

**PENGARUH KADAR AIR TANAH DAN PEMUPUKAN $MgSO_4$
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN
STROBERI (*Fragaria x ananassa* Duch.)**

Oleh:

VESTA ROOSA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**PENGARUH KADAR AIR TANAH DAN PEMUPUKAN $MgSO_4$
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN
STROBERI (*Fragaria x ananassa* Duch.)**

**OLEH
VESTA ROOSA
145040201111149**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2018

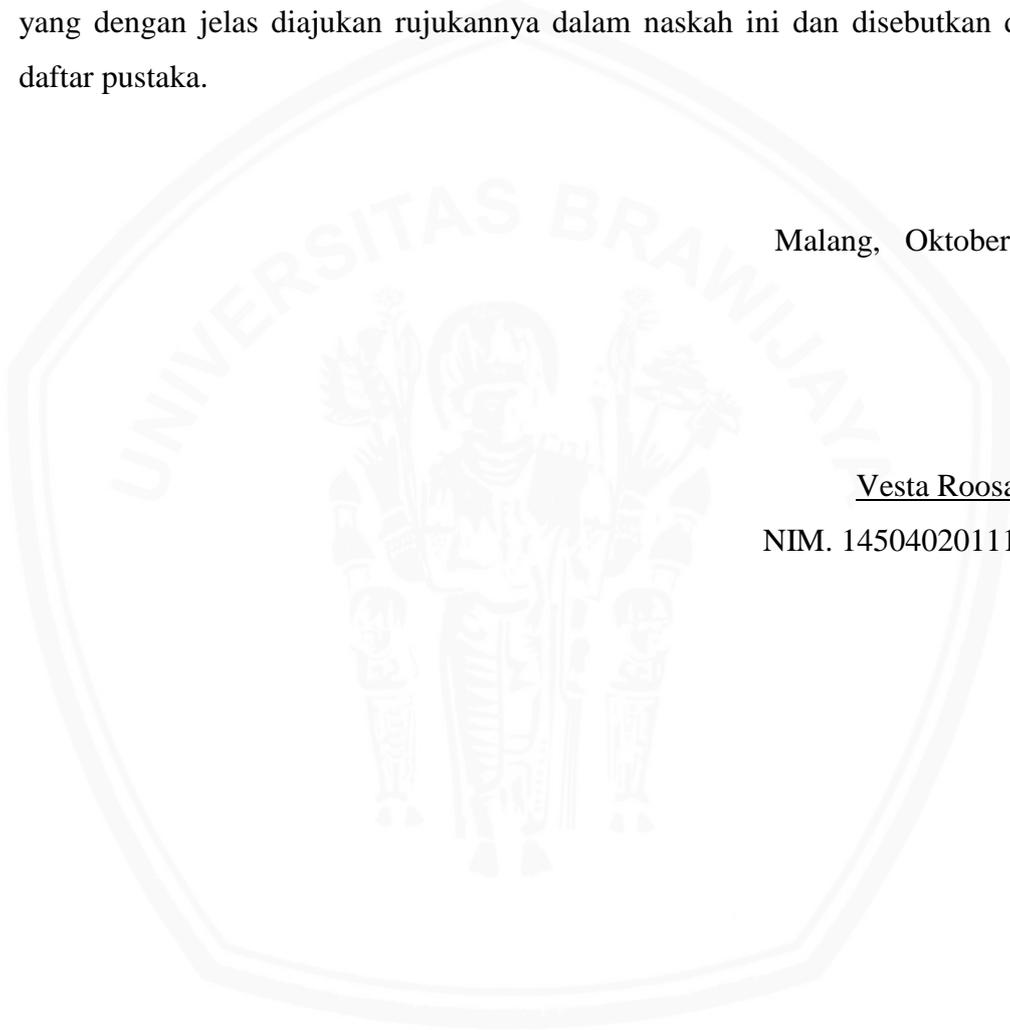
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas diajukan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Oktober 2018

Vesta Roosa

NIM. 145040201111149



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pengaruh Kadar Air Tanah Dan Pemupukan MgSO₄ Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.)**

Nama : Vesta Roosa

NIM : 145040201111149

Minat : Budidaya Pertanian

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Anna Satyana Karyawati, SP., MP.
NIP. 197106242000122001

Deffi Armita, SP.,MS.,MP.
NIP. 198608242012122002

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Ir. Koesriharti, MS.
NIP. 195808301983032002

Deffi Armita, SP.,MS.,MP.
NIP. 198608242012122002

Penguji III

Ketua Majelis Penguji

Dr. Anna Setyana Karyawati, SP., MP.
NIP. 197106242000122001

Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si.
NIP. 197011181997022001

Tanggal Lulus:



RINGKASAN

VESTA ROOSA. 145040201111149. Pengaruh Kadar Air Tanah Dan Pemupukan $MgSO_4$ Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) Di bawah bimbingan Dr. Anna Satyana Karyawati, SP., MP., sebagai dosen pembimbing utama, Deffi Armita, SP.,MS.,MP., sebagai dosen pembimbing pendamping.

Buah stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) adalah buah-buahan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dengan kandungan gizi buah yang tinggi. Pertumbuhan dan kualitas tanaman stroberi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pemberian nutrisi dan ketersediaan air di dalam media tanam. Sehingga salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas stroberi yaitu dengan memperbaiki pengelolaan teknik budidaya tanaman khususnya nutrisi dan air di dalam media tumbuh.

Penambahan nutrisi melalui pemupukan diharapkan mampu meningkatkan produktivitas buah stroberi dan kandungan gizi buah di dalamnya. Selain kebutuhan nutrisi, ketersediaan air diperlukan oleh tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan biologisnya. Kadar air tanah dapat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman stroberi yaitu terhadap kelembaban tanah yang selanjutnya akan mempengaruhi proses secara optimal pada kadar lengas tanah sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Maka, kedua faktor tersebut penting dan saling menunjang dalam peningkatan produksi dan kualitas tanaman stroberi. Ketersediaan Mg di dalam tanah salah satunya dipengaruhi kadar air tanah, karena peranan air yang menguntungkan di dalam tanah adalah sebagai pelarut dan pembawa ion-ion hara dari rhizosfer ke dalam akar tanaman. Sedangkan magnesium sulfat atau biasa dikenal dengan kieserit termasuk ke dalam kelompok pupuk Mg yang sukar larut dalam air dan bersifat asam. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian pupuk $MgSO_4$ dan pengaruh kadar air tanah terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman stroberi, serta untuk mendapatkan dosis $MgSO_4$ dan persentase kadar air tanah yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman stroberi.

Penelitian ini dilaksanakan di rumah plastik Dusun Pandan, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada bulan April 2018 sampai Agustus 2018. Letak Desa Pandanrejo dari pusat kota batu sekitar ± 6 kilometer dan ± 24 kilometer dari Kota Malang dengan ketinggian 680-1.200 meter dari permukaan laut serta memiliki suhu udara rata-rata 15-19 °C. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor yaitu kadar air tanah (K) yang terdiri dari 3 level yaitu K1 = 100% kapasitas lapang, K2 = 75% kapasitas lapang, K3 = 50% kapasitas lapang. Faktor kedua adalah pemupukan $MgSO_4$ (P) sebagai faktor 1 dengan 3 level yaitu P0 = 0 g.tan⁻¹, P1 = 4 g.tan⁻¹, P2 = 8 g.tan⁻¹ per tanaman. Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga satuan percobaan yang digunakan sebanyak 3 x 3 x 3 = 27 unit perlakuan. Setiap unit percobaan terdapat 30 tanaman sehingga dipersiapkan 810 unit (polibag) tanaman. Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi : 1) Pengamatan pertumbuhan tanaman secara destruktif yaitu luas daun dan total klorofil (mg.g⁻¹), 2) Pengamatan pertumbuhan tanaman secara non destruktif yaitu panjang tanaman

(cm), jumlah daun, dan jumlah stolon 3) Pengamatan panen yaitu umur berbunga (hst), umur berbuah (hst), umur panen pertama (hst), umur panen terakhir (hst), jumlah buah, bobot buah per buah (g), bobot buah per tanaman (g), 4) Pengamatan Kualitas Tanaman yaitu lingkaran dan panjang buah (cm), kadar kemanisan buah ($^{\circ}$ brix), total antosianin (mg.g^{-1}) dan kadar vitamin C (%). Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis menggunakan analisis ragam (Uji F) pada tingkat kesalahan 5% dan apabila terdapat pengaruh nyata dari perlakuan yang diberikan akan diuji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada tingkat kesalahan 5%.

