

**PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN CABAI  
MERAH (*Capsicum annum* L.) BERMIKORIZA DENGAN  
APLIKASI BIOCHAR DAN PUPUK KIMIA**

**SKRIPSI**



**Oleh  
Nopa Adetiya  
11 821 0012**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2016**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/6/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)20/6/24

Judul : Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L*) Bermikoriza dengan Aplikasi Biochar dan Pupuk Kimia

Nama : Nopa Adetiya  
NIM : 11 821 0012  
Jurusan : Agroteknologi

Disetujui Oleh :  
Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Suswati, MP  
Pembimbing I

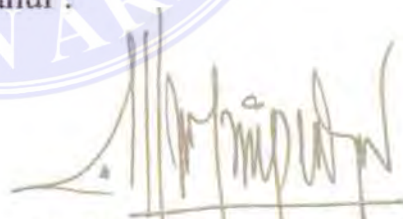


Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS  
Pembimbing II

Mengetahui :



Dr. Ir. Syahudin Hasibuan, M.Si  
Dekan



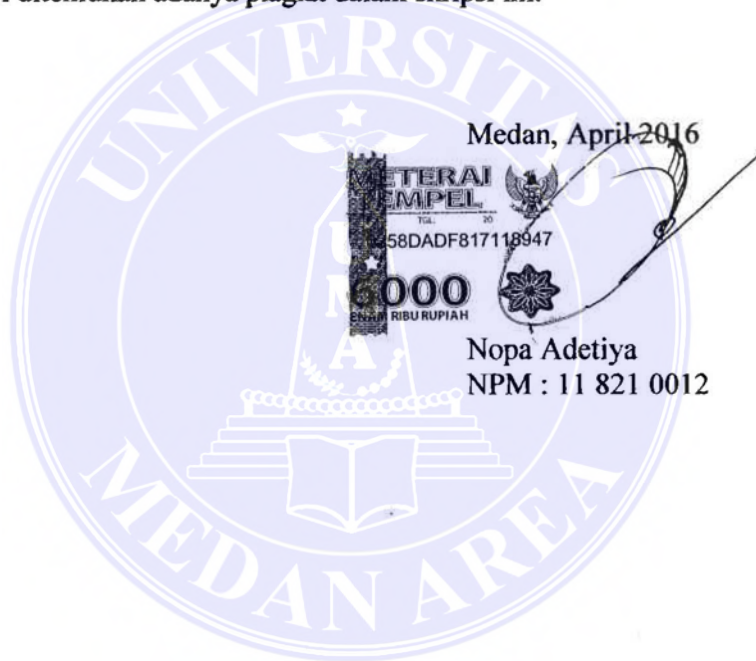
Ir. Ellen L. Panggabean, MP  
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 26 Januari 2016

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Nopa Adetiya  
NPM : 11 821 0012

## RIWAYAT HIDUP

Nopa Adetiya dilahirkan pada 12 Nopember 1992 di Aek Pamingke, Kecamatan Aek Natas, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Sumatera Utara. anak ketiga dari empat bersaudara, dari pasangan Saimin dan Asrianingsih.

Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 117859 Aek Pamingke dan Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTSN) Aek Natas, selanjutnya pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 (SMAN) Aek Natas

Pada bulan September 2011 menjadi mahasiswa pada Fakultas Pertanian Universitas Medan Area pada Program Studi Agroteknologi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Medan, April 2016

Nopa Adetiya



## ABSTRAK

Menurunnya produksi cabai merah di Sumatera Utara disebabkan oleh berkurangnya luas panen, serangan hama penyakit dan kurang tersedianya unsur hara yang ada di dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah bermikoriza dengan aplikasi biochar dan pupuk kimia. Penelitian dilakukan di Gang Metcu Desa Guru Singa Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo yang dilakukan pada tanggal 24 Mei 2015 sampai 27 November 2015. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu dosis Biochar (A) dengan 4 taraf yaitu  $A = 0$  kg biochar /  $m^2$ ;  $A_1 = 0,5$  kg biochar /  $m^2$ ;  $A_2 = 1$  kg biochar /  $m^2$ ;  $A_3 = 1,5$  kg biochar /  $m^2$ . Faktor kedua yaitu jumlah pupuk kimia (B) dengan 4 taraf yaitu  $B_0 = 0\%$  dosis anjuran;  $B_1 = 100\%$  dosis anjuran;  $B_2 = 75\%$  dosis anjuran;  $B_3 = 50\%$  dosis anjuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian biochar kendaga dan cangkang biji karet dan pupuk kimia dapat meningkatkan pertumbuhan (tinggi tanaman, diameter batang) dan produksi (jumlah buah, bobot buah) tanaman cabai merah bermikoriza.

Kata Kunci : Cabai Merah Besar, Biochar, Pupuk Kimia, FMA

## ABSTRACT

*Decreased production of red chilli in North Sumatera caused by land area, pests and diseases are less availability nutrient elements in the soil. This study aims to determine growth and yield of red chili bermikoriza with biochar and fertilizer applications. The study was conducted in the village of Gang Metcu, Singa District of Berastagi Karo performed on 24 May 2015 through 26 November 2015. The method used in this study is a Randomized Factorial design consisting of 2 factors. The first factor is the dose Biochar (A) with 4 levels ie  $A = 0$  biochar kg /  $m^2$ ; Biochar  $A_1 = 0.5$  kg /  $m^2$ ; Biochar  $A_2 = 1$  kg /  $m^2$ ; Biochar  $A_3 = 1.5$  kg /  $m^2$ . The second factor is the amount of chemical fertilizer (B) with 4 levels ie  $B_0 = 0\%$  the recommended dose;  $B_1 = 100\%$  the recommended dose;  $B_2 = 75\%$  of the recommended dose;  $B_3 = 50\%$  of the recommended dose. The results showed that the treatment provision of biochar and chemical fertilizers can increase growth (plant height, stem diameter) and production (number of fruit, fruit weight) of red pepper plant bermikoriza.*

*Key words: Big Red Chili, Biochar, Chemical Fertilizer, FMA*

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat diantaranya nikmat Iman, Rahmat, Hidayah, dan Inayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dari hasil penelitian yang berjudul :“Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Bermikoriza dengan Aplikasi Biochar dan Pupuk Kimia” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ketua komisi pembimbing ibu Dr. Ir. Suswati, MP dan ibu Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS sebagai anggota komisi pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Seluruh dosen Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada penulis hingga saat ini.
3. Rekan mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Medan Area serta teman-teman di Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Universitas Medan Area yang selalu memberikan bantuan dan dorongan moril sehingga selesainya skripsi ini.
4. Kedua orang tua saya serta abang kandung saya Fery Satria yang telah banyak memberikan bantuan materil maupun moril kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Nirwaty Ginting, selaku sahabat ibu Dr. Ir. Sumihar Hutapea, MS yang telah berkontribusi banyak sebagai pembimbing dilapangan dan

meminjamkan lahan penelitian kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang bersifat konstruktif dari pembaca guna perbaikannya.

Akhirnya, penulis berharap agar kiranya skripsi ini dapat di jadikan sebagai referensi bagi pembudidaya pertanian dan stake holder komoditi cabai merah.

