

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura andalan Kabupaten Enrekang. Produktivitas bawang merah Kabupaten Enrekang tahun 2000 sebesar 12,09 ton ha<sup>-1</sup>. Produksi 2002 adalah 32.128,96 ton dengan luas panen 2.932 ha, produktivitas 10,95 ton ha<sup>-1</sup> (Anonim, 2002). Apabila dibandingkan data produktivitas bawang merah di atas ada

kecenderung mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas lahan makin menurun karena pemakaian pupuk anorganik yang berlebihan dalam pengelolaan bawang merah dibuktikan dengan analisis tanah yang dilakukan sebelum penelitian dilaksanakan (Tabel 27).

Penurunan produktivitas dapat juga disebabkan oleh serangan hama penyakit. Hal ini menyebabkan petani sangat intensif dalam penyemprotan pestisida. Penambahan dosis dan frekuensi pemberian yang sudah melewati dosis dan frekuensi anjuran. Tentunya hal ini sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Residu bahan kimia dapat tertinggal di dalam hasil bawang merah dan berbahaya bagi orang yang mengkonsumsinya.

Varietas Bawang merah yang banyak dibudidayakan oleh petani di Enrekang adalah varietas Bima dan Probolinggo. Kedua varietas ini sudah beradaptasi baik dengan lingkungan setempat dan potensi hasil keduanya tergolong tinggi tetapi perlu dikelola dengan penggunaan paket teknologi yang ramah terhadap lingkungan.

Bertambahnya kebutuhan bawang merah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan untuk industri obat-obatan di bidang farmasi, maka pemerintah memprogramkan pengembangan melalui ekstensifikasi pada daerah-daerah yang sesuai dan tetap melakukan program intensifikasi terutama pada daerah sentra produksi. Program intensifikasi selama ini identik dengan penggunaan input yang tinggi seperti penggunaan pupuk dan pestisida untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Apabila keadaan ini berlanjut, akan mengganggu keseimbangan hara dalam tanah dan dapat menyebabkan tidak tersedia bagi tanaman. Unsur hara dalam konsentrasi tinggi yang ditambahkan dapat mengikat unsur lainnya menjadi tidak larut. Di samping itu, perkembangan mikrobia yang bermanfaat terganggu akibat perubahan fisik dan kimia tanah (pH tanah, potensial redoks, senyawa beracun dan sebagainya) maupun akibat rendahnya kadar bahan organik (Soepardi, 1983).

Praktek pertanian intensif yang banyak menggunakan bahan kimia sintetik mengakibatkan tanah menjadi keras, kurangnya porositas tanah, rendahnya nilai tukar kation tanah, rendahnya daya ikat air, rendahnya populasi dan aktivitas mikroba, dan secara keseluruhan berakibat rendahnya tingkat kesuburan tanah (Stoate, Boatman, Boralho, Carvalho dan Eden 2001). Kondisi ini mengakibatkan terhambatnya proses serapan air dan hara yang terlarut sehingga keberadaan hara tidak dapat diserap oleh akar secara optimal. Dengan demikian perlu dosis pupuk yang lebih tinggi untuk meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah sehingga akar dapat menyerap hara dalam jumlah yang cukup.

Menurut Muntoya (1994), pupuk kimia pada kenyataannya memang dapat meningkatkan produksi pertanian, namun hal ini hanya berlangsung dalam jangka pendek, sedangkan bahan-bahan tersebut dapat menurunkan produksi pertanian baik kuantitas maupun kualitas. Bahan kimia yang terdapat pada pupuk anorganik dan pestisida tetap tertinggal sebagai residu

pada hasil tanaman, tanah, dan dapat tercuci ke dalam air sungai akibatnya dapat berbahaya bagi kehidupan manusia maupun hewan.

Di satu sisi harga pupuk dan pestisida semakin meningkat tajam sehingga menjadi masalah yang sulit bagi petani. Harga sarana produksi semakin tinggi sehingga efisiensi produksi semakin rendah yang mengakibatkan tingkat penerimaan masyarakat dan daya beli masyarakat semakin turun. Di samping itu pemanfaatan bahan kimia yang tidak proporsional akan berdampak negatif terhadap kesehatan dan dalam memenuhi kebutuhan ekspor dibatasi oleh adanya peraturan ketat yang biasa dikenal sebagai standar ISO. Tuntutan masyarakat global akan produk hortikultura yang memenuhi standar kesehatan merupakan wujud kepedulian masyarakat akan kelestarian lingkungan dan ini telah melembaga secara internasional. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan sistem pengelolaan usahatani sayur yang terencana dan mengarah pada efisiensi produksi melalui pemanfaatan pupuk organik.

Perbaikan kesuburan tanah ditekankan dengan cara menggunakan masukan yang tidak mahal (Low input) dan berusaha mengurangi masukan kimia secara berlebih yang biasa digunakan dalam usaha pertanian. Pupuk organik dapat mempertahankan kelestarian lahan karena tidak menimbulkan efek residu bagi lingkungan, meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat air, memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah, dan struktur tanah lebih baik, sedangkan pupuk anorganik hanya memperbaiki sifat kimia saja.

Pupuk organik yang umum digunakan untuk budidaya tanaman khususnya tanaman hortikultura (sayuran) adalah pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, dan lain-lain. Keuntungan pemakaian pupuk organik menurut Susanto (2002) antara lain : (1) memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, (2) sebagai sumber unsur hara terutama hara mikro, (3) mengurangi atau menekan pemakaian pupuk buatan yang berdampak negatif terhadap lingkungan (eutrofikasi). Ditambahkan oleh Reinjtjes, Harverkort dan Bayer (1999), bahwa pupuk organik dapat mempertahankan tingkat kesuburan tanah dan produktivitas lahan secara berkesinambungan (sustainable agriculture), dan oleh Wild (2001) dijelaskan bahwa pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba yang mampu menambat N di atmosfer seperti bakteri *Azotobacter* sp. Dan bakteri pelarut fosfat. Dengan demikian pertanian organik untuk jangka panjang dapat meningkatkan N dalam tanah. Demikian pula dengan unsur P, K dan Ca sesuai yang dinyatakan oleh Reganold (1989) bahwa dalam jangka panjang pertanian organik dapat meningkatkan ketersediaan P, K, dan Ca dibandingkan dengan pertanian konvensional.

Kompleksitas sifat-sifat bahan organik mengakibatkan berbagai spesies mikroorganisme terlibat dalam proses pelapukannya. Secara alami proses dekomposisi bahan organik menjadi senyawa yang lebih kompleks berlangsung sangat lambat. Untuk tanaman semusim penggunaan bahan organik sebagai pupuk sangat dianjurkan menggunakan teknologi mikroorganisme yang mampu mempercepat proses dekomposisi bahan-

bahan organik menjadi unsur hara yang dibutuhkan tanaman lebih cepat tersedia sepanjang periode pertumbuhannya. Perbaikan teknologi yang dianggap baik dan perlu dipertimbangkan untuk mempersingkat waktu penguraian bahan organik adalah dengan menggunakan EM-4 (Effective Microorganism).