Hasil penelitian ini menunjukkan pemberian kadar air dan pupuk MgSO_4 tidak memberikan interaksi nyata pada pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman stroberi, tetapi interaksi hanya terjadi pada parameter jumlah daun dan luas daun di beberapa umur pengamatan yaitu 84-85 hst. Pemberian air 100%, 75% dan 50% kapasitas lapang disertai pupuk MgSO_4 4 g.tan^{-1} menghasilkan jumlah daun yang lebih tinggi. Pemberian air dengan kapasitas lapang 100% dan 75% disertai 4 g.tan^{-1} pupuk MgSO_4 menghasilkan luas daun yang lebih tinggi. Tanaman stroberi yang tumbuh pada pemberian kadar air 75% kapasitas lapang menghasilkan panjang tanaman, jumlah stolon, kandungan klorofil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air 50% kapasitas lapang. Tanaman stroberi yang tumbuh pada pemberian pupuk MgSO_4 sebanyak 4 g.tan^{-1} menghasilkan jumlah buah, bobot buah per buah, bobot buah per tanaman dan kadar kemanisan buah yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemupukan MgSO_4 .

SUMMARY

VESTA ROOSA. 145040201111149. The Effect Of Ground Water Level and MgSO₄ Fertilization To Growth And Yield Of Strawberry Plant (*Fragaria x ananassa* Duch.) Under the guidance of Dr. Anna Satyana Karyawati, SP., MP., as the co-supervisor and Deffi Armita, SP., MS., MP., as a supervisor

Strawberry plant (*Fragaria x ananassa* Duch.) is a fruit that has high economic value with high fruit nutrient content. The growth and quality of strawberry plants is influenced by several factors such as the provision of nutrients and the availability of water in the growing media. So one of the efforts to improve the productivity and quality of strawberries is to improve the management of plant cultivation techniques, especially nutrition and water in the growing media.

The addition of nutrients through fertilization is expected to increase strawberry productivity and the nutritional content of the fruit in it. In addition to nutritional needs, the availability of water is needed by plants to meet their biological needs. Groundwater level can affect the productivity of strawberry plants that exist in soil moisture which will then affect the process optimally on soil moisture content which affects plant growth and development.

So, these two factors are important and mutually supportive in increasing the production and quality of strawberry plants. Availability of Mg in soil is influenced by soil water content, because the role of beneficial water in the soil is as a solvent and transports nutrient ions from the rhizosphere into plant roots. While magnesium sulfate is included in the group of Mg fertilizer that is difficult to dissolve in water and is acidic. Therefore, the purpose of this study was to study the effect of MgSO₄ fertilizer and the effect of groundwater level on the growth, yield and quality of strawberry plants, and to obtain optimal doses of MgSO₄ and soil moisture content to increase growth, yield and quality of strawberry plants.

This research has been conducted in plastic house of Dusun Pandan, Pandanrejo Village, Bumiaji District, Batu City from April 2018 to Agustus 2018. The location of Pandanrejo village from the center of the stone city about \pm 6 kilometers and \pm 24 kilometers from the city of Malang with an altitude of 680-1.200 meters above sea level and has an average air temperature of 15-19 ° C. The experimental design used in this study was Randomized Block Design (RBD) which was arranged factorially with 2 factors is the ground water level (K) consisting of 3 levels ie K1 = 100% field capacity, K2 = 75% field capacity, K3 = 50% field capacity. The second factor is the MgSO₄ (P) fertilizer dosage as a factor of 1 with 3 levels ie P0 = 0 g.plant⁻¹, P1 = 4 g.plant⁻¹, P2 = 8 g.plant⁻¹. Each treatment was repeated 3 times so that the experimental unit used was 3 x 3 x 3 = 27 treatment units. Each experimental unit has 30 plants so that it is prepared 810 units (polybag) plant. The Observations made in this study include: 1) Observation of destructive growth of plants ie leaf area and total chlorophyll (mg.g⁻¹), 2) Observation of non destructive plant growth that is the height of plant canopy (cm), the number of leaves and the number of stolon, 3) Observation of the harvest that is the flowering time (dap), fruits time (dap), harvest time (dap), last harvest (dap), number of fruit, fruit weight per fruit (g.fruit⁻¹), fruit weight per plant (g.plant⁻¹), 4) Observation of Plant Quality that is the fruit diameter and fruit

length (cm), sugar content of fruit ($^{\circ}$ brix), total anthocyanin (mg.g^{-1}) and vitamin C levels (%). The data obtained from the observations will be analyzed using the analysis of the variance (Test F) at a 5% error rate and if there is a real effect of the treated treatment will be tested continued using the Least Significant Difference (LSD) at a 5% error rate.

The results of this study indicate that the administration of ground water and MgSO_4 fertilizer did not provide a real interaction on the growth, yield and quality of strawberry plants, but the interaction only occurred in the parameters of the number of leaves and leaf area at some observation ages of 84-85 dap. Giving ground water level of 100%, 75% and 50% of field capacity accompanied by MgSO_4 4 g.tan^{-1} fertilizer resulted in a higher number of leaves. Giving ground water with a field capacity of 100% and 75% accompanied by 4 g.tan^{-1} MgSO_4 fertilizer produces a higher leaf area. Strawberry plants that grow at a ground water of 75% field capacity produce plant length, number of stolons, higher chlorophyll content compared to ground water of 50% field capacity. Strawberry plants that grow at the time of administration of MgSO_4 fertilizer as much as 4 g.tan^{-1} produce fruit, fruit per fruit, fruit weight per plant and higher fruit content without fertilizing MgSO_4 .



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemupukan $MgSO_4$ dan Kadar Air Tanah terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.)”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Anna Satyana Karyawati, SP., MP., selaku dosen pembimbing utama skripsi yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
2. Deffi Armita, SP., MS., MP., selaku dosen pembimbing pendamping skripsi yang ikut serta memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Nurul Aini, MS., selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan do'a serta dukungan sehingga dapat menyelesaikannya laporan ini.
5. Rekan-rekan jurusan BP khususnya angkatan 2014 atas kerjasamanya sehingga penelitian ini terselesaikan dengan baik.
6. Dan semua pihak yang sudah memberikan motivasi serta dorongan sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis berharap semoga hasil dari penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran bagi ilmu pengetahuan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, kritik beserta saran sangat diharapkan.