Medan, April 2016





## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Hasil Penelitian.....	3
1.5. Hipotesis.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Klasifikasi Tanaman Cabai Merah ( <i>Capsicum annum L.</i> ).....	5
2.2. Deskripsi dan Morfologi Tanaman Cabai Merah.....	5
2.2.1. Akar.....	5
2.2.2. Batang.....	5
2.2.3. Daun.....	6
2.2.4. Bunga.....	6
2.3. Syarat Tumbuh Tanaman Cabai Merah.....	6
2.3.1. Iklim.....	6
2.3.2. Ketinggian Tempat.....	7
2.3.3. Tanah.....	7
2.4. Fungsi Mikoriza Arbuskular (FMA).....	7
2.5. Biochar.....	9
2.5. Pupuk Kimia.....	10
2.5.1. Pupuk Urea.....	10
2.5.2. Pupuk SP.36.....	11
2.5.3. Pupuk KCl.....	11
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2. Alat dan Bahan.....	13
3.3. Metode penelitian.....	13
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.4.1. Pembuatan Kendaga dan Cangkang Biji Karet.....	16
3.4.2. Persiapan Lahan Pembibitan.....	17
3.4.3. Pembuatan Naungan.....	17
3.4.4. Penyemai.....	17



3.4.5. Penanaman .....	18
3.4.6. Penyulaman. ....	18
3.4.7. Pengendalian Hama dan Penyakit. ....	18
3.4.8. Aplikasi perlakuan. ....	20
3.4.8.1. Biochar kendaga dan Cangkang Biji Karet. ....	20
3.4.8.2. Pupuk Kimia. ....	20
3.5. Pengamatan Parameter .....	21
3.5.1. Persentase Perkecambahan Cabai Merah.....	21
3.5.2. Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah. ....	21
3.5.3. Kolonisasi FMA .....	22
3.5.4. Produksi Tanaman Cabai Merah .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN. ....</b>	<b>24</b>
4.1. Persentase Perkecambahan Benih Cabai Merah. ....	24
4.2. Tinggi Tanaman Cabai Merah. ....	25
4.3. Diameter Batang Cabai Merah.....	32
4.4. Persentase Kolonisasi. ....	39
4.5. Intensitas Kolonisi.....	40
4.6. Jumlah Cabang Produktif Cabai Merah.....	41
4.7. Jumlah Buah Cabai Merah Per Tanaman Sampel.....	46
4.8. Bobot Buah Cabai Merah Per Tanaman Sampel. ....	51
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>56</b>
5.1. Kesimpulan. ....	56
5.2. Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

No	Judul Tabel	Halaman
3.1.	Kategori Kelas Intensitas Kolonisasi FMA.....	22
4.1.	Nilai F Hitung Tinggi Tanaman Cabai Merah Umur 14 Sampai 56 Hst Dengan Perlakuan Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Pupuk Kimia.....	26
4.2.	Rataan Tinggi Tanaman Cabai Merah umur 14 sampai 56 Hst dengan Perlakuan Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Pupuk Kimia.....	29
4.3.	Nilai F Hitung Diameter Batang Tanaman Cabai Merah Umur 14 Sampai 56 Hst dengan Perlakuan Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Pupuk Kimia.....	33
4.4.	Rataan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah Umur 14 Sampai 56 Hst dengan Perlakuan Biochar dan Pupuk Kimia.....	37
4.5.	Nilai F Hitung Jumlah Cabang Produktif Tanaman Cabai Merah dengan Perlakuan Biochar dan Pupuk Kimia.....	42
4.6.	Rataan Cabang Produktif Tanaman Cabai Merah dengan Perlakuan Biochar dan Pupuk Kimia.....	43
4.7.	Nilai F Hitung Jumlah Jumlah Buah Tanaman Cabai Merah dengan Perlakuan Biochar dan Pupuk Kimia.....	46
4.8.	Rataan Jumlah Buah Tanaman Cabai Merah dengan Perlakuan Biochar dan Pupuk Kimia.....	48
4.9.	Nilai F Hitung Jumlah Bobot Buah Tanaman Cabai Merah dengan Perlakuan Biochar dan Pupuk Kimia.....	51
4.10.	Rataan Bobot Buah Tanaman Cabai Merah dengan Perlakuan Biochar dan Pupuk Kimia.....	53

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul Gambar	Halaman
4.1.	Jumlah Benih Cabai Merah yang Berkecambah Pada Umur 7-14 Hari Setelah Semai.....	23
4.2.	Grafik Regresi Jumlah Kecambah Cabai Merah yang Hidup Umur 11 Hss Sampai 14 Hss Semai.....	24
4.3.	Rata-rata Tinggi Tanaman Cabai Merah Bermikoriza Umur 56 Hst Setelah Pemberian Berbagai Dosis Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Berbagai Dosis Pupuk Kimia .....	31
4.4.	Rata-rata Diameter Batang Tanaman Cabai Merah Bermikoriza Umur 56 Hst Setelah Pemberian Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Dosis Pupuk.....	38
4.5.	Rata-rata Persentase Kolonisasi FMA Pada Akar Tanaman Cabai Merah Pada Umur 30 dan 60 Hst .....	39
4.6.	Rata-rata Intensitas Kolonisasi FMA Pada Akar Tanaman Cabai Merah Pada Umur 30 dan 60 Hst .....	41
4.7.	Mikrokopis akar tanaman yang dikolonisasi oleh FMA.....	41
4.8.	Jumlah Cabang Cabai Merah Bermikoriza Panen Kesatu Sampai Ketiga Setelah Pemberian Berbagai Dosis Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Dosis Pupuk Kimia.....	45
4.9.	Jumlah Buah Cabai Merah Bermikoriza Akibat Perlakuan Berbagai Dosis Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Berbagai Dosis Pupuk Kimia.....	50
4.10.	Bobot Buah Cabai Merah Bermikoriza Pada Panen Kesatu Sampai Panen Ketiga Setelah Pemberian Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet dan Dosis Pupuk Kimia .....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul Lampiran	Halaman
1.	Denah Penelitian Tanaman Cabai Merah Merah.....	57
2.	Dosis Pupuk Kimia Tanaman Cabai Merah Merah.....	58
3.	Tabel Pertumbuhan Benih Tanaman Cabai Merah.....	58
4.	Data Pengamatan tinggi (cm) Tanaman Cabai Merah 14 Hst.....	59
5.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Cabai Merah 14 Hst.....	59
6.	Data Pengamatan Tinggi Tanaman Cabai Merah 21 Hst.....	60
7.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Cabai Merah 21 Hst.....	60
8.	Data Pengamatan tinggi Tanaman Cabai Merah 28 Hst.....	61
9.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Cabai Merah 28 Hst.....	61
10.	Data Pengamatan Tinggi Tanaman Cabai Merah 35 Hst.....	62
11.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Cabai Merah 35 Hst.....	62
12.	Data Pengamatan Tinggi Tanaman Cabai Merah 42 Hst.....	63
13.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Cabai Merah 42 Hst.....	63
14.	Data Pengamatan Tinggi Tanaman Cabai Merah 49 Hst.....	64
15.	Data Sidik Ragam Tinggi Tanaman Cabai Merah 49 Hst.....	64
16.	Data Pengamatan Tinggi Tanaman Cabai Merah 56 Hst.....	65
17.	Daftar Sidik Ragam Tinggi Tanaman Cabai Merah 56 Hst.....	65
18.	Data Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah 14 Hst...	66
19.	Daftar Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Cabai Merah 14 Hst	66
20.	Data Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah 21 Hst...	67
21.	Daftar Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Cabai Merah 21 Hst .....	67



22. Data Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah28 Hst...	68
23. Daftar Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Cabai Merah28 Hst	68
24. Data Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah35 Hst...	69
25. Daftar Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Cabai Merah35 Hst	69
26. Data Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah42 Hst...	70
27. Daftar Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Cabai Merah42 Hst	70
28. Data Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah49 Hst...	71
29. Daftar Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Cabai Merah49 Hst	71
30. Data Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Merah56 Hst..	72
31. Daftar Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Cabai Merah56 Hst	72
32. Data Pengamatan Pertama Cabang Produktif Tanaman CabaiMerah .....	73
33. Daftar Sidik Ragam Cabang Produktif Tanaman Cabai Merah Pengamatan Pertama.....	73
34. Data Pengamatan Kedua Cabang Produktif Tanaman Cabai Merah .....	74
35. Daftar Sidik Ragam Cabang Produktif Tanaman Cabai Merah Pengamatan Kedua .....	74
36. Data Pengamatan Ketiga Cabang Produktif Tanaman Cabai Merah	75
37. Daftar Sidik Ragam Cabang Produktif Tanaman Cabai Merah Pengamatan Ketiga .....	75
38. Data Pengamatan Jumlah Buah Tanaman Cabai MerahPanen Pertama .....	76
39. Daftar Sidik Ragam Jumlah Buah Tanaman Cabai MerahPanen Pertama .....	76
40. Data Pengamatan Jumlah Buah Tanaman Cabai MerahPanen Kedua .....	77
41. Daftar Sidik Ragam Jumlah Buah Tanaman Cabai Merah Panen	