Menurut Nane (2000) , penggunaan bahan organik yang berasal dari limbah pertanian terutama pupuk kandang telah lama dilakukan dalam praktek-praktek budidaya tanaman. Tetapi peranannya sebagai pupuk pada bawang merah tidak optimal, karena umur bawang merah sampai umbi dipanen berkisar 60 – 75 hari, sementara proses dekomposisi berjalan lambat (4 – 6 minggu).

Penambahan EM-4 dalam proses fermentasi dimaksudkan untuk meningkatkan keragaman populasi mikroorganisme, sekaligus mempercepat proses penguraian (Wididana dan Higa, 1994). EM4 adalah kultur campuran dari mikroorganisme yang terdiri dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) yang dapat meningkatkan kelarutan fosfat, bakteri fotosintetik, *Actinomyces* dan Ragi, semua bakteri ini dapat hidup bersama dan harmonis dalam satu kultur cair (Anonim, 1997).

Proses fermentasi EM4 tersebut disebut “ Bokashi”. Bokashi adalah upaya memfermentasi bahan-bahan organik seperti limbah kotoran ternak, limbah jerami, dedaunan, dan kulit kopi dengan fermentator EM-4. Bahan-bahan tersebut banyak terdapat dilokasi penelitian. Bahan yang diberi EM-4 telah dapat digunakan setelah 7 hari – 10 hari. Metode bokashi bertujuan

untuk meningkatkan keragaman mikroorganisme hingga tercapai keseimbangan, dan dapat menekan mikroorganisme penyebab penyakit tanaman, memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman.

Dosis pemakaian bokashi khususnya pupuk kandang pada tanaman bawang merah sudah pernah diteliti oleh Nane (2000), dosis yang dipergunakan 25 ton ha<sup>-1</sup>, 20 ton ha<sup>-1</sup>, 15 ton ha<sup>-1</sup>, dan 10 ton ha<sup>-1</sup>. Pada parameter jumlah anakan, jumlah siung, bobot umbi basah dan bobot umbi kering pada masing-masing dosis berbeda tidak nyata. Penelitian yang dilakukan oleh Katriani, Ramly dan Jumriah (2003) pada tanaman kacang tanah menunjukkan bahwa bokashi pupuk kandang ayam dengan dosis 10 ton ha<sup>-1</sup> memberikan hasil berat kering kacang tanah KA 14% tidak berbeda nyata dengan dosis 40 ton ha<sup>-1</sup>. Atas pertimbangan hasil penelitian di atas dan efisiensi biaya maka dosis pupuk bokasi yang dipergunakan adalah 10 ton ha<sup>-1</sup>.

Limbah pertanian yang selama ini belum dimanfaatkan sebagai pupuk jumlahnya sangat banyak. Namun dengan menggunakan mikroorganisme akan mempercepat proses menjadi pupuk organik yang berkualitas dan siap digunakan.

Seperti halnya bokashi, pengelolaan kesuburan tanah dapat juga menggunakan mikroba. Penggunaan mikroba sebagai pupuk tidak merusak lingkungan, dapat menghemat pupuk anorganik, produktivitas lahan lebih lestari, selain sebagai sumber hara juga sebagai hormon dan dapat membantu tanaman dalam menyerap air. Mikroba yang dapat digunakan untuk pengelolaan kesuburan tanah adalah Mikoriza. Mikoriza adalah suatu

struktur khas yang mencerminkan adanya interaksi fungsional yang saling menguntungkan antara autotrof/tumbuhan tertentu dengan satu atau lebih galur mikotrof dalam ruang dan waktu. Struktur yang terbentuk dari asosiasi ini tersusun secara beraturan dan memperlihatkan spektrum yang sangat luas, baik dalam hal tanaman inang, jenis cendawan maupun penyebarannya. Mikoriza tersebar dari artictundra sampai ke daerah tropis dan dari daerah bergurun pasir sampai ke hutan hujan melibatkan 80% jenis tumbuhan yang ada.

Kelompok mikoriza yang paling banyak dijumpai dan merupakan bentuk yang mengadakan asosiasi dengan kebanyakan tanaman budidaya adalah jenis Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) (Linderman, 1994). Jenis MVA merupakan satu kelompok mikroorganisme potensial yang dapat digunakan sebagai pupuk hayati. Adanya asosiasi antara mikroorganisme dengan akar tanaman terutama dalam penyerapan hara fosfor dan Zn (Smith, Ayling, Rosewarne, Dixon dan Shachtman, 1997). Struktur MVA dalam akar tanaman dapat meningkatkan luas permukaan untuk pembentukan metabolik antara tanaman inang dan cendawan MVA. Hifa eksternal mampu meningkatkan potensi sistem perakaran untuk mengabsorpsi dan translokasi terutama unsur P sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman (Marschner, 1994).

Ameliorasi tanah dengan bahan organik sisa tanaman atau pupuk hijau merangsang perkembangan cendawan MVA. Dalam budidaya tradisional, pengolahan tanah berulang-ulang dan panen menyebabkan erosi hara dan bahan organik dari lahan tersebut dan ini berpengaruh terhadap populasi MVA. Dalam pertanian modern yang menggunakan pupuk dan

pestisida berlebihan (Rao, 1994) serta terjadinya kompaksi tanah oleh alsintan (McGonigle dan Miller, 1993) berpengaruh negatif terhadap pembentukan mikoriza. Konsekuensinya adalah produktivitas sistem pertanian akan sangat tergantung pada pupuk buatan dan pestisida.