Malang, Juli 2018

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Banjarmasin, Kalimantan Selatan, pada tanggal 2 April 1996, sebagai putri kedua dari pasangan Bapak Heru Irawan dan Ibu Mahrita. Penulis menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Bugul Kidul 2, Kota Pasuruan pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 5 Kota Pasuruan dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun itu juga melanjutkan ke Sekolah Menengah Kejuruan di SMKN 1 Kota Pasuruan dan lulus pada tahun 2014. Setelah itu melanjutkan ke perguruan tinggi negeri sebagai mahasiswa Strata-1 di Universitas Brawijaya, Fakultas Pertanian, Program Studi Agroekoteknologi melalui jalur SNMPTN. Pengalaman yang pernah penulis ikuti yaitu sebagai divisi acara pada acara Primordia yang merupakan ospek jurusan bagi mahasiswa baru minat Budidaya Pertanian, serta pada tahun 2017 mengikuti magang kerja di Balai Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Batu, Malang.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Hipotesis.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Stroberi	4
2.2 Fase Pertumbuhan Tanaman Stroberi	9
2.3 Potensi Buah Stroberi sebagai Sumber Antosianin.....	10
2.4 Pegaruh Kadar Air pada Tanaman Stroberi.....	13
2.5 Pengaruh Pupuk MgSO ₄ pada Pembentukan Antosianin	16
3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.5 Parameter Pengamatan	24
3.6 Analisis Data	30
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil	31
4.2 Pembahasan.....	42
5. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSATAKA	51
LAMPIRAN.....	57



DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Tanaman Stroberi.....	4
2.	Akar Tanaman Stroberi.....	5
3.	Batang Tanaman Stroberi.....	5
4.	Daun Tanaman Stroberi	6
5.	Bunga Tanaman Stroberi.....	6
6.	Bentuk Buah Stroberi Menurut (USDA).....	7
7.	Rumus Struktur Antosianin.....	12
8.	Panjang dan Lingkar Buah Stroberi pada umur 85 HST.....	39



DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Kandungan gizi buah stroberi per 100 gram bahan	8
2.	Kadar Antosianin pada berbagai tanaman.....	10
3.	Bentuk aglikon di dalam Antosianin.....	12
4.	Kombinasi Perlakuan Dosis Pupuk MgSO ₄ dan Kadar Air Tanah	19
5.	Kategori tingkat kemanisan buah stroberi berdasarkan nilai °brix	28
6.	Rata-rata Panjang Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	31
7.	Rata-rata Jumlah Daun per Tanaman Akibat Interaksi Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	32
8.	Rata-rata Jumlah Daun Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	33
9.	Rata-rata Jumlah Stolon Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	34
10.	Rata-rata Luas Daun per Tanaman Akibat Interaksi Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	35
11.	Rata-Rata Luas Daun Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	35
12.	Rata-Rata Kadar Klorofil Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	36
13.	Rata-Rata Umur Berbunga, Berbuah, Panen Pertama Dan Panen Terakhir Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄ dengan Taraf yang Berbeda	37
14.	Rata-Rata Jumlah Buah, Bobot Buah Per Buah Dan Bobot Buah Per Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	38
15.	Rata-Rata Lingkar Dan Panjang Buah Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	39
16.	Rata-Rata Kadar Kemanisan Buah Pada Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	40
17.	Rata-Rata Kandungan Antosianin dan Vitamin C Pada Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk MgSO ₄	41

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Denah Lokasi Percobaan.....	58
2.	Denah Pengamatan.....	60
3.	Deskripsi Tanaman Stroberi Varietas <i>California</i>	61
4.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk per polibag.....	62
5.	Perhitungan Kadar Air Tanah	64
6.	Data Pengamatan Pertambahan Bobot Media Tanaman dan Volume Air yang ditambahkan Pada Setiap Umur Pengamatan	66
7.	Data Pengamatan Suhu	68
8.	Hasil Analisis Ragam dan Perhitungan BNT 5% Panjang Tanaman pada Setiap Umur Pengamatan	69
9.	Hasil Analisis Ragam dan Perhitungan BNT 5% Jumlah Daun pada Setiap Umur Pengamatan	72
10.	Hasil Analisis Ragam dan Perhitungan BNT 5% Jumlah Stolon pada Setiap Umur Pengamatan	75
11.	Hasil Analisis Ragam dan Perhitungan BNT 5% Luas Daun dan Klorofil pada Setiap Umur Pengamatan	78
12.	Hasil Analisis Ragam pada Umur Berbunga, Umur Berbuah, Umur Panen Pertama dan Umur Panen Terakhir.....	80
13.	Hasil Analisis Ragam pada Hasil Panen Buah Stroberi.....	82
14.	Hasil Analisis Ragam pada Kualitas Buah	83
15.	Dokumentasi Analisis Kadar Air Tanah	85
16.	Dokumentasi Pelaksanaan Kegiatan Penelitian	87
17.	Dokumentasi Hasil Penelitian Tanaman Stroberi	89
18.	Dokumentasi Hasil Analisa Tanah.....	92

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



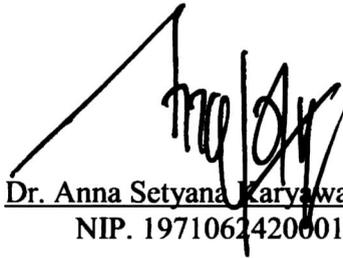
Ir. Koesriharti, MS.
NIP. 195808301983032002

Penguji II



Deffi Armita, SP., MS., MP.
NIP. 198608242012122002

Penguji III



Dr. Anna Setyana Karyawati, SP., MP.
NIP. 197106242000122001

Ketua Majelis Penguji



Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si.
NIP. 197011181997022001

Tanggal Lulus:

18 SEP 2018

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Pengaruh Kadar Air Tanah Dan Pemupukan $MgSO_4$ Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.)**

Nama : Vesta Roosa
NIM : 145040201111149
Minat : Budidaya Pertanian
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



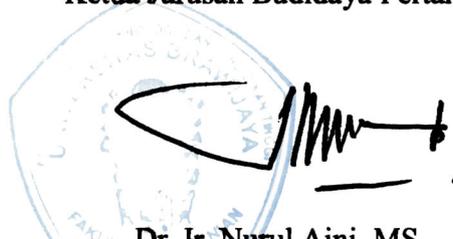
Anna Satyana Karyawati, SP., MP.
NIP. 197106241000122001



Deffi Armita, SP.,MS.,MP.
NIP. 198608242012122002

Diketahui,

Ketua Jurusan Budidaya Pertanian



Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 196010121986012001

Tanggal Persetujuan :

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) adalah salah satu tanaman buah di Indonesia dengan daya pikat warna buah merah mencolok, bentuk menarik, serta rasa manis dan segar. Buah stroberi yang berwarna merah ini menandakan kaya akan pigmen warna antosianin dan mengandung antioksidan tinggi yang berguna bagi kesehatan manusia. Kelebihan lainnya yaitu stroberi merupakan sumber senyawa bioaktif yang penting karena mengandung kadar vitamin C, folat dan unsur fenolik yang tinggi (Giampieri *et al.*, 2012)

Buah stroberi mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dengan permintaan konsumen yang terus meningkat, sehingga budidaya tanaman stroberi mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan di Indonesia. Meskipun demikian, produksi stroberi di Indonesia tiap tahunnya mengalami penurunan. Pada tahun 2013 produksi stroberi secara nasional adalah 90.352 ton yang menurun menjadi 58.882 ton pada tahun 2014 (Badan Pusat Statistika tahun 2013 dan 2014). Nilai jual buah stroberi yang tinggi tidak diiringi kuantitas produksinya. Oleh karena itu, buah stroberi belum memberikan keuntungan kepada petani secara optimal karena jumlah buah stroberi yang dapat dipanen sedikit.

Penyebab dari penurunan produksi stroberi yang drastis ini antara lain keadaan iklim yang kurang mendukung dan teknik budidaya tanaman yang belum tepat seperti pemberian air dan pemupukan. Hal ini terlihat jelas dari sebagian besar stroberi yang mati disebabkan terjadinya pembusukan akar akibat kelebihan air, karena pemberian irigasi sistem tradisional yang diterapkan petani memberikan air tanpa memperhatikan kebutuhan air tanaman stroberi. Selain itu, pemberian nutrisi yang dibutuhkan dalam peningkatan kualitas buah stroberi belum menjadi perhatian lebih bagi petani sehingga petani hanya memikirkan hasil secara kuantitas tanpa diimbangi dengan kualitas buah yang baik bagi kesehatan konsumen.