Kedua .....	77
42. Data Pengamatan Jumlah Buah Tanaman Cabai Merah Panen Ketiga .....	78
43. Daftar Sidik Ragam Jumlah Buah Tanaman Merah Panen Ketiga ...	78
44. Data Pengamatan Bobot Buah Tanaman Cabai Merah Panen Pertama.....	79
45. Daftar Sidik Ragam Bobot Buah Tanaman Cabai Merah Panen Pertama.....	79
46. Data Pengamatan Bobot Buah Tanaman Cabai Merah Panen Pertama.....	80
47. Daftar Sidik Ragam Bobot Buah Tanaman Cabai Merah Panen Kedua .....	80
48. Data Pengamatan Bobot Buah Tanaman Cabai Merah Panen Ketiga .....	81
49. Daftar Sidik Ragam Bobot Buah Tanaman Cabai Merah Panen Ketiga .....	81
50. Foto Bahan Baku Biochar .....	86
51. Foto Tahapan Pembuatan Biochar dengan Proses Karbonisasi .....	86
52. Foto Budidaya Tanaman .....	87
53. Foto Pengamatan Intensitas dan Kolonisasi FMA pada Perakaran Tanaman Cabai Merah Dilaboratorium UMA .....	88
54. Foto Penimbangan Hasil Panen Buah Cabai Merah .....	88
55. Analisis Tanah.....	89
56. Data Curah Hujan.....	90

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Cabai merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis penting di Indonesia. Cabai mengandung zat gizi yang sangat diperlukan untuk kesehatan manusia seperti protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin dan senyawa alkaloid seperti capsaicin, flavonoid dan minyak esensial (Ardhayati, 2010).

Kebutuhan cabai merah sebagai bahan baku bumbu masakan, industri makanan dan obat-obatan terus meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Tahun 2013 permintaan buah cabai merah nasional sebesar 1,660 kg/kapita atau naik sebesar 0,43% dibandingkan tahun 2012 yang mencapai 1,653 kg/kapita (Susenas BPS, 2013).

Produksi cabai merah di Indonesia sejak tahun 2010-2013 terus mengalami peningkatan, rata-rata produksi cabai merah nasional pada tahun 2010 sebesar 807,16 ribu ton, tahun 2011 sebesar 888,85 ribu ton, tahun 2012 sebesar 954,36 ribu ton, tahun 2013 sebesar 1012,88 ribu ton. Sentra produksi tanaman cabai merah nasional adalah Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Utara dan Jawa Tengah (BPS–Statistik Indonesia 2015). Produksi cabai merah di Provinsi Sumatera Utara tahun 2013 sebesar 161,93 ribu ton. Produksi tersebut lebih rendah 17,9 % (35,47 ribu ton) dibandingkan dengan produksi tahun 2012 (197,4 ribu ton). Penurunan produksi cabai merah tersebut disebabkan oleh berkurangnya luas panen (BPS Tanaman Hortikultura Provinsi Sumatera Utara tahun 2014), serangan hama penyakit dan kurang tersedianya unsur hara di dalam tanah. Kebutuhan unsur hara di dalam tanah dapat dilakukan dengan cara pemberian pupuk kimia.



Pemberian pupuk kimia dapat memenuhi jumlah kebutuhan hara yang tidak mencukupi di dalam tanah agar produksi meningkat. Tanaman memerlukan unsur hara makro dan unsur hara mikro untuk pertumbuhannya. Unsur hara yang paling banyak dibutuhkan yaitu unsur hara makro yang terdiri dari nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), belerang atau sulfur (S), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Menurut Subhan dan Nurtika (2004), bahwa pemupukan kimia mampu meningkatkan produksi. Namun pemakaian pupuk kimia secara terus menerus berakibat buruk terhadap kualitas tanah, kondisi tanah menjadi keras, tanah menjadi rusak (Indriani, 2004), pH tanah menurun, tanah semakin miskin unsur hara makro dan mikro, tidak semua pupuk dapat diserap tanaman, terdegradasi struktur tanah dan berkurangnya mikroorganisme di dalam tanah (Reinjtjes *et al.* 1992). Hal ini menjadi permasalahan bagi petani sehingga perlu adanya teknologi inovasi yaitu dengan memanfaatkan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA).

FMA merupakan alternatif teknologi yang dikembangkan pada budidaya tanaman yang secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro. Pemanfaatan FMA dapat berkontribusi nyata terhadap peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen tular tanah dan filoplan (Hariier dan Watson. 2004), mampu meningkatkan absorpsi hara, menstimulasi pertumbuhan (Smith dan Read. 2008), meningkatkan penyerapan fosfat, meningkatkan unsur-unsur nutrisi lain seperti N, K dan Mg yang bersifat mobil (Sieverding. 1991), dan terhadap unsur-unsur mikro seperti Cu, Zn, Mn, B dan Mo (Smith and Read. 1997) serta meningkatkan kuantitas dan kualitas buah (Ortas *et al.* 2001).

Selain berbagai keuntungan penggunaan FMA terhadap tanah dan tanaman khususnya dalam penyerapan unsur hara, namun FMA juga memiliki kekurangan



yaitu tidak dapat menahan hara maupun peningkatkan kualitas tanah terhadap tanaman pada waktu yang bersamaan. Oleh karena itu, penambahan biochar menjadi alternatif dalam menahan hara yang dibutuhkan oleh tanaman serta memperbaiki kualitas tanah (Gani, 2009).

Biochar kendaga dan cangkang biji karet merupakan arang aktif berbahan baku limbah tanaman karet yang diaktivasi dengan proses kimia atau fisika sehingga memiliki daya serap yang tinggi. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif. Sifat adsorpsi ini bergantung pada luas permukaan dan besar atau volume pori-pori. Menurut beberapa penelitian, aplikasi biochar ke tanah berpotensi meningkatkan kadar C-tanah, retensi air dan unsur hara di dalam tanah, meningkatkan ketersediaan kation utama dan fosfor, meningkatkan kesuburan tanah dan mampu memulihkan kualitas tanah yang telah terdegradasi (Atkinson *et al.* 2010; Glaser *et al.* 2002).

Hasil penelitian Nisa (2010) menunjukkan bahwa tanah yang diberi perlakuan biochar 10 ton ha<sup>-1</sup> dapat menaikkan pH tanah dari 6,78 menjadi 7,40 atau naik 9,14%. Aplikasi kombinasi FMA dengan biochar kendaga dan cangkang biji karet diharapkan dapat memperbaiki ketersediaan unsur hara sehingga pertumbuhan dan produksi cabai merah dapat meningkat. Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik melakukan sebuah penelitian dengan judul pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah (*Capsicum annum L*) bermikoriza dengan aplikasi biochar dan pupuk kimia.

## 1.2. Perumusan Masalah

Menurunya produksi cabai merah di Sumatera Utara disebabkan oleh berkurangnya luas panen, serangan hama penyakit, kurang tersedianya unsur

hara dan menurunnya tingkat kesuburan tanah. Pemanfaatan FMA dan penggunaan Biochar diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan, produksi tanaman, resistensi tanaman terhadap serangan patogen, serta resisten hara di dalam tanah.

### **1.3. Tujuan Penelitian :**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah bermikoriza dengan aplikasi biochar dan pupuk kimia.

### **1.4. Manfaat Hasil Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan informasi bagi petani pembudidaya tanaman cabai merah yang membutuhkan bahwa dengan pemberian biochar dan pupuk kimia akan mempengaruhi pada pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah bermikoriza. Serta syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

### **1.5. Hipotesis**

1. Pemberian pupuk kimia dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah bermikoriza
2. Pemberian biochar dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah bermikoriza
3. Pemberian pupuk kimia yang disertai dengan pemberian biochar dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah bermikoriza

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Klasifikasi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran penting. Cabai merah dikenal dengan sebagai bahan penyedap masakan dan pelengkap berbagai menu masakan khas Indonesia. Kebutuhan akan komoditas ini semakin meningkat sejalan dengan makin bervariasinya jenis dan menu masakan yang memanfaatkan produk ini (Nawangsih *et al.* 2002).

Ada dua spesies cabai yang terkenal yaitu cabai besar atau cabai merah dan cabai kecil atau cabai rawit. Cabai yang termasuk ke dalam golongan cabai kecil adalah cabai rawit, cabai kancing, cabai udel, dan cabai yang biasanya dipelihara sebagai tanaman hias. Dan cabai yang termasuk ke dalam cabai besar atau cabai merah adalah paprika, cabai manis, dan lain-lain. (Tim Bina Karya Tani, 2009).