Beberapa peneliti telah mencoba menggunakan berbagai dosis pada tanaman yang berbeda dan ternyata memberikan hasil terbaik, antara lain penggunaan inokulasi mikoriza arbuskular pada tanaman kedelai sebanyak 10 g inokulum *Glomus fasciculata* per polybag (Nuraeni,1999), 7,5 g per pot pada bibit kopi robusta (Kusumatuti, 1997), 5 g per tanaman digunakan pada tanaman kakao (Baon dan Azzura dan Nurkholis, 1997) dan Nurhaliza (2003), memakai dosis mikoriza pada tiap tanaman kentang masing-masing 2,5 g , 5,0 g dan 7,5 g . Dari ketiga dosis tersebut ternyata dosis 7,5 g memberikan hasil yang terbaik pada produksi tanaman kentang. Apabila pada tanaman bawang merah memakai dosis 7,5 g per tanaman atau 10 g per tanaman dengan populasi 200.000 tanaman ha<sup>-1</sup> maka diperlukan mikoriza 1,5 ton ha<sup>-1</sup> atau 2 ton ha<sup>-1</sup>, tentunya hal ini tidak menguntungkan secara ekonomi. Oleh karena itu dalam penelitian ini penetapan dosis mikoriza relatif lebih rendah yaitu 3 g per tanaman dan 6 g per tanaman sehingga dapat diaplikasikan di tingkat petani.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu diadakan penelitian tentang berbagai jenis pupuk organik hasil limbah pertanian dengan berbagai dosis inokulasi MVA pada tanaman bawang merah yang diharapkan dapat menunjang keberlanjutan (sustainable) sistem pertanian dan mendukung Kabupaten Enrekang sebagai kota Agropolitan yang berwawasan lingkungan dan mandiri.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan, masalah yang dapat diidentifikasi seperti menurunnya kesuburan tanah (produktivitas lahan) disebabkan penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan selama kurun waktu yang lama sehingga berpotensi menciptakan lahan marginal. Oleh karena itu dirumuskan identifikasi masalah yaitu sejauh mana pengaruh berbagai macam pemberian pupuk organik yang berasal dari limbah pertanian (pupuk kandang kambing, jerami padi dan kulit sekam kopi) dan inokulasi MVA yang diaplikasikan terhadap aktivitas fisiologis dan produksi dua varietas bawang merah.

## **C. Hipotesis**

1. Terdapat salah satu jenis bokashi limbah pertanian yang memberikan hasil yang lebih baik terhadap pertumbuhan, aktivitas fisiologis dan produksi dua varietas bawang merah
2. Terdapat salah satu dosis mikoriza yang memberikan hasil yang lebih baik terhadap pertumbuhan, aktivitas fisiologi dan produksi dua varietas bawang merah
3. Terdapat interaksi perlakuan varietas, jenis bokashi dan dosis mikoriza yang memberikan hasil lebih baik terhadap pertumbuhan, aktivitas fisiologi dan produksi dua varietas bawang merah

#### **D. Tujuan**

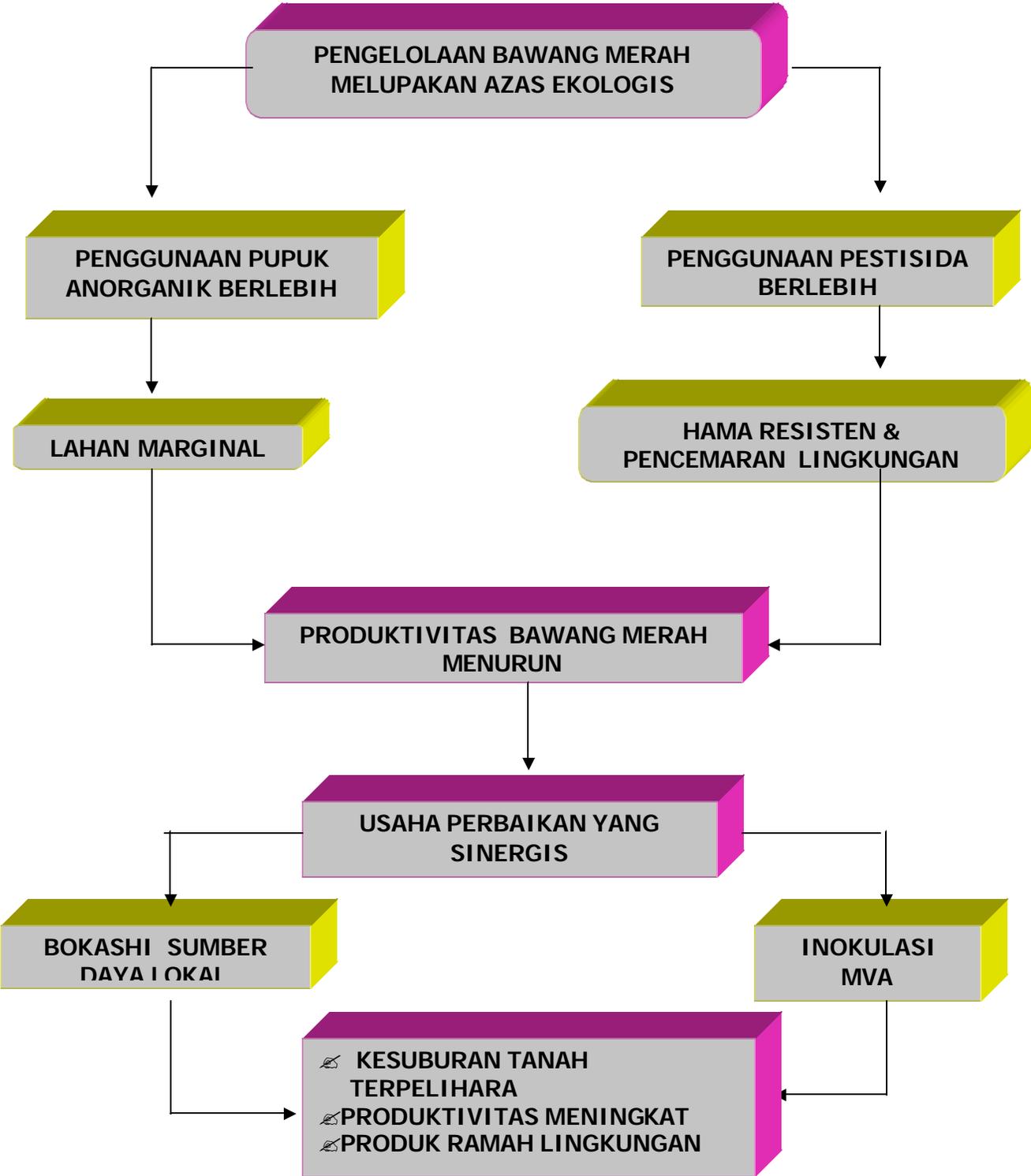
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis bokashi (jerami padi, pupuk kandang kambing dan kulit sekam kopi) dan berbagai dosis inokulasi MVA (tanpa mokiriza, 3 g per tanaman dan 6 g per tanaman) terhadap aktivitas fisiologis dan produksi dua varietas bawang merah (Bima dan Probolinggo).

#### **E. Kegunaan**

Kegunaan penelitian ini diharapkan :

- (1) Meningkatkan usaha tani bawang merah yang ramah lingkungan
- (2) Dapat diperoleh jenis pupuk organik dan dosis MVA yang memberikan produksi bawang merah yang tinggi
- (3) Sebagai bahan informasi untuk pengembangan pertanian organik

**F. KERANGKAH PIKIR**



**Gambar 5. Kerangkah Pikir Penelitian**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### **A. Karakteristik Tanaman**

Pada sistematika tumbuhan, bawang merah merupakan tumbuhan tingkat tinggi. Bakal biji terdapat dalam daun carpella, tepi daun buah saling berdekatan sehingga membentuk bakal buah. Kotiledonnya hanya satu, sistem perakarannya adalah akar serabut. Bunga bersifat trimer dengan pertulangan daun rectinervis (Soemaryono dan Soedomo, 1993).