Pemberian nutrisi melalui pemupukan salah satu solusi yang tepat untuk meningkatkan produksi senyawa fitokimia yang terkandung di dalam buah stroberi, sehingga tidak hanya mampu meningkatkan produktivitas buah stroberi namun juga meningkatkan kandungan gizi buah di dalamnya. Pemupukan yang

tepat akan menghasilkan buah yang berkualitas dan meningkatkan produktivitas tanaman. Unsur hara magnesium (Mg) dan sulfur (S) merupakan unsur hara esensial untuk produksi flavonoid. Magnesium (Mg) masing-masing berperan pada proses fotosintesis, aktivator berbagai enzim dan penyusun klorofil (Tisdale & Nelson, 1985). Sulfur dalam bentuk SO_4^{2-} berperan pada produksi senyawa-senyawa metabolit sekunder dalam tanaman seperti flavonoid dan terpenoid (Hornok, 1992). Sehingga pemberian dosis MgSO_4 yang tepat sangat penting untuk diketahui dalam peningkatan pertumbuhan dan kualitas buah tanaman stroberi.

Selain itu, kadar air tanah dapat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman stroberi yaitu terhadap kelembaban tanah yang selanjutnya akan mempengaruhi proses secara optimal pada kadar lengas tanah sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Susanto *et al.*, (2010) pemberian air irigasi akan sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman stroberi yaitu terhadap kelembaban tanah yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Apabila kondisi kadar air tanah terbatas, dapat menimbulkan efek cekaman air bagi tanaman stroberi. Pengaruh awal dari tanaman yang mendapat cekaman air adalah terjadinya hambatan terhadap pembukaan stomata yang dapat menghambat laju fotosintesis sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Sehingga pengaturan kadar air tanah ini penting bagi tanaman stroberi dalam menjaga kelembaban tanah karena kadar air tanah yang ekstrim dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Oleh karena itu, kedua faktor tersebut penting dan saling menunjang dalam peningkatan produksi dan kualitas tanaman stroberi. Ketersediaan Mg di dalam tanah salah satunya dipengaruhi kadar air tanah, karena peranan air yang menguntungkan di dalam tanah adalah sebagai pelarut dan pembawa ion-ion hara dari rhizosfer ke dalam akar tanaman. Sedangkan magnesium sulfat atau biasa dikenal dengan *kieserit* yang termasuk ke dalam kelompok pupuk Mg yang sukar larut dalam air dan bersifat asam. Selain itu pada tanaman stroberi, belum diketahui persentase kadar air tanah yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Demikian juga dengan informasi hubungan antara kadar air tanah dan

pemupukan $MgSO_4$ bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhadap pembentukan senyawa bioaktifnya. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaturan kadar air tanah dalam menjaga ketersediaan air dan tingkat kesuburan tanah melalui penambahan pupuk $MgSO_4$ yang cukup untuk menunjang pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman stroberi.

1.2 Tujuan

1. Mempelajari pengaruh pemberian pupuk $MgSO_4$ dan pengaruh kadar air tanah terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman stroberi
2. Mendapatkan dosis $MgSO_4$ dan persentase kadar air tanah yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman stroberi

1.3 Hipotesis

Pemberian dosis pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4g per tanaman yang diimbangi dengan kondisi 50% kadar air tanah mampu menghasilkan pertumbuhan, hasil dan kualitas lebih baik pada tanaman stroberi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Stroberi

Stroberi merupakan salah satu jenis buah-buahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Tanaman stroberi masuk di Indonesia sekitar tahun 1980an dan mulai dikembangkan secara luas tahun 1990an. Stroberi sendiri memiliki potensi ekonomi yang cukup tinggi dengan tampilan buah yang menarik. Saat ini produksi stroberi dari petani masih sangat kurang sehingga belum mencukupi permintaan yang terus bertambah (Balitjestro, 2014b).



Gambar 1. Tanaman Stroberi (Balitjestro, 2014b)

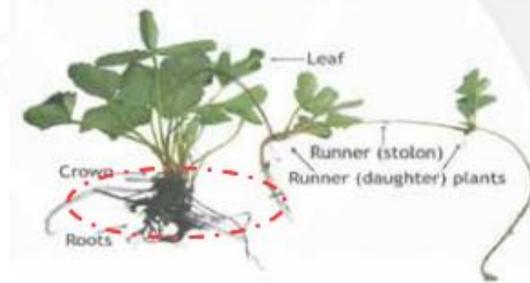
Varietas stroberi yang berkembang di Kota Batu saat ini adalah Lokal Batu, Sweet Charlie, Festival, California, Kalibrate dan Rosalinda. Festival dan Kalibrite merupakan varietas pengembangan baru yang didatangkan dari Bandung sejak tahun 2011. Sedangkan california merupakan varietas stroberi yang paling banyak ditanam oleh petani di Pandanrejo (gambar 1). Luas lahan stroberi di Batu masih pasang surut. Di Pandanrejo pada tahun 2013 terdapat total luasan 8 hektar dari sebelumnya 15 hektar (Balitjestro, 2014a).

Stroberi merupakan tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di Chili, Amerika. Dalam klasifikasi tanaman, stroberi termasuk dalam divisi Spermatophyta, subdivisi Angiospermae, kelas Dicotyledonae, ordo Rosales, famili Rosaceae, genus *Fragaria* dan spesies *Fragaria* spp. Salah satu spesies tanaman stroberi yaitu *Fragaria chiloensis* L menyebar ke berbagai negara Amerika, Eropa dan Asia. Selanjutnya spesies lain, yaitu *F. vesca* L. lebih menyebar luas dibandingkan spesies lainnya. Jenis stroberi ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia (Deputi Menteri Negara Riset dan Teknologi, 2000).

Seperti tanaman yang lainnya, tanaman stroberi mempunyai bagian – bagian tanaman , antara lain :

1. Akar

Struktur akar tanaman stroberi terdiri atas pangkal akar (*collum*), batang akar (*corpus*), ujung akar (*apeks*), bulu akar (*pilus radicalis*), dan tudung akar (*calyptras*). Tanaman stroberi berakar tunggang (*radix primaria*), akarnya terus tumbuh memanjang dan berukuran besar yang dapat dilihat pada gambar 2 di bagian lingkaran merah merupakan gambar akar tanaman stroberi. Panjang akarnya mencapai 100 cm, namun akar tersebut hanya menembus lapisan tanah atas sedalam 15-45 cm, tergantung jenis dan kesuburan tanahnya (Harianingsih, 2010).



Gambar 2. Akar Tanaman Stroberi (Olivya *et al.*, 2016)

2. Batang

Batang adalah organ tumbuhan yang tidak kalah pentingnya dengan akar. Batang berfungsi sebagai jalan untuk air dan mineral yang diserap dari tanah agar dapat sampai ke daun atau bagian-bagian tumbuhan lainnya, atau sebaliknya untuk sari-sari makanan yang dibuat di daun.



Gambar 3. Tanaman stroberi 1) Batang Tanaman Stroberi, 2) Stolon Tanaman Stroberi (Hanif *et al.*, 2015)

Batang tanaman stroberi memiliki ruas-ruas pendek dan berbuku-buku. Buku-buku batang tertutup oleh sisi daun yang memiliki kuncup. Pada kuncup ketiak, biasanya tumbuh stolon (anakan). Stolon ini berupa batang kecil yang tumbuh menjalar diatas permukaan tanah. Stolon dapat dipotong atau dipisahkan menjadi bahan bibit. Orang menyebut bibit asal stolon ini dengan *runners* atau geragih (Pitriana *et al.*, 2007).

3. Daun

Daun stroberi yang berwarna hijau adalah tempat tumbuhan untuk membuat makanan. Tanaman stroberi mempunyai daun berwarna hijau. Bentuk daun tanaman stroberi sangat unik, yaitu berdaun *trifoliat* dengan tepi yang bergerigi (Pitriana *et al.*, 2007).



Gambar 5. Daun Tanaman Stroberi (Hanif *et al.*, 2015)

4. Bunga

Bunga tanaman stroberi bermahkota putih, berbentuk agak bundar, terdiri atas 25-37 benang sari dan ratusan putik yang menempel pada reseptakel dengan pola melingkar. Tangkai bunga stroberi dapat mencapai panjang 14 cm. Pada ujung tangkai utama terdapat bunga primer yang lebih mendominasi perkembangan bunga. Bunga stroberi dengan benang sari yang panjang lebih efektif dalam proses penyerbukan (Sukumalanandana *et al.*, 1991).