Sistematika dari cabai merah besar (*Capsicum annuum* L) menurut Tjitrosoepomo (2010) yaitu : Regnum : Plantae, Divisio : Spermatophyta, Subdivisio : Angiospermae, Classis : Dicotyledoneae, Subclassis : Sympetalae, Ordo : Solanaceae, Familia : Solanaceae, Genus : *Capsicum*, Species : *Capsicum Annuum* L

### 2.2. Deskripsi dan Morfologi Tanaman Cabai Merah

Secara morfologi, bagian atau organ-organ penting tanaman cabai merah adalah sebagai berikut.

#### 2.2.1. Akar

Cabai adalah tanaman semusim yang berbentuk perdu dengan perakaran akar tunggang. Sistem perakaran tanaman cabai agak menyebar, panjangnya



berkisar 25-35 cm. Akar ini berfungsi antara lain menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Harpenas, 2010).

### **2.2.2. Batang**

Batang utama cabai merah tegak dan pangkalnya berkayu dengan panjang 20-28 cm dengan diameter 1,5-2,5 cm. Batang percabangan berwarna hijau dengan panjang mencapai 5-7 cm, diameter batang percabangan mencapai 0,5-1 cm. Percabangan bersifat dikotomi atau menggarpu, tumbuhnya cabang beraturan secara berkesinambungan (Hewindati, 2006).

### **2.2.3. Daun**

Daun cabai berbentuk memanjang oval dengan ujung meruncing atau diistilahkan dengan oblongus acutus, tulang daun berbentuk menyirip dilengkapi urat daun. Bagian permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Panjang daun berkisar 9-15 cm dengan lebar 3,5-5 cm. Selain itu daun cabai merupakan Daun tunggal, bertangkai (panjangnya 0,5-2,5 cm), letaknya menyebar. Helaian daun bentuknya bulat telur sampai elips, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, petulangan menyirip, panjang 1,5-12 cm, lebar 1-5 cm, berwarna hijau (Hewindati, 2006).

### **2.2.4. Bunga**

Bunga cabai merupakan bunga tunggal, berbentuk bintang, berwarna putih, keluar dari ketiak daun (Anonim, 2007).

## **2.3. Syarat Tumbuh Tanaman Cabai Merah**

Syarat tumbuh tanaman cabai dalam budidaya tanaman cabai adalah sebagai berikut :



### 2.3.1. Iklim

Suhu berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, demikian juga terhadap tanaman cabai. Suhu udara yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai merah adalah 25-27<sup>0</sup> C pada siang hari dan 18-20<sup>0</sup> C pada malam hari (Wien 1997). Suhu malam di bawah 16<sup>0</sup> C dan suhu siang hari di atas 32<sup>0</sup> C dapat menggagalkan pembuahan (Knott dan Deanon 1970). Suhu tinggi dan kelembaban udara yang rendah menyebabkan transpirasi berlebihan, sehingga tanaman kekurangan air. Akibatnya bunga dan buah muda gugur. Pembungaan tanaman cabai merah tidak banyak dipengaruhi oleh panjang hari. Curah hujan yang tinggi atau iklim yang basah tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman cabai merah. Pada keadaan tersebut tanaman akan mudah terserang penyakit, terutama yang disebabkan oleh cendawan, yang dapat menyebabkan bunga gugur dan buah membusuk. Curah hujan yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai merah adalah sekitar 600-1200 mm per tahun. Cahaya matahari sangat diperlukan sejak pertumbuhan bibit hingga tanaman berproduksi, penyinaran yang dibutuhkan tanaman cabai antara 10-12 jam per hari.

### 2.3.2. Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat untuk penanaman cabai adalah dibawah 1400 m dpl. Berarti cabai dapat ditanam pada dataran rendah sampai dataran tinggi (1400 m dpl). Di daerah dataran tinggi tanaman cabai dapat tumbuh, tetapi tidak mampu berproduksi secara maksimal (Harpenas, 2010).

### 2.3.3. Tanah

Cabai sangat sesuai ditanam pada tanah yang datar. Dapat juga ditanam pada lereng-lereng gunung atau bukit. Tetapi kelerengan lahan tanah untuk cabai

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)20/6/24

adalah antara 0-10<sup>0</sup>. Tanaman cabai juga dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah berpasir hingga tanah liat (Harpenas, 2010).

#### 2.4. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA)

Mikoriza (*mycorrhiza*) merupakan istilah yang berasal dari bahasa latin yang berarti *myces* (cendawan) dan *rhyza* (akar). Mikoriza diartikan sebagai suatu struktur yang khas pada sistem perakaran tanaman, struktur ini terbentuk sebagai manifestasi adanya simbiosis mutualisme antara cendawan tertentu dengan sistem perakaran tanaman (Setiadi 1998). Fungi Mikoriza Arbuskular tergolong dalam kelas Glomeromycota (Smith dan Read 2008).

Berdasarkan taksonomi FMA termasuk kedalam divisi Glomeromycota, kelas Zygomycetes dengan ordo glomales. Sub ordo Gigasporineae dengan famili Gigasporaceae mempunyai dua genus yaitu Gigaspora dan Scutelospora. Glomaceae mempunyai 4 famili yaitu famili Glomaceae dengan genus Glomus, famili Acaulospora dengan genus Acaulospora dan Enterosphospora. Paraglomaceae dengan genus Paraglomus dan Arachaeosporaceae dengan genus Archaespora ( Setiadi, 2001 ; Invam, 2003).

Mekanisme hubungan antara FMA dengan akar tanaman adalah sebagai berikut, pertama-tama spora FMA berkecambah dan menginfeksi akar tanaman, kemudian di dalam jaringan akar FMA ini tumbuh dan berkembang membentuk hifa-hifa yang panjang dan bercabang. Jaringan hifa ini memiliki jangkauan yang jauh lebih luas dari pada jangkauan akar tanaman itu sendiri. Hifa FMA yang jangkauannya lebih luas ini selanjutnya berperan sebagai akar tanaman dalam menyerap air dan hara dari dalam tanah (Syah *et al.* 2007).

Fungi mikoriza mempenetrasi epidermis akar melalui tekanan mekanis dan aktivitas enzim, yang selanjutnya tumbuh menuju korteks (Pujiyanto, 2001). Pearson *et al.* 2006 menyatakan bahwa untuk terjadinya simbiosis terlebih dahulu timbul signal dari akar tanaman, sehingga menyebabkan FMA mulai melakukan penetrasi ke akar tanaman tersebut. Respon terbaik dari tanaman bermikoriza adalah dalam hal menangkap hara secara maksimal serta melakukan penyerapan hara juga secara maksimal. Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskular potensial pada lingkungan yang stres air (Kung'u *et al.* 2008).

## 2.5. Biochar

Biochar merupakan bahan padatan yang terbentuk melalui proses pembakaran bahan organik tanpa oksigen (pyrolysis) pada temperatur 250-500°C. Biochar telah terbukti bertahan dalam tanah hingga >1000 tahun dan mampu mensekuestrasi karbon dalam tanah (Lehmann, 2007). Biochar memiliki karakteristik permukaan yang besar, volume besar, pori-pori mikro, kerapatan isi, pori-pori makro, serta kapasitas mengikat air yang tinggi. Karakteristik tersebut menyebabkan biochar mampu memasok karbon. Biochar juga dapat mengurangi CO<sub>2</sub> dari atmosfer dengan cara mengikatnya ke dalam tanah (Liang *et al.* 2008).

Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan biochar antara lain struktur tanah, luas permukaan koloid, sehingga dapat menahan air dan tanah dari erosi serta mampu mengikat unsur N, Ca, K, Mg (Nabihaty, 2010). Semua bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah nyata dapat meningkatkan resistensi berbagai unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Namun, biochar lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan



dengan bahan organik lain seperti sampah dedaunan, kompos atau pupuk kandang (Gani, 2009).

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biochar adalah residu biomasa pertanian atau kehutanan, termasuk kendaga dan cangkang biji karet, tempurung kelapa, tandan kelapa sawit, tongkol jagung, sekam padi, serta bahan organik daur-ulang lainnya. Penggunaan biochar sebagai bahan pembenah tanah berbahan baku sisa-sisa hasil pertanian yang sulit terdekomposisi merupakan salah satu alternatif yang dapat ditempuh untuk peningkatan kualitas sifat fisik tanah sehingga produksi tanaman dapat ditingkatkan (Lehmann, 2007).