Akar serabut pada bawang merah ukurannya pendek, tetapi jumlahnya banyak. Kondisi tersebut menyebabkan bawang merah tidak tahan pada kekeringan atau kurang air (Rismunandar, 1989). Di samping itu perakaran yang pendek mempengaruhi kemampuan mengabsorpsi unsur hara dalam tanah. Sebagian hara diabsorpsi dalam bentuk pasif karena jangkauan akar yang terbatas.

Tanaman bawang merah memiliki batang semu dan membentuk roset. Tinggi tanaman berkisar 10 – 15 cm. Pada pangkal batang terdapat umbi yang pangkalnya terdapat cakram dan merupakan tempat tumbuhnya akar dan tunas, serta tempat melekatnya sisik daun, batangnya mempunyai lembaran daging yang bersisik (Anonim,1998).

Daun bawang merah bentuknya bulat kecil, memanjang dan berlubang seperti pipa. Ujung daunnya meruncing, dan pada pangkalnya melebar seperti kelopak daun mengembang, warna daunnya hijau muda (Singgih, 1988). Umbi yang dihasilkan berlapis. Umbi tersebut ditentukan oleh banyak dan tebalnya lapisan pembungkus siung (Rismunandar, 1989). Umbi berkelompok dan bagian dasarnya tetap melekat pada bagian dasar umbi asalnya (Putrasemedja dan Suwandi, 1996). Jumlah umbi perumpun bervariasi antara 4–8 umbi dan bentuk umbinya agak bulat sampai berbentuk gepeng, (Soemaryono dan Soedomo, 1993; Rahmat , 1994).

### **B. Tanah dan Pertumbuhan Bawang Merah**

Potensi tanah ditentukan oleh sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Sifat fisik tanah menentukan pergerakan udara, air, panas, dan larutan di dalam tanah. Kemampuan untuk mengikat dan mensuplai air bagi tanaman merupakan faktor penting dalam menentukan potensi tanah tersebut. Keadaan kimia tanah menyangkut jumlah, susunan, dan bentuk-bentuk senyawa kimia yang berhubungan dengan status hara dan unsur beracun dalam tanah. Sifat fisik dan kimia tanah mempengaruhi kegiatan biologi tanah (Kern dan Johnson, 1993).

Tekstur tanah yang baik untuk bawang merah adalah lempung berpasir atau lempung berdebu. Tanah tersebut mempunyai aerasi dan drainase yang baik karena memiliki perbandingan yang seimbang antara fraksi liat, pasir dan debu. Pasir, debu, dan liat adalah partikel-partikel tanah (mineral) yang

digolongkan berdasarkan atas ukuran, bentuk, komposisi kimia (Sutedjo, Kartasaputra dan Sastroatmodjo, 1991). Tanah yang mengandung fraksi liat tinggi dapat mengganggu perkembangan umbi, sehingga umbi yang dihasilkan kecil-kecil. Sebaliknya tanah yang gembur dan subur akan mendorong perkembangan umbi yang lebih besar.

Struktur tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman bawang merah adalah tanah berstruktur remah. Peranan struktur tanah terhadap pertumbuhan tanaman adalah kemampuan akar dalam menembus tanah, kemampuan tanah untuk mengalirkan air dan udara yang mempengaruhi kegiatan mikroorganisme di dalam tanah (Anonim,1998).

Kemasaman tanah (pH) dapat dijadikan indikator dari kekayaan asli suatu tanah pertanian. Kemasaman tanah (pH) yang paling sesuai untuk bawang merah adalah 6,0-6,8 . Toleransinya berada pada kisaran pH 5,5-7,0. Pada pH yang lebih rendah dapat menyebabkan tanaman lebih kerdil, dan pada pH lebih dari 7,0 umbi yang dihasilkannya kecil dan produksi tanaman rendah (Rahmat, 1994).

### **C. Iklim dan Pertumbuhan Bawang Merah**

Faktor iklim yang berpengaruh terhadap budidaya tanaman bawang yaitu suhu, cahaya, dan curah hujan. Iklim merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi penyebaran, pertumbuhan, dan produktivitas suatu tanaman. Iklim merupakan fenomena alam yang sulit dikendalikan atau untuk dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan. Untuk itu, pemanfaatannya terhadap tanaman, perlu menyesuaikan budidaya tanaman dengan pola iklim tersebut

(Las, Yanto dan Zaini,1986). Kaitannya dengan faktor iklim tersebut satu sama lainnya mempengaruhi fungsi fisiologis tanaman. Respon tanaman sebagai akibat faktor lingkungan terlihat pada penampilan tanaman (Jumin, 1989).

Ketinggian tempat merupakan salah satu unsur iklim yang juga menentukan daerah penyebaran tanaman bawang. Ketinggian yang terbaik untuk tanaman bawang adalah dibawah 800 m dpl. Pada daerah yang mempunyai ketinggian 800-900 m dpl, hasil umbinya kurang baik, umur panennya lebih panjang dibanding umur tanaman yang ditanam di dataran rendah karena suhu di dataran tinggi lebih rendah (Samadi dan Cahyono, 1996).

Komponen suhu akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung misalnya mempengaruhi pertumbuhan akar dan umbi. Secara tidak langsung mempengaruhi penyerapan unsur hara, perkembangan mikroorganisme, dan serangan hama penyakit. Satyer (1969) mengemukakan bahwa suhu mempengaruhi fotosintesis maupun respirasi. Ketidakseimbangan antara kedua proses fisiologis tersebut dapat mempengaruhi hasil umbi bawang merah. Pada suhu di bawah 22<sup>0</sup> C, pembentukan umbinya terhambat, bahkan sering tidak membentuk umbi sama sekali (Rismunandar, 1989). Suhu udara yang ideal antara 25<sup>0</sup> – 30<sup>0</sup> C, tetapi masih toleransi terhadap suhu 22<sup>0</sup> C, walaupun umbinya tidak begitu baik. Selanjutnya dikatakan bahwa komponen iklim lainnya yang penting bagi tanaman bawang merah adalah kelembaban udara (nisbi). Untuk memberikan pertumbuhan, perkembangan serta

berproduksi optimal, maka bawang merah membutuhkan kelembaban nisbi sekitar 80 – 90 % (Samadi dan Cahyono, 1996) dan (Petojos, 2003).