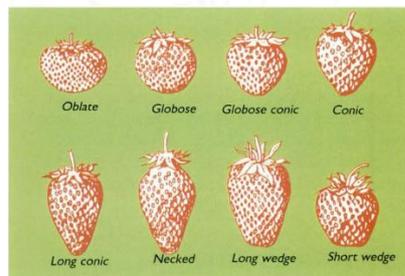
Gambar 6. Bunga Tanaman Stroberi (Oliviya *et al.*, 2016)

Stroberi merupakan tanaman dengan bunga agregat yang terdiri dari bunga primer, tersier, dan sekunder. Bunga stroberi bersifat hermafrodit, terdiri atas bunga jantan dan bunga betina, berbentuk cluster (tandan), dan biasanya mekar dalam waktu yang tidak bersamaan. Bunga yang mekar lebih awal biasanya berukuran besar (Delaplane *et al.*, 2000). Bunga stroberi berwarna putih, diameter 1-1,5 inchi (2,5 - 3,8 cm), kelopak berwarna hijau, 5 mahkota, sejumlah tangkai putik dan putik, dan 24-36 stamen (Darrow, 1966).

Di daerah tropik tanaman stroberi mampu berbunga sepanjang tahun. Dalam setahun tanaman stroberi di Indonesia dapat berproduksi hingga 5 kali tergantung keadaan lingkungan. Berdasarkan ketergantungan terhadap fotoperiodisme dalam pembentukan bunga, tanaman stroberi yang ada di Indonesia tergolong tanaman *ever bearing* yaitu untuk pembungaan tidak tergantung pada panjang hari dan dapat berbunga sepanjang tahun (Choopong dan Verheij, 1997).

5. Buah

Buah stroberi ialah buah agregat yang terdiri dari beberapa biji (achene) yang membengkak pada dasar biji. Apabila achene tersebut tidak terserbuk, buah tidak akan terbentuk. Ukuran dan berat buahnya berkorelasi dengan banyaknya achene yang di serbuki (Hanif *et al.*, 2015).



Gambar 7. Berbagai bentuk stroberi menurut penamaan *United State Departement of Agriculture (USDA)*

Buah stroberi umumnya berbentuk kerucut hingga bulat. Namun, *United State Departement of Agriculture (USDA)* membagi bentuk buah stroberi dalam delapan tipe, yaitu *oblate*, *globose*, *globose conic*, *conic long conic*, *necked*, *long wedge* dan *short wedge*. Bentuk buah dari varietas california adalah *necked*, yang bentuknya dapat dilihat pada gambar 7 (Hanif *et al.*, 2015).

Stroberi adalah salah satu buah yang kaya akan pigmen warna. Warna merah pada stroberi disebabkan oleh antosianin, pigmen warna yang juga memiliki

aktivitas antioksidan. Kandungan antioksidan, yang cukup tinggi dibandingkan buah-buahan dan sayuran lain (Kumalaningsih, 2007). Di dalam stroberi juga terdapat sejumlah kandungan vitamin C yang cukup banyak dan mineral lainnya yang juga bermanfaat bagi tubuh manusia (Hannum, 2004).

Bagian yang dapat dimakan dari buah stroberi mencapai 96%, sedangkan kandungan gizi per 100 g buah dapat dilihat dari tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Kandungan gizi buah stroberi per 100 gram bahan (Kumalaningsih, 2007)

Informasi Gizi	Jumlah
Energi	50 kalori
Protein	1 g
Karbohidrat	11,65 g
Serat	3,81 g
Kalsium	23-24 mg
Fosfor	31,54 mg
Magnesium	16,60 mg
Besi	0,8 mg
Vitamin A	44,82 IU
Vitamin C	94,12 mg
Folat	29,38 mg

Stroberi memiliki kandungan Vitamin C sebanyak 60 mg per 100 gram (tabel 1). Dengan kandungan vitamin C-nya tersebut diyakini stroberi mampu mengurangi resiko terserang penyakit kanker hingga 37% seperti yang dirilis *The Iowa Women's Health Study*. Selain itu stroberi juga diyakini mampu mencegah kanker payudara dan leher rahim (Noorinta, 2015).

Stroberi (*Fragaria chiloensis*) berasal dari daerah pegunungan Chili. Tanaman ini cocok ditanam di daerah beriklim subtropis. Namun, di Indonesia yang termasuk negara tropis sudah banyak dibudidayakan di daerah dataran tinggi, yaitu sekitar 1000 dpl (di atas permukaan laut). Tanaman stroberi dapat tumbuh baik pada suhu 17 – 20 °C, dengan lama penyinaran 8-10 jam dengan suplai air dan hara yang cukup. Derajat keasaman atau pH tanah yang ideal bagi tanaman stroberi adalah 5,8-6,5. (Guslim, 2007).

Penanaman stroberi dapat dilakukan di lahan maupun di pot, umumnya jarak tanam stroberi di dalam pot ialah 30 x 30 cm², 40 x 40 cm², 50 x 50 cm² atau 40 x 50 cm². Jarak 30 cm merupakan jarak dalam barisan tanaman dan jarak 30 cm merupakan jarak antar barisan tanaman. Tanaman stroberi dalam

pertumbuhannya memerlukan tiga unsur hara yaitu nitrogen, fosfat dan kalium. Dalam satu siklus produksi (2 tahun), dosis pemupukan NPK yang optimal untuk tanaman stroberi yang ditanam di kebun adalah 200 kg Urea + 320 kg SP-36 + 100 kg KCL per hektar lahan. Pada saat tanam, pupuk Urea, SP36 dan KCl diberikan sebanyak 1/3 dosis, kemudian saat tanaman telah mencapai umur 2 bulan, diberikan kembali sebanyak 2/3 dosis (Cargil *et al.*, 2007).

2.2 Fase Pertumbuhan Tanaman Stroberi

Terdapat dua fase pertumbuhan tanaman, yaitu pertumbuhan vegetatif dan generatif. Fase vegetatif tanaman terutama terjadi pada perkembangan akar, daun dan batang. Namun demikian, untuk tanaman stroberi, fase vegetatif juga ditandai dengan munculnya anakan dan tumbuhnya stolon (*runner*). Pertumbuhan generatif tanaman ditandai dengan pembentukan bunga, buah dan biji. Siklus hidup tanaman ini jauh lebih rumit daripada penampilan tanaman stroberi yang sederhana. Siklus pertumbuhan tanaman stroberi membentang sepanjang tahun dan berulang setiap tahunnya. Siklus hidup tanaman stroberi dimulai dari biji tanaman atau dari tanaman *runner*, dan berlanjut sampai berbuah. Menurut Schwab dan Raab (2004) kurva pertumbuhan stroberi berbentuk kurva sigmoid. Pertumbuhan tanaman stroberi sangat cepat dan mencapai maksimal kira-kira 30 hari setelah anthesis, bergantung kondisi lingkungan. Waktu yang diperlukan untuk matang penuh bergantung suhu dan sangat bervariasi antara 20 – 60 hari mulai dari berbunga.

Berdasarkan hasil penelitian Ni'matillah *et al.*, (2014), perlakuan bahan tanam di pengamatan 40 - 60 hst mampu meningkatkan jumlah anakan tanaman stroberi terutama pada bibit indukan, karena bibit indukan memiliki kemampuan untuk menghasilkan jumlah anakan yang lebih banyak. Hal tersebut diduga karena pada umur tersebut masuk dalam fase vegetatif sehingga tanaman mampu menghasilkan jumlah anakan yang banyak dan juga karena bibit indukan merupakan asal bahan tanam sehingga bibit indukan mampu menghasilkan jumlah anakan yang lebih banyak. Terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan bahan tanam dan varietas terhadap bobot kering tanaman hanya pada umur 56 hst. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur tersebut (56 hst) terjadi fase pertumbuhan cepat yang masing-masing tanaman menghasilkan laju pertumbuhan yang berbeda

pada perlakuan bahan tanam dan varietas. Stroberi berada pada masa pembungaan dan awal panen pada umur 85 hst, karena terjadinya penurunan pertumbuhan jumlah anakan, diduga tanaman stroberi memasuki masa generatif. Tanaman stroberi yang berada pada masa generatif diduga akan memusatkan hasil fotosintesis pada pembungaan dan pembentukan buah.