## 2.6. Pupuk Kimia

Pupuk kimia adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik, dan biologis, merupakan hasil industri atau pabrik pembuat pupuk (Kepmen. Pertanian, 2013). Pupuk kimia sintetis di bagi kedalam beberapa kelompok, diantaranya adalah pupuk nitrogen, pupuk fosfor dan pupuk kalium. Masing-masing kelompok memiliki beberapa jenis pupuk berdasarkan jenis sumber senyawa kimia dan kadarnya.

### 2.6.1. Pupuk Urea

Pupuk urea merupakan pupuk nitrogen yang paling mudah dipakai. Zat ini mengandung nitrogen paling tinggi (46%) di antara semua pupuk padat. Urea mudah dibuat menjadi pelet atau granul (butiran) dan mudah diangkut dalam bentuk curah maupun dalam kantong dan tidak mengandung bahaya ledakan. Zat ini mudah larut didalam air dan tidak mempunyai residu garam sesudah dipakai untuk tanaman. Kadang-kadang zat ini juga digunakan untuk pemberian makanan daun. Disamping penggunaannya sebagai pupuk, urea juga digunakan sebagai

tambahan makanan protein untuk hewan pemamah biak, juga dalam produksi melamin, dalam pembuatan resin, plastik, adhesif, bahan pelapis, bahan anti ciut, tekstil, dan resin perpindahan ion. Bahan ini merupakan bahan antara dalam pembuatan amonium sulfat, asam sulfanat, dan ftalosianina (Austin, 1997).

Peranan utama nitrogen (N) bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, khususnya batang, cabang dan daun. Selain itu, nitrogen pun berperan penting dalam pembentukan hijau daun yang sangat berguna dalam proses fotosintesis (Pinus Lingga & Marsono, 2007).

### 2.6.2. Pupuk SP.36

Pupuk SP-36 merupakan pupuk pilihan terbaik untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan unsur hara P karena keunggulan yang dimilikinya seperti kandungan hara P dalam bentuk  $P_2O_5$  tinggi yaitu sebesar 36%, unsur hara P yang terdapat dalam pupuk SP-36 hampir seluruhnya larut dalam air, bersifat netral sehingga tidak mempengaruhi kemasaman tanah, tidak mudah menghisap air, sehingga dapat disimpan cukup lama dalam kondisi penyimpanan yang baik dan dapat dicampur dengan pupuk urea pada saat penggunaan (Anonim, 2002).

Peranan fosfor (P) bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda. Selain itu, fosfor berfungsi sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein tertentu, membantu asimilasi dan pernafasan, serta mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah (Pinus Lingga & Marsono, 2007).

### 2.6.3. Pupuk KCl

Pupuk kalium khlorida (KCl) mengandung 45 %  $K_2O$  dan khlor, beraksi agak asam dan bersifat higroskopis. Fungsi utama kalium (K) ialah membantu

pembentukan protein dan karbohidrat. Kalium pun berperan dalam memperkuat tubuh tanaman agar daun, bunga, dan buah tidak mudah gugur. Yang tak bisa dilupakan ialah kalium pun merupakan sumber kekuatan bagi tanaman dalam menghadapi kekeringan dan penyakit. (Pinus Lingga & Marsono, 2007).





### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Gang Mercu Desa Guru Singa Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo yang dilakukan mulai tanggal 24 Mei 2015 sampai Oktober 2015.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cangkul, parang, paranet 50%, bambu, tali plastik alat tulis dan lain-lain. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan antara lain: benih cabai merah varietas gada F1, biochar kendaga dan cangkang biji karet (Hasil penelitian Hutapea dkk, 2015), pupuk Urea, pupuk SP.36, pupuk KCl dan Fungi Mikoriza Arbuskular (Koleksi Dr.Ir.Suswati.MP).

#### 3.3. Metode penelitian

Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu dosis Biochar (A) dengan 4 taraf yaitu  $A_0 = 0 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$ ;  $A_1 = 0,5 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$ ;  $A_2 = 1 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$ ;  $A_3 = 1,5 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$ . Faktor kedua yaitu jumlah pupuk kimia (B) dengan 4 taraf yaitu  $B_0 = 0\%$  dosis anjuran;  $B_1 = 100\%$  dosis anjuran;  $B_2 = 75\%$  dosis anjuran;  $B_3 = 50\%$  dosis anjuran. Jumlah pupuk kimia yang diberikan berdasarkan rekomendasi budidaya tanaman cabai merah (Lampiran 2).

1. Perlakuan dosis biochar ( B ) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu :

$$A_0 = 0 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$$

$$A_1 = 0,5 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$$

$$A_2 = 1 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$$

$$A_3 = 1,5 \text{ kg biochar} / \text{m}^2$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/6/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)20/6/24



Jumlah tanaman sampel per plot = 2

Jumlah tanaman sampel seluruhnya = 64

Metode analisis data yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan rumus sebagai berikut :

$Y_{ijk} = \mu_0 + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$ , dimana :

$Y_{ijk}$  = Hasil pengamatan dari plot percobaan yang mendapat perlakuan faktor ke I taraf ke-j dan faktor ke II taraf ke-k serta di tempatkan di ulangan ke i.

$\mu_0$  = Pengaruh nilai tengah (NT)/ rata-rata umum

$\rho_i$  = Pengaruh kelompok ke- I

$\alpha_j$  = Pengaruh taraf I ke-j

$\beta_k$  = Pengaruh faktor II taraf ke-k

$(\alpha\beta)_{jk}$  = Pengaruh kombinasi perlakuan antara faktor I taraf ke- j dan faktor II taraf ke-k

$\varepsilon_{ijk}$  = Pengaruh galat akibat faktor I taraf ke-j dan faktor II taraf ke-k yang di tempatkan pada kelompok ke-i

Apabila hasil penelitian ini berpengaruh nyata, maka dilakukan pengujian lebih lanjut( Gomez dan Gomez, 2005).

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Pembuatan Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet

Pembuatan biochar kendaga dan cangkang biji karet dilakukan dengan beberapa tahapan ( Hutapea, dkk. 2015).



#### a. Persiapan bahan

Kendaga dan cangkang biji karet yang berasal dari Kebun Percobaan Balai Penelitian Sungei Putih di kumpulkan serta dikeringkan terlebih dahulu sampai kadar airnya mencapai 12% untuk mengurangi kadar airnya dilakukan dengan penjemuran sinar matahari.

#### b. Pengarangan/Karbonasi

Proses karbonasi adalah proses penguraian selulosa menjadi unsur karbon dan pengeluaran unsur-unsur nonkarbon yang berlangsung pada suhu 600-700 °C (Kienle 1986). Kendaga dan cangkang biji karet ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam tungku pengarangan dari drum bekas yang telah dimodifikasi. Sebelum pengarangan, pada lantai drum diberi bahan bakar seperti daun kering, jerami, sabut kelapa, disebar secara merata dan dituangkan minyak tanah lalu dibakar dan ini merupakan sumber bahan bakar dalam tabung pirolisis yang telah di modifikasi. Selanjutnya dilakukan pembakaran kendaga dan cangkang biji karet secara bertahap sampai tabung pirolisis penuh dengan bahan baku yang akan di karbonisasi. Proses pengarangan berlangsung setelah asap dalam tabung pirolisis bertambah dan kemudian tabung pirolisis ditutup agar oksigen pada ruang pengarangan serendah-rendahnya sehingga diperoleh hasil arang yang baik. Proses pengarangan berlangsung  $\pm$  8 jam. Setelah pengarangan selesai, arang kemudian digiling dan di saring dengan saringan 40 mesh kemudian dilakukan aktivasi.