Cahaya surya adalah unsur iklim yang mempengaruhi fotosintesis. Tanaman bawang merah memerlukan cahaya surya sekitar 14 jam hari<sup>-1</sup> untuk dapat tumbuh baik dan berproduksi tinggi atau termasuk tanaman hari panjang (Rahmat, 1994). Panjang hari mempengaruhi ukuran umbi bawang merah secara langsung. Tanaman bawang merah akan berbunga jika hari lebih panjang dari panjang kritisnya. Pada intensitas cahaya kurang dari 14jam hari<sup>-1</sup> akan mempengaruhi perkembangan umbi, dan selanjutnya mengakibatkan kualitas umbi menjadi lebih jelek. Pembentukan umbi dipengaruhi oleh interaksi antara panjang hari dan suhu udara.

Curah hujan yang merata sepanjang tahun. Pada curah hujan yang lebih tinggi daunnya mudah rusak dan umbi yang terbentuk menjadi lunak sehingga mudah busuk (Samadi dan Cahyono, 1996). Tanaman bawang merah merupakan salah satu tanaman yang tidak tahan terhadap kondisi kering, membutuhkan air dalam jumlah yang cukup selama pertumbuhan. Peranan air bagi tanaman adalah sebagai (i) komponen utama sel, (ii) pelarut bahan organik dan an-organik di dalam tanah dan tubuh tanaman yang selanjutnya diangkut ke bagian tanaman yang membutuhkannya, (iii) pereaksi dalam proses fotosintesis dan hidrolitik, (iv) pemantap turgor sel-sel atau jaringan untuk kelangsungan pembelahan sel atau pertumbuhan jaringan, dan

pemantap suhu tanah dan tanaman melalui evapotranspirasi (Putrasemedja dan Suwandi. 1996).

Apabila kandungan air tanah tidak dapat mengimbangi laju transpirasi, maka tanaman bawang merah akan mengalami kekeringan dan pertumbuhannya terganggu. Kebutuhan air bawang merah akan menjadi masalah apabila ditanam pada daerah yang tidak memiliki fasilitas pengairan, pemenuhan airnya hanya bersumber dari hujan (Samadi dan Cahyono, 1996).

#### **D. Bahan organik**

Sumber utama hara dalam pertanian organik berasal dari dalam lingkungan usahatani berupa bahan organik dari biomassa tanaman atau tumbuhan, kotoran ternak, limbah pertanian lainnya dan hasil fiksasi secara biologis. Sumber-sumber bahan organik segar tersebut akan mengalami proses penguraian yang melibatkan biota tanah/mikroorganisme tanah dan selanjutnya akan tersedia bagi tanaman. Prinsip utama yang menjadi acuan dalam daur ulang hara adalah prinsip keseimbangan hara yaitu jumlah yang hilang sama dengan jumlah yang ditambahkan ke dalam tanah sehingga kestabilan produktivitas lahan dapat dicapai. Proses pengembalian hara mengikuti daur yang utuh melalui tanah?tanaman?tanah, atau tanah ? tanaman?ternak?tanah. Pupuk organik yang bersumber dari bahan-bahan lokal di lingkungan ekosistem pertanian memiliki prospek yang baik sebagai alternatif dalam memperbaiki kesuburan tanah dan proses daur ulang hara tanaman.

Penyusun bahan organik terdiri atas karbohidrat, protein, lignin, dan lilin. Dari kelompok tersebut, karbohidrat dan protein yang paling cepat terdekomposisi oleh mikroorganisme sedangkan lignin merupakan bahan yang paling tahan terhadap dekomposisi (Sopher dan Blair, 1978 *dalam* Nane, 2000). Ditambahkan juga bahwa ada beberapa unsur yang terkandung di dalam bahan organik antara lain karbon, sulfur, fosfor, hidrogen, kalium, magnesium, kalsium, dan unsur-unsur mikro seperti mangan (Plaster, 1962 *dalam* Nane, 2000). Protein merupakan senyawa organik yang mengandung asam amino. Asam amino merupakan rantai karbon pendek yang mengandung unsur seperti nitrogen dan sulfur. Asam amino akan mengalami proses amonifikasi dan nitrifikasi yang menghasilkan nitrat yang dapat diserap oleh tanaman. Proses amonifikasi dan nitrifikasi dapat meningkatkan ketersediaan 10 – 12 % nitrogen (Hardjowigeno, 1989).

Jenis-jenis bahan pupuk organik antara lain :

(a). Pupuk kandang

Salah satu sumber bahan organik yang potensial adalah pupuk kandang. Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari campuran kotoran padat dan cair serta sisa makanan dari ternak. Menurut Susanto (2002), kandungan unsur hara dari pupuk kandang kambing yaitu kotoran padat 0,65-0,70 N; 0,22-0,82 P; 0,12-1,04 K, sedangkan kotoran cair mengandung 1,40-1,47 N; 0,01-0,02 P; 0,54-1,63 K.

Menurut Setiawan (2003), setiap hari seekor kambing mengeluarkan feses sekitar 1,13 kg dengan komposisi kimia untuk feses yang basah

mengandung 1,5% N, 0,13 % P dan 1,8 % K sedangkan feses kering mengandung 0,6% N, 0,31% P dan 0,17 % K.

(b). Jerami padi

Formulasi bahan organik dapat bersumber dari macam-macam bahan organik. Semakin banyak bahan campuran yang digunakan, makin baik kualitas pupuk organik. Jerami padi banyak terdapat di sekitar lokasi penelitian sebagai limbah hasil tanaman padi. Pemanfaatan jerami sebagai pupuk organik memberi banyak keuntungan, selain murah dan mudah diperoleh juga mengandung unsur yang lebih lengkap yakni unsur hara makro dan mikro. Jerami mengandung 0,58% N, 10% P, 38% K (Wididana, 1993), dan hara Si 4-7% (Arafah dan Sirappa, 2001).

Menurut Susanto (2002) bahwa membenamkan jerami ke dalam tanah akan meningkatkan kandungan K tanah dan bersifat larut air dan siap tersedia bagi tanaman padi. Hampir semua unsur K dan sepertiga N, P, dan S tinggal dalam jerami padi. Secara tidak langsung jerami juga mengandung senyawa N dan C yang berfungsi sebagai substrat metabolisme mikroba tanah, termasuk gula, pati, selulose, hemiselulose, pektin, lignin, lemak dan protein, senyawa tersebut menduduki 40% (sebagai C) berat kering jerami.