2.3 Potensi Buah Stroberi sebagai Sumber Antosianin

Antosianin merupakan senyawa yang bertanggung jawab untuk peningkatan warna merah, biru, ungu pada buah, sayur dan tanaman hias, serta berasal dari golongan senyawa flavonoid yang telah digunakan sebagai anti kanker pada manusia. Antosianin berfungsi sebagai antioksidan yang berperan penting baik bagi tanaman itu sendiri maupun bagi kesehatan manusia. Peranan antosianin dalam tanaman antara lain adalah memberikan sifat-sifat yang khusus, yaitu memberikan warna pada buah dan sayuran (Andarwulan, 2012).

Antosianin merupakan senyawa berwarna yang umumnya ditemukan pada buah-buahan, sayuran, dan bunga, contohnya pada kol merah, anggur, strawberry, cherry, dan sebagainya. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan oleh Rahardjo (2015), diperoleh nilai antosianin dari buah stroberi $155,06 \text{ mg.l}^{-1}$ pada tabel 2. Menurut beberapa penelitian, total antosianin buah stroberi berkisar antara $143,4 - 385,1 \text{ mg.l}^{-1}$. Berikut ini adalah hasil analisis karakter fisik dan kimia pada buah stroberi :

Tabel 2. Karakter Fisik dan Kimia Ekstrak Stroberi (Rahardjo, 2015)

No.	Parameter	Hasil Analisis
1	Total Antosianin (mg.l^{-1})	155,06
2	Total Klorofil (mg.g^{-1})	-
3	pH	2,91
4	Kecerahan (L)	25,8
5	Kemerahan (a)	18,7
6	Kekuningan (b)	15,8

Antosianin pada tanaman berfungsi sebagai tabir terhadap cahaya ultraviolet B dan melindungi kloroplas terhadap intensitas cahaya tinggi. Antosianin juga dapat berperan sebagai sarana transport untuk monosakarida dan sebagai pengatur

osmotik selama periode kekeringan dan suhu rendah. Secara umum, antosianin diyakini dapat meningkatkan respon antioksidan tanaman untuk pertahanan hidup pada stres biotik atau abiotik (Susanti, 2012).

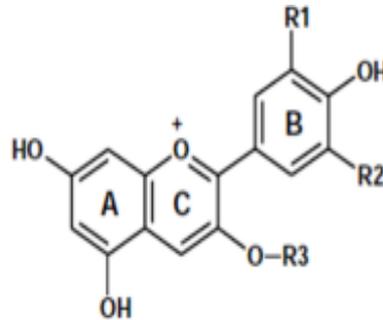
Menurut American Cancer Society, vitamin C didalam stroberi dapat menurunkan resiko kanker saluran pencernaan. Selain itu, beberapa senyawa fitokimia yang terdapat pada buah stroberi diantaranya adalah antosianin, asam ellagik, katekin, kuaerferin dan kaemferol. Antosianin tergolong dalam komponen flavonoid yang merupakan pigmen pemberi warna merah pada stroberi. Antosianin memiliki efek dalam menurunkan tekanan darah serta melindungi terhadap masalah-masalah yang disebabkan oleh diabetes. Selain zat gizi, stroberi juga mengandung senyawa fitokimia yang disebut etlagic acid, yaitu suatu persenyawaan fenol yang berpotensi sebagai anti karsinogen dan anti mutagen. Senyawa karsinogen yang memicu timbulnya kanker tersebar luas di lingkungan kita. Senyawa fitokimia ini juga mampu meningkatkan daya tahan tubuh dan berguna sebagai anti virus (Noorinta, 2015).

Antosianin pada tanaman stroberi merupakan senyawa polifenol yang paling dikenal dan jumlahnya yang penting. Banyak penelitian telah menentukan total antosianin dengan menunjukkan hasil nilai 150 sampai 600 mg.kg⁻¹ berat segar, bahkan penelitian lain telah menemukan nilai hingga 800 mg.kg⁻¹ berat segar. Lebih dari 25 pigmen antosianin yang berbeda pada tanaman stroberi telah dijelaskan dengan varietas yang berbeda dan hasil seleksi (Giampieri *et al.*, 2012).

Salah satu fungsi antosianin adalah sebagai antioksidan di dalam tubuh sehingga dapat mencegah terjadinya aterosklerosis, penyakit penyumbatan pembuluh darah. Menurut Nirwan (2007), antosianin dapat berfungsi sebagai zat anti kanker pada manusia, dan antioksidan yang berperan penting baik bagi tanaman itu sendiri maupun bagi kesehatan manusia. Peranan antosianin dalam tanaman antara lain adalah memberikan sifat-sifat yang khusus, yaitu memberikan warna pada buah dan sayuran.

Pigmen antosianin yang merupakan flavonoid merupakan pigmen yang paling luas dan penting karena banyak tersebar pada berbagai organ tanaman, terutama pada bunga (ditentukan hampir 30% terkandung dalam berat keringnya). Kebanyakan antosianin ditemukan dalam enam bentuk aglikon yaitu pelargonidin,

sianidin, peonidin, delphinidin, petunidin, dan malvidin (Tabel 3). Selain itu, gugus gula yang dimiliki antosianin bervariasi, namun kebanyakan dalam bentuk glukosa, ramnosa, galaktosa, atau arabinosa. Gugus gula ini bisa dalam bentuk mono atau di sakarida. Terdapat sekitar 539 jenis antosianin yang telah diekstrak dari tanaman (Andarwulan, 2012). Rumus struktur antosianin disajikan pada gambar 8



Gambar 8. Rumus Struktur Antosianin (Andarwulan, 2012)

Tabel 3. Bentuk Aglikon di dalam Antosianin

Antosianin	R1	R2
Delfinidin	OH	OH
Petunidin	OH	OH
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃
Sianidin	OH	H
Peonidin	OCH ₃	H
Pelargonidin	H	H

Substitusi beberapa gugus kimia pada rangka antosianin dapat mempengaruhi warna yang diekspresikan oleh antosianin dan kestabilannya, seperti penambahan gugus glikosida atau peningkatan jumlah gugus hidroksi bebas pada cincin A (Gambar 8) dapat menyebabkan warna cenderung biru dan relatif tidak stabil. Selain itu, asam fenolat diketahui mampu menstabilkan dan memperkuat warna antosianin tumbuhan yang berperan sebagai ko-pigmentasi. Ko-pigmentasi tersebut dapat berupa asam sinapat, asam ferulat dan logam.

Pentingnya antosianin bagi kesehatan manusia membuat pigmen ini perlu dijaga kestabilannya selama proses ekstraksi, pengolahan makan dan penyimpanan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi stabilitas antosianin tersebut yaitu adanya modifikasi pada struktur spesifik antosianin (glikosilasi,

asilasi dengan asam alifatik atau aromatik, pH, enzim, dan pengaruh sulfur dioksida (Andarwulan, 2012)

2.4 Pengaruh Kadar Air Tanah pada Tanaman Stroberi

Air didalam tanah berperan bagi kelangsungan proses kimia dan mikrobiologi tanah. Air penting bagi mekanisme pengambilan unsur hara yaitu intersepsi akar, difusi dan aliran massa. Air diserap tanaman melalui akar bersama-sama unsur hara yang terlarut didalamnya, kemudian diangkut ke bagian atas tanaman terutama daun melalui pembuluh xylem (Islami dan Utomo, 1995). Kramer (1977) menyatakan bahwa cekaman air akan menyebabkan akar tanaman yang terbentuk sedikit, ukurannya kecil dengan daerah penyebaran relatif sempit. Sebagai akibat lebih lanjut, absorpsi air dan zat hara menurun. Kejadian-kejadian tersebut, diikuti dengan terganggunya metabolisme karbohidrat, protein dan zat pengatur tumbuh dan translokasi sehingga menyebabkan tanaman tumbuh kerdil dan daun yang baru terbentuk tidak berkembang sempurna. Stress air mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan memodifikasi secara anatomi, morfologi, fisiologi dan biokimia.