#### c. Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan dengan cara aktivasi fisika dan kimia (Sudrajat, dkk. 2005) yang dimodifikasi. Pada aktivasi kimia, arang dalam bentuk serbuk



direndam dalam larutan asam klorida selama 24 jam, dengan masing-masing konsentrasi sesuai dengan perlakuan ( $K_0 = 0\%$ ,  $K_1 = 5\%$ ,  $K_2 = 10\%$ ,  $K_3 = 15\%$ ,  $K_4 = 20\%$ ). Setelah selesai perendaman kemudian ditiriskan lalu dilanjutkan dengan aktivasi fisika yaitu pemanasan dengan waktu suhu masing-masing perlakuan (30, 60 dan 90 menit). Kemudian arang aktif yang sudah dihasilkan dicuci sampai pH netral dan dikeringkan kembali dalam oven dengan suhu  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Arang aktif kemudian dianalisis untuk mengetahui karakteristik arang aktif tersebut. Biochar terbaik hasil analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah aktivasi dalam perendaman KCl konsentrasi 10% dan waktu aktivasi selama 60 menit pada temperatur  $120^{\circ}\text{C}$  (Hutapea, dkk.2015).

### 3.4.2. Persiapan Lahan Pembibitan

Lokasi pembibitan dibersihkan dari berbagai jenis gulma, akar-akar tanaman, kayu, semak dan kotoran lainnya, kemudian lahan diratakan dengan menggunakan cangkul. Lahan telah dibersihkan diratakan dengan membentuk bedengan. Tiap bedengan dibuat parit drainase untuk mencegah penggenangan air di areal penelitian dengan lebar parit antar bedengan 50 cm.

### 3.4.3. Pembuatan Naungan

Untuk menghindari bibit dari terpaan air hujan dan sinar matahari perlu di buat naungan. Naungan dibuat dari bambu dengan atap paranet 50 % yang berukuran tinggi 100 cm di sebelah timur dan 50 cm di sebelah barat.

### 3.4.4. Penyemaian

Penyemaian benih cabai merah dilakukan di dalam polybeg ukuran kecil (8x9 cm) yang berisi campuran tanah dan kompos (2:1). Tambahkan FMA dengan cara memasukkan 5 gram mokulat (campuran media tanam pasir, patogen yang

bermikoriza dan spora FMA) ke setiap polibeg, lalu tutupi dengan lapisan tanah tipis, setelah itu masukkan benih cabai merah dan tutup kembali dengan lapisan tanah setebal 0,5 cm.

### 3.4.5. Penanaman

Bibit tanaman cabai merah dipindah tanam ke kelapangan yakni plot penelitian yang sudah disiapkan berumur 4 minggu dengan jarak dan lubang tanam 60 cm x 60 cm pada kedalaman 5- 15 cm, kemudian ditutup dengan tanah (Cahyono, 2014).

### 3.4.6. Penyulaman

Cara penyulaman adalah dengan mengganti tanaman yang mati/tumbuh abnormal dengan tanaman baru. Penyulaman dilakukan pada minggu pertama dan minggu kedua setelah pindah tanam. Penyulaman dilakukan pada pagi atau sore hari saat matahari tidak terlalu terik dan suhu udara tidak terlalu panas.

### 3.4.7. Pengendalian Hama dan Penyakit

Hama yang menyerang tanaman cabai merah di lokasi penelitian adalah :  
(1) Ulat Grayak (*Spodoptera litura*), hama ulat grayak ini merusak pada musim kemarau dengan cara memakan daun mulai dari bagian tepi hingga bagian atas maupun bagian bawah daun cabai merah. Serangan hama ulat grayak ini mengakibatkan daun-daun tanaman cabai merah berlubang secara tidak beraturan sehingga menyebabkan proses fotosintesis terhambat. Pengendalian hama ulat grayak ini dilakukan dengan cara menyemprotkan insektisida Dupont Lannate berbahan aktif metomil 40% yang sudah dicampurkan dengan air mineral pada sore hari. (2) Kutu Daun (*Myzus persicae*), hama kutu daun ini menyerang tanaman cabai merah dengan cara menghisap cairan daun, pucuk, tangkai bunga,



dan bagian tanaman lainnya. Serangan berat menyebabkan daun-daun melengkung, keriting belang-belang kekuningan (klorosis) dan akhirnya rontok sehingga produksi cabai menurun. Pengendalian hama kutu daun ini dilakukan dengan cara menyemprotkan Winder 100 berbahan aktif Imidakloprid 100 g/l pada pagi hari. (3) Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis*), hama lalat buah betina ini menyerang tanaman cabai merah dengan cara menusuk buah menggunakan ovipositornya untuk meletakkan telurnya dalam lapisan epidermis. Setelah telur menetas, larva akan menggerek buah dan menyebabkan buah membusuk dibagian dalam. Pengendalian hama lalat buah ini dilakukan dengan cara mengoleskan Rongit (perekat lalat buah) ke tempat air mineral, kemudian perekat lalat buah diletakkan diluar areal penelitian.(4) Hama Thrips (*Thrips sp*), hama thrips ini menyerang tanaman cabai merah dengan cara mengisap cairan tanaman pada daun muda dan bunga. Serangan hama ini menyebabkan daun menjadi coklat, mengeriting atau keriput dan akhirnya menjadi kering. Pengendalian hama kutu daun ini dilakukan dengan cara menyemprotkan Samite 135 bahan aktif Piridaben 135 g/l pada pagi hari.

Selain hama, penyakit juga menyerang tanaman cabai merah di lokasi penelitian yaitu : (1) Penyakit Bercak Daun (*Cercospora capsici*), cendawan ini merusak daun dan menyebabkan timbul bercak bulat kecil kebasahan. Pengendalian penyakit bercak daun ini dilakukan dengan cara menyemprotkan Delsene MX-80 wp berbahan aktif Karbendazim 6,2%, Mankojeb 73,8% yang sudah dicampur dengan air pada pagi hari. (2) Busuk Phytophthora (*Phytophthora capsici*), cendawan ini hidup dibatang tanaman cabai merah, menyebabkan busuk batang dengan warna cokelat hitam. Pengendalian penyakit busuk pytophthora ini

dan bagian tanaman lainnya. Serangan berat menyebabkan daun-daun melengkung, keriting belang-belang kekuningan (klorosis) dan akhirnya rontok sehingga produksi cabai menurun. Pengendalian hama kutu daun ini dilakukan dengan cara menyemprotkan Winder 100 berbahan aktif Imidakloprid 100 g/l pada pagi hari. (3) Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis*), hama lalat buah betina ini menyerang tanaman cabai merah dengan cara menusuk buah menggunakan ovipositornya untuk meletakkan telurnya dalam lapisan epidermis. Setelah telur menetas, larva akan menggerek buah dan menyebabkan buah membusuk dibagian dalam. Pengendalian hama lalat buah ini dilakukan dengan cara mengoleskan Rongit (perekat lalat buah) ke tempat air mineral, kemudian perekat lalat buah diletakkan diluar areal penelitian.(4) Hama Thrips (*Thrips sp*), hama thrips ini menyerang tanaman cabai merah dengan cara mengisap cairan tanaman pada daun muda dan bunga. Serangan hama ini menyebabkan daun menjadi coklat, mengeriting atau keriput dan akhirnya menjadi kering. Pengendalian hama kutu daun ini dilakukan dengan cara menyemprotkan Samite 135 bahan aktif Piridaben 135 g/l pada pagi hari.

Selain hama, penyakit juga menyerang tanaman cabai merah di lokasi penelitian yaitu : (1) Penyakit Bercak Daun (*Cercospora capsici*), cendawan ini merusak daun dan menyebabkan timbul bercak bulat kecil kebasahan. Pengendalian penyakit bercak daun ini dilakukan dengan cara menyemprotkan Delsene MX-80 wp berbahan aktif Karbendazim 6,2%, Mankojeb 73,8% yang sudah dicampur dengan air pada pagi hari. (2) Busuk Phytopthora (*Phytopthora capsici*), cendawan ini hidup dibatang tanaman cabai merah, menyebabkan busuk batang dengan warna cokelat hitam. Pengendalian penyakit busuk pyitoptora ini

dilakukan dengan cara menyemprotkan Delsene MX-80 wp berbahan aktif Karbendazim 6,2%, Mankojeb 73,8% yang sudah dicampur dengan air pada pagi hari.

### **3.4.8. Aplikasi Perlakuan**

#### **3.4.8.1. Biochar Kendaga dan Cangkang Biji Karet**

Biochar dari kendaga dan cangkang biji karet diaplikasikan pada plot penelitian sesuai dengan jumlah yang telah ditetapkan yaitu ( 1,5 kg/m<sup>2</sup>, 1 kg/m<sup>2</sup> dan 0,5 kg/m<sup>2</sup> ). Biochar disebarakan disekitar lubang tanam secara merata lalu dicampur dengan tanah.