(c) Kulit sekam kopi

Pemanfaatan limbah kulit sekam kopi sebagai pupuk organik masih terbatas. Kulit sekam kopi merupakan limbah pertanian yang dapat dijadikan sebagai bahan pupuk organik. Kulit sekam kopi adalah sisa pengolahan buah kopi berupa potongan kulit buah yang sifatnya lentur dan agak lunak. Ukuran

dan bentuk partikelnya tidak beraturan. Menurut Susanto (2002) struktur kulit kopi termasuk kategori sedang dan mempunyai kelembaban yang baik. Kurangnya informasi tentang kandungan hara kulit sekam kopi, merupakan suatu kendala yang membatasi pemanfaatan limbah organik ini. Limbah pertanian kulit sekam kopi ini tersedia banyak di lokasi penelitian sehingga pemanfaatannya sebagai pupuk organik digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan mikroba.

### **E. Pupuk Bokashi**

Bokashi adalah suatu kata dalam Bahasa Jepang yang berarti “bahan organik yang difermentasikan”. Bokashi merupakan hasil teknologi pemanfaatan mikroorganisme untuk meningkatkan kesuburan dan sifat fisik tanah serta mengatasi pencemaran lingkungan. Potensi pengembangannya sangat besar untuk diterapkan karena dapat membantu perombakan bahan organik melalui reaksi fermentasi sehingga meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman, menghasilkan zat pengatur tumbuh, menekan serangan mikroorganisme pengganggu. Prospeknya sangat cerah karena dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi berbagai jenis tanaman, biayanya relatif murah, penggunaannya mudah dan bebas pencemaran (Erwidodo, 1994).

Bokashi dibuat dengan memfermentasikan bahan organik dengan Mikroorganisme Efektif (EM). Menurut Higa dan James (1994), teknologi EM merupakan salah satu teknologi pemanfaatan jasad hidup dalam memperbaiki kesuburan dan sifat tanah. Pemanfaatannya kemudian meluas, tidak hanya

dalam bidang pertanian, tetapi juga bidang peternakan, perikanan, dan bahkan kesehatan manusia. Perombakan bahan organik dapat terjadi melalui: (1) proses oksidatif yang dilaksanakan oleh bakteri sintetik, ditandai oleh bau busuk hasil pelepasan gas amoniak, hidrogen sulfida, metan dan sebagainya; dan (2) proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme anaerob.

Mikroorganisme yang menguntungkan dalam kultur EM-4 secara efektif mengatur keseimbangan mikroorganisme tanah dan tanaman yang terdiri dari bakteri fotosintetik, *Lactobacillus*, *Actinomycetes*, ragi dan jamur Mikoriza yang berperan dalam proses fermentasi (Richards, 1989). Reaksi fermentasi akan berperan dalam: (1) menghasilkan senyawa organik, hormon tanaman (auxin, giberelin, cytokinin, vitamin, antibiotik, dan polisakarida yang dapat memacu pertumbuhan tanaman; (2) meningkatkan kelarutan unsur hara dari batuan-batuan induk sehingga menambah ketersediaannya bagi tanaman; (3) menyediakan senyawa-senyawa organik sederhana yang dapat diserap langsung oleh tanaman. Senyawa organik yang dilepaskan dari hasil fermentasi bersifat stabil dan dapat dikombinasikan dengan pupuk anorganik dan organik sehingga memberikan prospek cukup baik untuk memperbaiki dan meningkatkan produktivitas tanah (Purwani et al., 1998). Sahiri (1998), menyatakan bahwa kandungan mikroorganisme dalam larutan EM-4 adalah bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.) mempunyai populasi cukup tinggi yakni  $1,05 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ ; *Actinomycetes* sp  $4,2 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$ ; *Actinomycetes selulolitik*  $3,9 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$ ; jamur total  $3,5 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$ ; jamur selulolitik  $2,5 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$ .

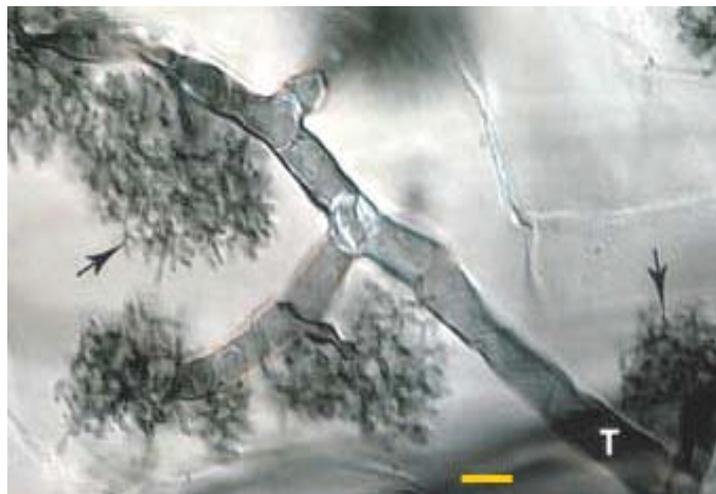
Mikroorganisme utama EM-4 dan kegiatan pada komposisi bahan organik terdiri beberapa jenis yaitu: 1) bakteri fotosintetik adalah mikroorganisme yang mandiri dan swasembada, 2) bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat dari gula, 3) ragi membentuk zat anti bakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintetik bahan organik oleh akar, 4) *Actinomycetes* strukturnya merupakan bentuk antara bakteri dan jamur menghasilkan zat anti mikroba dari asam amino, 5) Jamur fermentasi seperti *Aspergillus* dan *Penicillium* menguraikan bahan organik secara cepat menghasilkan alkohol ester, dan zat anti mikroba (Higa dan James, 1994).

#### **F. Mikoriza**

Inokulasi jamur mikoriza dapat dikatakan sebagai “biofertilization” , baik untuk tanaman pangan, perkebunan, kehutanan maupun tanaman penghijauan Hubungan timbal balik antara jamur mikoriza dengan tanaman inangnya mendatangkan manfaat positif bagi keduanya (simbiosis mutualism) (Kilham, 1994).

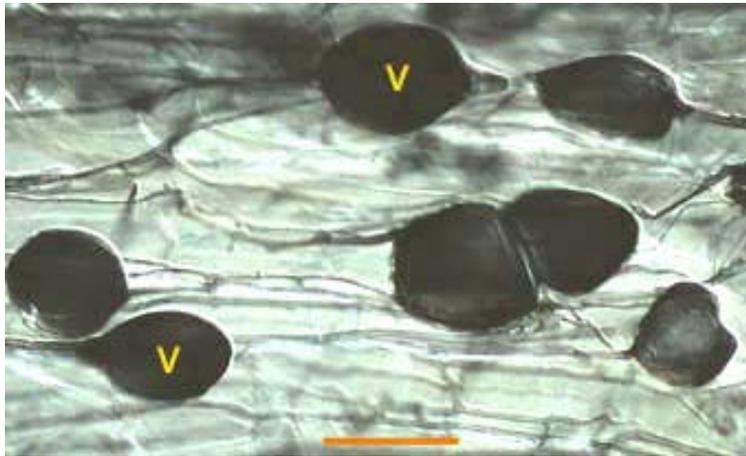
Menurut Rao (1994), berdasarkan susunan anatomi dan cara infeksi mikoriza dikelompokkan dalam tiga golongan besar yaitu ektomikoriza, endomikoriza, dan ektendomikoriza. Jenis mikoriza yang dapat menginfeksi tanaman pertanian adalah dari kelompok endomikoriza (Islami dan Utomo, 1995). Kelompok mikoriza yang paling banyak dijumpai dan merupakan bentuk yang mengadakan asosiasi dengan kebanyakan tanaman budidaya adalah jenis Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) (Linderman, 1994).