Stroberi termasuk kurang tahan terhadap perubahan kadar air tanah yang ekstrim. Karena itu, lakukan pengairan secara teratur, 2 – 3 kali dalam seminggu kecuali pada musim hujan. Volume siraman untuk setiap tanaman kurang lebih 150 –250 cc bergantung pada fisik tanah, kelembaban udara dan temperatur. Pada masa pembungaan dan awal pembentukan buah, sebaiknya pemberian air dikurangi untuk mendorong pertumbuhan generatif sehingga buah yang terbentuk dapat berhasil dengan baik (Sutopo, 2016).

Air merupakan komponen penting dalam tanah yang dapat menguntungkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Beberapa peranan yang menguntungkan dari air dalam tanah adalah sebagai pelarut dan pembawa ion-ion hara dari rhizosfer ke dalam akar tanaman, sebagai agen pemicu pelapukan bahan induk, perkembangan tanah, sebagai pelarut dan pemicu reaksi kimia dalam penyediaan hara, sebagai penopang aktivitas mikroba dalam merombak unsur hara yang semula tidak tersedia menjadi tersedia bagi akar tanaman, sebagai pembawa oksigen terlarut ke dalam tanah, sebagai stabilisator temperatur tanah dan mempermudah dalam pengolahan tanah (Hanafiah, 2014).

Kadar air tanah adalah perbandingan antar berat air yang dikandung didalam tanah dengan berat total sampel tanah. Kadar air didalam tanah dinyatakan dalam persen. Jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah dinyatakan atas dasar berat atau volume. Dasar penentuannya adalah pengukuran kehilangan berat atau isi selama pengeringan. Contoh tanah tanah dikeringkan pada suhu 105 °C selama 24 jam, dan total pengurangan berat selama pengeringan diukur. kehilangan berat air dalam membagi berat air yang menguap dengan berat kering tanah setelah dikeringkan dalam oven Nurmawa'dah (2011).

Air tersedia biasanya dinyatakan sebagai air yang terikat antara kapasitas lapangan dan koefisien layu. Kapasitas lapang adalah jumlah maksimum yang dapat disimpan oleh suatu tanah. Keadaan ini dapat dicapai jika kita memberi air pada tanah sampai terjadi kelebihan air, setelah itu kelebihan airnya dibuang. Jadi pada keadaan ini semua rongga pori terisi air (Sutanto, 2005). Setelah semua pori terisi udara (terjadi kapasitas penyimpanan air maksimum) pemberian air dihentikan. Karena adanya gaya gravitasi, gerakan air tanah tetap berlangsung. Gerakan ini makin lama makin lambat dan setelah kurang lebih dua sampai tiga hari gerakan tersebut akan terhenti, sehingga pada keadaan ini air dalam tanah termasuk keadaan kapasitas lapang. Jika proses kehilangan air dibiarkan berlangsung terus, pada akhirnya terjadi penurunan kandungan air tanah sehingga energi potensialnya sangat tinggi dan mengakibatkan tanaman tidak mampu menggunakan air tersebut. Hal ini dapat dilihat pada kondisi tanaman yang terlihat layu terus menerus, oleh karena itu keadaan air tanah pada keadaan ini disebut sebagai titik layu permanen.

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa kondisi kekeringan memberikan respon morfologi dan fisiologi pada tanaman. Menurut Oktavidiati *et al.*, (2013) Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk menghasilkan pertumbuhan dan produksi biomassa yang tinggi, tanaman meniran merah membutuhkan kadar air tanah 100% tersedia bagi tanaman. Meniran merah membutuhkan kadar air tanah 100% tersedia bagi tanaman untuk menghasilkan klorofil a, klorofil b, dan total klorofil yang tinggi. Sedangkan, kadar air tanah 50% tersedia bagi tanaman meniran merah dibutuhkan untuk menghasilkan antosianin yang tinggi. Selain itu, menurut Kisbintari (2013) hasil penelitian yang telah dilakukannya menunjukkan

intensitas cekaman air berpengaruh terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas hasil tanaman. Intensitas cekaman air 25% mampu meningkatkan kandungan antosianin pada padi hitam boyolali. Sehingga, Ketersediaan air sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Respon tanaman terhadap pengaruh lingkungan sangat bervariasi menurut spesies dan interaksi faktor-faktor lainnya.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yaitu kadar air dan udara dalam tanah, kelembaban udara, intensitas cahaya, tanah dan ketersediaan mineral. Selain pertumbuhan, ketersediaan air berpengaruh terhadap produksi tanaman, menurut Kruger *et al.*, (1999) menyatakan bahwa tanaman stroberi yang mendapatkan irigasi mampu menghasilkan buah yang lebih banyak dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang tidak mendapatkan irigasi. Perlakuan irigasi meningkatkan jumlah bunga yang dihasilkan. Tanaman yang mendapat perlakuan irigasi drip setiap hari cenderung menghasilkan buah stroberi dan berproduksi lebih banyak daripada perlakuan yang lain, yaitu mencapai 85.11 gram per tanaman dengan bobot buah rata-rata 13.09 gram (Susanto *et al.*, 2010). Selain itu, rasa buah merupakan salah satu komponen mutu buah yang penting bagi konsumen. Untuk buah stroberi, rasa yang baik adalah manis dengan sedikit asam. Rasa manis dan asam pada stroberi ditentukan oleh rasio Padatan Terlarut Total (PTT) dan Asam Tertitrasi Total (ATT) Buah. Kandungan PTT buah menunjukkan kandungan sukrosa yang terkandung dalam sari buah. Menurut Wang dan Champ (2000), kandungan PTT buah dipengaruhi oleh kultivar dan lingkungan tumbuh seperti suhu, cahaya, ketersediaan air dan nutrisi tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian Purnadiyasa (2013) bahwa kebutuhan air tanaman stroberi pada saat kadar air media tanaman tinggi adalah 57,66 ml.hari⁻¹, kadar air media tanam sedang adalah 42,40 ml.hari⁻¹ dan kadar air media tanam rendah adalah 30,06 ml.hari⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan air tanaman juga dipengaruhi oleh kadar air media tanam. Dari penelitian ini terlihat kecenderungan bahwa kebutuhan air tanaman akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar air tanah. Pada saat kadar air media tanam tinggi, kebutuhan

air tanaman meningkat karena peningkatan evaporasi serta mudahnya air diambil oleh tanaman, terutama terjadi pada saat awal pertumbuhan tanaman.

2.5 Pengaruh Pupuk MgSO₄ pada Pembentukan Antosianin

Pemberian unsur hara melalui pemupukan sangat penting untuk meningkatkan produksi senyawa metabolit tanaman. Pupuk MgSO₄ merupakan salah satu unsur hara yang memiliki peran pada mekanisme produksi senyawa metabolit tanaman. Menurut Hornok (1992) S dalam bentuk SO₄²⁻ merupakan elemen esensial dalam sintesis protein dan produksi senyawa-senyawa metabolit sekunder dalam tanaman seperti flavonoid dan terpenoid, sedangkan Mg dapat membentuk senyawa Cianidin Mg-Compleks yang merupakan salah satu aglikon antosianin (Vickery, 1981). Berdasarkan hasil wawancara dengan petani stroberi Pandanrejo, dosis rekomendasi yang umum dilakukan petani adalah 2 – 5 g.l⁻¹ pupuk MgSO₄ selama fase pembesaran dan pematangan buah.