#### **3.4.8.2. Pupuk Kimia**

Aplikasi pupuk kimia dilakukan secara bertahap sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman cabai merah. Dosis pupuk yang digunakan sesuai dengan perlakuan yang sudah ditentukan yaitu 100% dari dosis anjuran pupuk kimia ( 19,99 g Urea/m<sup>2</sup>, 22,49 g SP.36/m<sup>2</sup>, 15,69 g KCl/m<sup>2</sup> ), 75% dari dosis anjuran pupuk kimia ( 14,98 g Urea/m<sup>2</sup>, 16,87 g SP.36 /m<sup>2</sup>, 11,77 g KCl/m<sup>2</sup> ) dan 50% dari dosis anjuran pupuk kimia ( 9,98 g Urea/m<sup>2</sup>, 11,24 g SP.36/m<sup>2</sup>, 7,84 g KCl/m<sup>2</sup> ). Pemupukan pertama dilakukan 30 hari setelah tanam dengan 20 % kebutuhan pupuk urea, SP.36 dan KCl, pupuk yang diberikan disesuaikan dengan dosis pemupukan yang telah ditentukan. Pemupukan kedua dilakukan 60 hari setelah tanam dengan 30 % kebutuhan pupuk urea, SP.36 dan KCl, pupuk yang diberikan disesuaikan dengan dosis pemupukan yang telah ditentukan. Pemupukan ketiga dilakukan 90 hari setelah tanam dengan 50 % kebutuhan pupuk urea, SP.36 dan KCl, pupuk yang diberikan disesuaikan dengan dosis pemupukan yang telah ditentukan (Cahyono, 2014) lihat lampiran 2.



### **3.5. Pengamatan Parameter**

#### **3.5.1. Persentase Perkecambahan Cabai Merah**

Pengamatan parameter persentase perkecambahan cabai merah dilakukan dengan menghitung benih yang hidup dari sejumlah benih yang di semai mulai hari ke 7 Hss sampai hari ke 14 Hss.

$$\text{Persentase hidup} = \frac{\text{Jumlah benih yang hidup}}{\text{Jumlah benih yang disemaikan}} \times 100 \%$$

#### **3.5.2. Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah**

##### **3.5.2.1. Tinggi Tanaman**

Pengamatan tinggi tanaman cabai merah dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari leher akar hingga pucuk apikal tanaman. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan setiap minggu dengan menggunakan meteran. Pengamatan tinggi tanaman mulai dilakukan pada saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam (Hst) hingga tanaman berumur 56 Hst ( 7 kali pengamatan).

##### **3.5.2.2. Diameter Batang**

Pengamatan diameter batang tanaman cabai merah dilakukan dengan mengukur diameter batang dengan cara mengukur lingkaran batang tanaman. Pengamatan diameter batang dilakukan setiap minggu dengan menggunakan jangka sorong. Pengamatan diameter batang mulai dilakukan pada saat tanaman berumur 14 Hst hingga tanaman berumur 56 Hst ( 7 kali pengamatan).

##### **3.5.2.3. Jumlah Cabang Produktif (cabang)**

Pengamatan cabang produktif cabai merah dilakukan pada cabang yang menghasilkan produksi. Jumlah cabang produktif dihitung pada saat panen

pertama sampai panen ke tiga. Jumlah cabang produktif dihitung untuk mengetahui jumlah cabang yang berkaitan dengan produksi tanaman cabai.

### 3.5.3. Kolonisasi FMA

#### 3.5.3.1. Persentase Kolonisasi FMA

Pengamatan persentase kolonisasi dilakukan pada saat tanaman cabai merah berumur 30 dan 60 Hst. Pengamatan kolonisasi dilakukan dengan bantuan mikroskop binokuler kemudian dihitung kolonisasi dengan menggunakan rumus

$$\% \text{ kolonisasi akar} = \frac{\Sigma \text{ bidang pandang tanda (+)} \times 100\%}{\Sigma \text{ bidang pandang keseluruhan}}$$

#### 3.5.3.2. Intensitas Kolonisasi

Pengamatan intensitas kolonisasi dilakukan pada saat tanaman berumur 30 dan 60 Hst. Pengamatan intensitas kolonisasi diamati pada akar yang telah dipreparasi (pengamatan ini dilakukan bersamaan dengan pengamatan persentase kolonisasi FMA). Intensitas kolonisasi dihitung dengan rumus :

$$\% I = \frac{(95n_5 + 75n_4 + 30n_3 + 5n_2 + n_1)}{N}$$

I = Persentase intensitas kolonisasi FMA

N = Jumlah keseluruhan akar yang diamati

N<sub>1-5</sub> = Jumlah kolonisasi yang ditentukan kelas % intensitas kolonisasi

Tabel 3.1. Kategori Kelas Intensitas Kolonisasi FMA

Kategori Kelas Intensitas Kolonisasi FMA		
Kelas	Skor	Keterangan
0	0%	Tidak terkolonisasi
1	1%	Terkolonisasi sedikit
2	5-10%	Terkolonisasi
3	11-50%	Terkolonisasi
4	51-90%	Terkolonisasi
5	>90%	Terkolonisasi

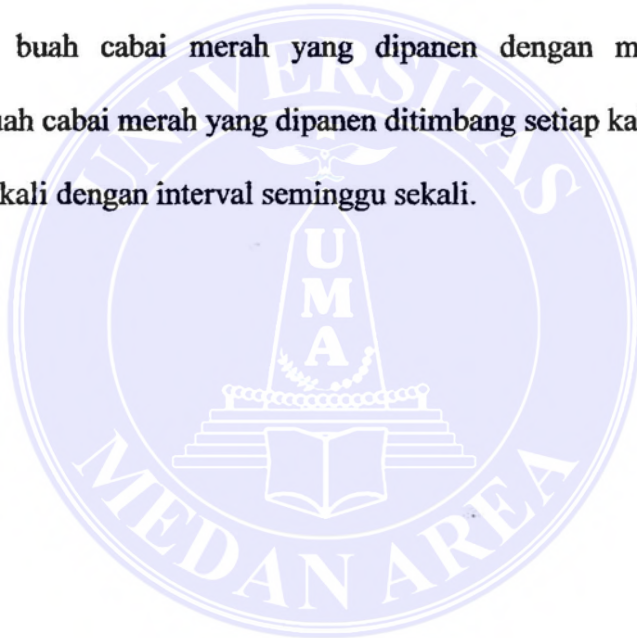
### **3.5.4. Produksi Tanaman Cabai Merah**

#### **3.5.4.1. Jumlah Buah Cabai Merah Per Tanaman Sampel**

Pengamatan jumlah buah cabai merah dilakukan pertanaman sampel dengan menghitung buah cabai merah per tanaman. Jumlah buah pertanaman dihitung setiap panen. Panen dilakukan sebanyak 3 kali dengan interval seminggu sekali. Kriteria panen adalah bila buah cabai merah yang sudah berwarna merah.

#### **3.5.4.2. Bobot Buah Cabai Merah Per Tanaman Sampel**

Pengamatan bobot buah cabai merah per tanaman dilakukan dengan menimbang berat buah cabai merah yang dipanen dengan menggunakan timbangan. Bobot buah cabai merah yang dipanen ditimbang setiap kali panen dan dilakukan sampai 3 kali dengan interval seminggu sekali.





## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Pemberian pupuk kimia Urea, SP.36 dan KCl mampu meningkatkan pertumbuhan (tinggi tanaman, diameter batang) dan produksi (jumlah buah, bobot buah) tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L) bermikoriza.
2. Pemberian biochar kendaga dan cangkang buji karet mampu meningkatkan pertumbuhan (tinggi tanaman, diameter batang, cabang produktif dan produksi (jumlah buah, bobot buah) tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L) bermikoriza.
3. Interaksi pemberian biochar kendaga dan cangkang biji karet dan pupuk kimia Urea, SP.36 dan KCl memberikan pengaruh yang tidak nyata baik pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L)

### 5.2. Saran

1. Disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan biochar kendaga dan cangkang biji karet di lokasi yang berbeda dengan perlakuan yang sama, sehingga dapat diketahui bagaimana respon tanaman terhadap perlakuan biochar kendaga dan cangkang biji karet dan pupuk kimia yang diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2002. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.*
- Anonim.2007. *Cabai Merah*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Cabai>. Diakses Tanggal 18 April 2015.
- Ardhayani, S.T. 2010. *Pemodelan Angka Kematian Bayi dengan Pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression di Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Atkinson, C.J., J.D. Fitzgerald, N.A. Hips. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and Soil*, 337, 1-18.
- Austin,J.L.1976. *How To do Thingswith words*. Great Britain: J.W. Arrow Smith Ltd,bristol.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Indonesia*. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. Propinsi Sumatera Utara Dalam Angka 2014. BPS. Sumatera Utara.
- Badan Pusat Statistik. Survei Sosial Ekonomi Nasional, Pengeluaran untuk Konsumsi Penduduk Indonesia tahun 1993 sampai dengan tahun 2013. Jakarta.
- Brundrett M, Bougher N, Dell B, Grove T & Malajczuk N. 1996. *Working with Micorrhizas in Forestry and Agriculture*. ACIAR. Canberra.
- Cahyono Bambang. 2014.Rahasia Budidaya Cabai Merah Besar Dan Keriting Secara Organik Dan Anorganik. Jakarta.27-79.
- Chan KY, Xu Z (2009) Biochar: nutrient properties and their enhancement. In: Lehmann J, Joseph S (eds) *Biochar for environmental management*. Earthscan, London, pp 67–84
- Cumming, R.J. and J. Ning. 2003, Arbuscular mycorrhizal fungi enhance aluminium resistance of broomsedge (*Andropogon virginicus* L.). *J. Exp. Bot.* 54: 1447-1459.
- Gani, A., 2009. Biochar Penyelamat Lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol. 31, No. 6.
- Gardner *et al.* (1991) Gardner FP, Pearce RB, and Mitchell RL. 1991. *Physiology of Crop Plants*.Diterjemahkan oleh H.Susilo. Jakarta.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 30/6/24



Hardjowigeno (1995) Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Akademika pressindo. Jakarta

Harpenas. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Harrier LA, Watson CA. 2004. The potensial role of arbuskular mycorrhiza (AM) fungi in the bioprotection of plans against soil-borne pathogens in organic an/or other sustainable farming system *Pest Manage.Sci.*60 (2): 149-157.

Hewindati. 2006. *Hortikultura*. Universitas Terbuka. Jakarta.

Hutapea, S, Ellen L.P, Andy.W. 2015. Pemanfaatan Biochar Dari Kendaga Dan Cangkang Biji Karet Sebagai Bahan Ameliorasi Organik Pada Lahan Hortikultura di Kabupaten Karo Sumatera Utara .Laporan penelitian Hibah Bersaing, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Jakarta.(Tidak dipublikas).

Indriani ,Y.H.,2004. *Membuat Kompos Secara Kilat*, Penebar Swadaya, Jakarta.

Kanno, T., M. Saito, Y. Ando, M. C.M. Macedo, T. Nakamura and C.H.B. Miranda. 2006. Importance of indigenous arbuscular mycorrhiza for growth and phosphorus uptake in tropical forage grasses growing on an acid soil, infertile soil from the Brazilian savannas. *Trop. Grasslands* 40: 94-101.

Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2013. Pupuk Organik dan Anorganik. <http://deptan.go.id>. Diakses tanggal 23 April 2015.

Knott, J.E. and J.R. Deanon. 1970. Vegetable production in Southeast Asia. Univ. of Phillipines College of Agricultural College. Los Banos, Laguna, Phillipines. P : 97-133.

Kung'u J B., Lasco R D., Delacruz LU., Delacruz RE. dan Tariq H. 2008. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (vam) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of *Senna spectabilis*. *Pak. J. Bot.*, 40(5): 2217-2224, 2008.

Lehmann, J., 2007. Bioenergy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment* Vol. 5, Hal: 381—387.

Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, S. Sohi, J.E. Thies, J.O. Skjemstad, F.J. Luizao, M.H. Engelhard, E.G. Neves, and S. Wirick. 2008. Stability of Biomass-derived Black Carbon in Soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72: 6096-6078.

Lingga, P. 2004. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Lingga, P. Dan Marsono, 2007. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Edisi Revisi Universitas Medan Area. Hal : 89.



- Nabihaty, F. 2010. Pemanfaatan Limbah Pertanian Untuk Membuat Biochar. <http://smarttien.blogspot.com/2010/11/pemanfaatan-limbah-pertanian-untuk.html>. Diakses tanggal 20 April 2015.
- Nawangsih, A. A., Heri, Agung, 2002. *Cabai Hot Beauty*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nisa, K., 2010. Pengaruh Pemupukan NPK dan Biochar Terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara Dan Hasil Tanaman Padi Sawah. *Thesis*. Banda Aceh: Universitas Syiah kuala.
- Novizan.2007. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agromedia Pustaka.Jakarta.
- Nurhalimah, S., S, Nurhatika, A ,Muhibbudin.2014.Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) indogenous pada tanah regosol di Pamekasan Madura. *Jurnal Sains dan Seni Pamits* 3(1): 30-34
- Nyakpa, M.Y. 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Ortas I, Ortakci D and Kaya Z. 2002. Various mycorrhizal fungi propageted on different hosts have different effect on citrus growth and nutrient uptake. *Com.Soil Sci. Plant Anal.*33: 259-279.
- Pearson FE., Mendoza IM., Meyer ML., Weidman S., Harrison M. 2006. *ArbuscularMycorrhiza. Medicago truncatula Handook*.
- Pujiyanto. 2001. Pemanfatan Jasad Mikro, Jamur Mikoriza dan Bakteri Dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia: Tinjauan Dari Perspektif Falsafah Sains.Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Reijntjes, C., Bartus, H., dan Water-Bayer. 1992. *Pertanian Masa Depan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Roslani,R. dan N. Sumarni (2009).Pemanfaatan Mikoriza dan Aplikasi Pupuk Anorganik Pada Tanaman Cabai Merah dan Kubis di Dataran Tinggi.
- Rosmarkam dan Yuwono (2002) Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius, Yogyakarta.
- Salisbury, F.B., dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi tumbuhan. Jilid 1 *Terjemahan* Diah R. Lukman dan Sumaryo. ITB, Bandung.
- Setiadi Y. 1997. The Potensial Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Reforestation in Indonesia. In *Proceeding of International Conference on Mycorrhizas in Sustainable Tropical Agriculture and Forest Ecosystems*. Bogor.Indonesia,October 27-30,1997.
- Setiadi, 1998. *Prospek Pengembangan Mikoriza Untuk Rehabilitasi Lahan Kritis*.

Disampaikan dalam Pelatihan Alih Teknologi Mikoriza di Pusat Pengembangan Jati (*Teak Center*), Cepu, Perum Perhutani 23-35 November, 1998.

Smith SE dan Read . 1997. *Mycorrhizae symbiosis*. Academic press. Harcourt brace & Company , Publisher, UK. pp.605.

Smith SE dan Read DJ. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis* Third edition. New York: Academic Press.

Subhan dan Nurtika. 2004. Penggunaan Pupuk Fosfat, Kalium dan Magnesium Pada Tanaman Bawang Putih Dataran Tinggi. *Ilmu Pertanian* 11: 58-6

Sutedjo, M. M. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta : PT. Rienka Cipta.

Syah MJA., Was I., dan Herizal Y. 2007. Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula untuk memacu pertumbuhan bibit manggis. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. *J Sinar Tani* Ed: 24 – 30 Oktober 2007.

Tjitrosoepomo. 2010. *Morfologi Tumbuhan*. Cet. Ke. 17. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 268 Hal.

Vigo C, Norman JR & Hooker JE. 2000. Biokontrol of the Phatogen *Phytophthora parasitica* by arbuscular mycorrhizal fungi in roots. *Physiologia Plantarum* 125:393-404..

Wien, H.C. 1997. *The physiology of vegetable crops*. Cab. International.

Wiryanta (2002) Wiryanta, B. T. W. 2002. *Bertanam Tomat*. Agromedia Pustaka, Jakarta. 100 hal