Jenis MVA adalah kelompok terbesar dari endomikoriza, membentuk struktur interseluler yakni Vesikel dan Arbuskular (Brundrett, 1991). Arbuskular merupakan hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan luas permukaan untuk pertukaran metabolis antara cendawan dan tanaman sedangkan vesikular merupakan organ untuk menyimpan makanan (Linderman, 1994). Arbuskular berkembang di dalam sel korteks akar tetapi diluar sitoplasmanya.



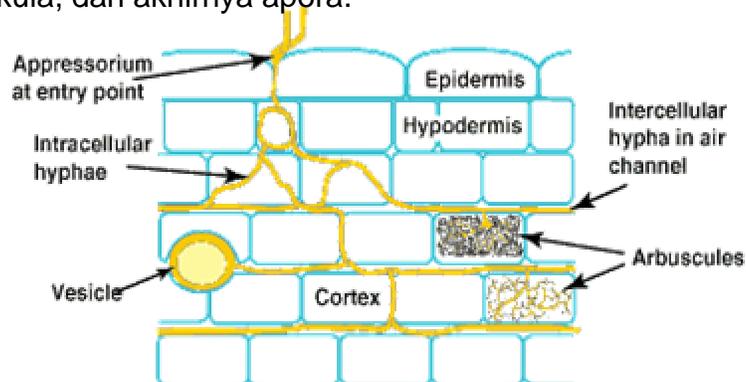
Gambar 1. Arbuskular MVA (tanda panah).

Vesikel berada pada jaringan interseluler atau intraseluler korteks akar yang terdiri atas lipid dan sitoplasma (Brundrett, 1991).



Gambar 2. Vesikel MVA ( tanda V ).

Menurut Brundrett (1991) proses infeksi dimulai dengan pembentukan apresorium pada permukaan akar hifa eksternal yang berasal dari hasil perkecambahan spora atau akar tanaman tetangga yang sudah terinfeksi. Setelah itu, hifa masuk ke dalam akar menembus melalui celah-celah antar epidermis kemudian apresorium tersebar, baik interseluler maupun intraseluler dalam sel korteks luar. Setelah proses-proses tersebut berlangsung terbentuk arbuskular, vesikula, dan akhirnya apora.



Gambar 3. Proses infeksi mikoriza dalam jaringan akar (Brundrett, 1991).

Mikoriza mempunyai peranan yang penting bagi pertumbuhan tanaman di antaranya:

(1) Memperbaiki struktur tanah

Jamur mikoriza melalui jaringan hifa eksternal dapat memperbaiki dan memantapkan struktur tanah. Sekresi senyawa-senyawa polisakarida, asam organik dan lendir oleh jaringan hifa eksternal yang mampu mengikat butir-butir tanah menjadi agregat makro yang mantap, ikatan tersebut terutama dilakukan oleh jamur dan aktinomyces (Wright dan Uphadhyaya, 1998). Foster and Nicolson (1981) *dalam* Linderman (1994), menganalisa komposisi mikroba pada agregat-agregat tanah dan menemukan susunan jamur, bakteri, aktinomyces dan algae termasuk cyanobakteri. Asosiasi mikroba-mikroba ini dengan MVA mungkin sangat mempengaruhi perkembangan hifa dalam tanah dan hasil metaboliknya diabsorpsi hifa dan ditranslokasikan ke tanaman inang. Thomas, Franson dan Bethlenfavay (1993) menyatakan bahwa pembentukan struktur yang mantap sangat penting terutama pada tanah tekstur lempung liat berpasir. Cendawan MVA pada tanaman bawang di tanah bertekstur lempung liat berpasir secara nyata menyebabkan agregat tanah menjadi lebih baik, lebih berpori dan memiliki permeabilitas yang tinggi, namun tetap memiliki kemampuan memegang air yang cukup untuk menjaga kelembaban tanah. Dengan demikian cendawan mikoriza bukan hanya simbiosis bagi tanaman, tetapi juga bagi tanah.

(2) Menyerap Air dan Hara

Jaringan hifa eksternal mikoriza akan mampu memperluas serapan air dan hara. Di samping itu ukuran hifa yang lebih halus dari bulu-bulu akar memungkinkan hifa bisa menyusup ke pori-pori tanah yang lebih kecil sehingga bisa menyerap air pada kondisi kadar air tanah yang sangat rendah (Kilham, 1994). Serapan air yang lebih besar oleh tanaman bermikoriza, juga membawa unsur hara yang mudah larut dan terbawa oleh aliran massa seperti N, K dan S. Hasil penelitian Cruz, Ishii dan Kadoya (2000) menunjukkan bahwa pepaya yang diberikan mikoriza memiliki ketahanan yang lebih besar terhadap kekeringan ditandai dengan kandungan air dalam jaringan transpirasi yang lebih besar, meningkatnya tekanan osmotik, terhindar dari plasmolisis, meningkatnya kandungan pati dan kandungan proline yang lebih rendah selama stress air.

Tanaman yang bermikoriza lebih efisien dalam menyerap hara khususnya fosfor (P) dibandingkan dengan tanaman tanpa mikoriza (Prematuri and Dodd, 1997). MVA dapat meningkatkan serapan P ketika ketersediaan P rendah dibandingkan dengan pada saat ketersediaan optimum ( Kabirun dan Widodo, 1997). Penyerapan P yang tinggi disebabkan karena hifa cendawan juga mengeluarkan enzim phosphatase yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik, sehingga tersedia bagi tanaman (McGonigle dan Miller, 1993). Selain meningkatkan penyerapan unsur P, mikoriza juga meningkatkan

penyerapan beberapa unsur mikro seperti Cu dan Zn (Rhodes dan Gardemann, 1980 *dalam* Islami dan Utomo, 1995). Dijelaskan pula oleh Ayling, Smith, Reid dan Smith (1997) *bahwa* jamur mikoriza meningkatkan absorpsi hara bagi tanaman terutama P dan Zn.

(3) Proteksi dari Patogen dan Unsur Toksik

Struktur mikoriza dapat berfungsi sebagai pelindung biologi bagi terjadinya patogen akar, mekanismenya sebagai berikut : (1) adanya selaput hipa (mantel) dapat berfungsi barier masuknya patogen, (2) mikoriza menggunakan hampir semua kelebihan karbohidrat dan eksudat lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok untuk patogen, (3) jamur mikoriza dapat mengeluarkan antibiotik yang dapat mematikan patogen, (4) akar tanaman yang sudah diinfeksi jamur mikoriza, tidak dapat diinfeksi oleh cendawan patogen yang menunjukkan adanya kompetisi. Mikoriza juga dapat melindungi tanaman dari eksese unsur tertentu yang bersifat racun seperti logam berat, mekanisme perlindungannya dapat melalui filtrasi, menonaktifkan secara kimiawi atau menimbun unsur tersebut dalam hifa cendawan (Kilham, 1994). Penelitian yang dilakukan oleh Jalil (1993) menemukan bahwa kolonisasi mikoriza memberikan perlindungan efektif dalam menekan infeksi patogen akar.

(4) Menghasilkan hormon tumbuh

Hasil penelitian Johnson (1984) *dalam* Rozi (1998) menunjukkan bahwa pada tanaman jeruk terjadi peningkatan hormon sitokinin dan giberelin

akibat infeksi MVA. Cendawan mikoriza dapat menghasilkan hormon auksin, sitokinin dan giberelin akibat infeksi MVA (Yulipriyanto, 1992 *dalam* Nurhalisyah, 2003).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan MVA antara lain suhu, kadar air tanah, pH, bahan organik, cahaya, logam berat, fungisida dan mikroorganisme lain.

#### a. Suhu,

Fotosintetis dan translokasinya dipengaruhi oleh suhu. Tingkat infeksi pada akar bawang meningkat dengan meningkatnya suhu sampai 26°C (Setiadi, 1990). Dikatakan lebih jauh bahwa temperatur akan berpengaruh terhadap infeksi yakni perkembangan spora, penetrasi hyfa pada sel-sel akar dan perkembangan pada akar korteks. Suhu optimum bagi perkembangan spora MVA sangat beragam tergantung jenisnya. Beberapa *Gigaspora* berkecambah lebih baik pada suhu 34°C, sedangkan species *Glomus* berkecambah baik pada suhu 20°C (Daniel dan Trappe, 1970). Sementara suhu di atas 40°C peran mikoriza menurun karena suhu tersebut lebih merupakan faktor pembatas bagi tanaman inang (Harran dan Ansori, 1993).

#### b. Cahaya

MVA sebagai micro symbiont pada inang untuk memperoleh karbohidrat sebagai sumber energi dan pertumbuhannya. Ketersediaan karbohidrat sangat ditentukan oleh adanya cahaya yang tepat sehingga proses fotosintetis dapat berjalan dengan baik. Menurut Setiadi (1990), adanya naungan yang berlebihan, terutama tanaman yang senang cahaya akan mengurangi infeksi

akar dan produksi spora, selain itu respon tanaman terhadap MVA akan berkurang. Hal ini disebabkan adanya hambatan pertumbuhan dan perkembangan internal hyfa dalam akar akibatnya external hyfa pada rhizosphere akan terbatas.

#### *c. Kadar air*

Meskipun MVA dapat terbentuk pada tanaman air, namun diyakini bahwa pertumbuhannya akan terhambat. *G. epigaeum* berkecambah lebih baik pada kadar air kapasitas lapang dan menurun pada potensial air dibawah -31 bar (Harran dan Ansori, 1993). Hasil penelitian Gusli (2002) memperlihatkan bahwa efektivitas mikoriza menyerap unsur hara P pada tanah kompak sangat tergantung pada ketersediaan air. Lebih lanjut dilaporkan bahwa serapan P lebih tinggi pada tanah potensial matriks -1 bar dibandingkan dengan -10 bar.

#### *d. pH tanah*

Perkembangan spora dan mikoriza keduanya sangat dipengaruhi oleh berbagai pH tanah. pH optimum bagi MVA sangat dipengaruhi oleh masing-masing spesies MVA. Menurut Setiadi (1990), proses infeksi dan proses pertumbuhan hyfa terjadi dengan baik pada tanaman *Coproma robusta* yang diinfeksi oleh *Glomus mosseae* pada pH 5,6 dan 7,0 tetapi tidak terjadi pada pH asam 3,3 – 4,4.

#### *e. Pestisida*

Pestisida termasuk formalin methyl bromide, chloropierin dan berbagai fungsi toxidant cenderung menurunkan infeksi mikoriza (Setiadi, 1990). Ditambahkan oleh Harran dan Ansori (1993) bahwa fungisida yang merupakan

racun untuk membunuh cendawan penyebab penyakit tanaman seperti agrosan, benlate, Plantavax dengan konsentrasi 2,5 ? g per gram tanah akan menyebabkan turunya kolonisasi MVA.

f. *Hubungan dengan mikroorganisme lain*

Inokulasi ganda antara bakteri pelarut posfat dengan *Glomus* sp. ternyata memberikan hasil yang lebih baik daripada inokulasi tunggal. Hal ini disebabkan karena bakteri pelarut fosfat dapat menurunkan pH di sekitar perakaran, demikian pula MVA mampu merangsang perkembangan awal bakteri pelarut fosfat dizofer. MVA juga berinteraksi baik dengan jasad renik penambat nitrogen, baik yang bersimbiosis maupun yang hidup bebas. Inokulasi ganda MVA dengan *Azotobacter* maupun *Azospirillum* meningkatkan pertumbuhan tanaman lebih besar dibandingkan dengan inokulasi tunggal (Harran dan Ansori, 1993).





## **BAB III**

### **BAHAN DAN METODE**

#### **A. Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di desa Kalumpang, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang yang berada pada ketinggian 450 m dpl. Kegiatan penelitian dimulai dari September sampai November 2004.

#### **B. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah : bibit bawang merah varietas Bima dan Probolinggo , jerami padi, kulit sekam kopi, pupuk kandang kambing, dedak, bioaktivator EM-4 (Effective microorganism), inokulan Mikoriza Arbuskular jenis *Glomus fasciculatus*. Biopestisida Bakteri Antagonis (*Trichoderma sp*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus turingensis* ) .

Alat yang digunakan adalah: Portable Photosyntetic System CID Licor 320P, sprayer, timbangan, oven, ayakan, ember, skop, cangkul dan perlengkapan lain yang diperlukan.

#### **C. Metode Penelitian**

##### **1. Rancangan Perlakuan**

Penelitian dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok (RAK) pola rancangan petak-petak terpisah. Terdiri atas tiga faktor yaitu varietas sebagai