Menurut Tripatmasari *et al.*, (2014), unsur hara magnesium (Mg), dan sulfur (S) merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan untuk pembentukan flavonoid yang berfungsi pada pembentukan antosianin. Mg dapat membentuk senyawa cianidin Mg-kompleks yang merupakan salah satu aglikon dari antosianin. Magnesium juga berperan sebagai penyusun klorofil, serta translokasi karbohidrat, selain itu, sebagai unsur hara yang berperan dalam penyusunan klorofil pada daun, kekurangan magnesium akan sangat terlihat dengan warna daun yang pucat dan mengalami penuaan dini (Larasati *et al.*, 2016). Selain itu, beberapa logam bervalensi dua atau tiga seperti magnesium dan aluminium dapat membentuk kompleks dengan antosianin dan menciptakan warna pada tanaman. Bentuk kompleks tersebut menyebabkan antosianin lebih stabil. Reaksi ko-pigmentasi dapat terjadi dengan dua macam mekanisme yaitu reaksi intramolekul melalui ikatan kovalen pada gugus aglikon dan reaksi intramolekul yang melibatkan ikatan hidrofobik yang lemah antara flavonoid dan antosianin (Andarwulan, 2012).

Menurut Hornok (1992), sulfur (S) yang diserap tanaman adalah dalam bentuk ion sulfat SO₄²⁻. SO₄²⁻ merupakan elemen esensial dalam sintesis protein dan produksi senyawa-senyawa metabolit sekunder, salah satunya flavonoid. menurut Nirwan *et al.* (2007) bahwa peningkatan produksi antosianin tertinggi

(0.232 g/tanaman) diperoleh dengan dosis pupuk kandang ayam 100 g + SO_4 0.8 g/tanaman karena untuk menghasilkan kadar SO_4 jaringan daun dan total flavonoid daun dewa tertinggi, pemberian pupuk SO_4 pada daun dewa dianjurkan sebanyak 0,8 g/tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian Fitriani (2010) Dosis pupuk $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman, bobot basah daun, produksi antosianin. Dosis pupuk optimum tercapai dengan pemberian 2.80 g $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{tanaman}^{-1}$. Produksi antosianin daun dewa dapat ditingkatkan dengan pemberian naungan 50% selama 3 bulan dan pemberian 2.80 g $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{tanaman}^{-1}$ dan sebaiknya tanaman daun dewa dipanen pada umur 3 bulan. Hal ini dikarenakan pertumbuhan tanaman yang lebih pesat dan menghasilkan total biomassa yang lebih tinggi. Berbeda dengan Fitriani, hasil penelitian Larasati *et al.* (2016), yang menggunakan pupuk MgSO_4 dengan dosis 2 g.tanaman⁻¹, kurang memberikan perbedaan yang nyata pada hasil kadar antosianin tanaman daun pucuk merah. Sehingga peningkatan kadar magnesium dan sulfur pemupukan tanaman perlu dilakukan untuk meningkatkan kadar antosianin.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah plastik Dusun Pandan, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada bulan April 2018 hingga Agustus 2018 dengan suhu udara rata-rata 23-28 °C (Lampiran 6).

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gelas piala 500 ml, oven, sedotan, kain kasa, aluminium foil, plastik, timbangan digital yang digunakan dalam pengukuran kadar air tanah. *hand-refractometer*, *spektrofotometer*, mortal pistil, jangka sorong, kamera dan alat-alat laboratorium yang digunakan untuk analisis mutu buah dan klorofil.

Bahan-bahan yang digunakan adalah bibit tanaman stroberi varietas *California* yang berumur 3 minggu, polibag ukuran 30 x 30 cm² dengan volume media 4 kg, pupuk Urea, SP-36, KCl, pupuk MgSO₄ (kiserit), air, media tanam tanah, arang sekam, pupuk kandang sapi, kerikil serta bahan-bahan kimia untuk analisis mutu buah yang dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial, meliputi 2 faktor yang diulang 3 kali. Faktor pertama ialah kadar air tanah dengan 3 level, yaitu :

$K_1 = 100\%$ kapasitas lapang

$K_2 = 75\%$ kapasitas lapang

$K_3 = 50\%$ kapasitas lapang.

Sedangkan faktor kedua ialah dosis pemupukan MgSO₄ yang terdiri dari 3 level, yaitu :

$P_0 = 0$ g per tanaman

$P_1 = 4$ g per tanaman

$P_2 = 8$ g per tanaman

Dari dua faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan sebagaimana disajikan pada Tabel 4 dan setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali

sehingga menghasilkan 27 unit perlakuan. Setiap unit percobaan terdapat 30 tanaman sehingga dipersiapkan 810 unit (polibag) tanaman. Denah Percobaan disajikan pada Lampiran 1.

Tabel 4. Kombinasi Perlakuan Kadar Air Tanah dan Dosis Pupuk $MgSO_4$

Kadar Air Tanah (K)	Dosis Pupuk $MgSO_4$ (P)		
	P0	P1	P2
K1	K1P0	K1P1	K1P2
K2	K2P0	K2P1	K2P2
K3	K3P0	K3P1	K3P2

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pembibitan tanaman stroberi secara vegetatif dengan teknik susukan, serta melakukan analisis dan perhitungan kadar air tanah awal dan kadar air kapasitas lapang sebelum proses penanaman.

3.4.1 Persiapan Bahan Tanam

Persiapan bahan tanam merupakan kegiatan tahap awal yang dilakukan dalam suatu kegiatan budidaya tanaman. Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit stroberi varietas *california* berumur 3 minggu yang sehat, memiliki jumlah daun dan tinggi yang seragam serta diperoleh dari lahan petani di Pandanrejo, Malang.

3.4.2 Persiapan Media dan Pengukuran Kadar Air Tanah

Media tanam yang digunakan untuk menanam stroberi dalam penelitian ini yaitu campuran dari tanah, arang sekam dan pupuk kandang sapi dengan perbandingan (2 : 2 : 1). Pencampuran media berdasarkan volume wadah media yaitu menggunakan wadah dari ember dan dicampur sesuai dengan perbandingan komposisi media. Kemudian, seluruh media dicampur hingga homogen sebelum dilakukan penanaman dan analisis kadar air tanah. Media yang telah dicampur dimasukkan ke dalam polibag berukuran 30 x 30 cm² dan diukur berat media, sehingga diperoleh berat media 4 kg dalam polibag sebagai data berat media yang digunakan untuk perhitungan analisis kadar air tanah.

a. Pengukuran Kadar air awal (kering udara)

Penetapan kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah awal sebelum adanya perlakuan dengan metode gravimetrik, sehingga dapat ditetapkan jumlah air yang harus ditambahkan untuk mencapai kapasitas lapang dengan metode *Alhricks*. Penetapan kadar air secara gravimetrik yaitu dengan menggunakan contoh tanah yang telah dikeringudarkan sebanyak 10 g sampel tanah dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Kadar Air gravimetrik di hitung dengan rumus :

$$\text{KA (\%berat)} = \frac{\text{Berat tanah awal} - \text{berat tanah kering oven}}{\text{Berat tanah awal}} \times 100\%$$

b. Pengukuran Kadar air kapasitas lapang metode *Alhricks*.

Penetapan kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah awal sebelum adanya perlakuan, sehingga dapat ditetapkan jumlah air yang harus ditambahkan untuk mencapai kapasitas lapang tiap perlakuan. Tahapan pengerjaan dengan metode *Alhricks* adalah sebagai berikut: gelas piala 500 ml diisi dengan kerikil setinggi 1-2 cm dan dilapisi dengan kain kasa agar tanah tidak turun saat diketuk. Sedotan diletakkan tegak lurus dengan permukaan kerikil. Sedotan ini berfungsi untuk mengalirkan udara di kerikil, sedangkan kerikil berfungsi sebagai media peredap air gravitasi. Gelas piala diisi dengan media tanam yang digunakan setelah di kering udara kan sampai 3,5 cm dari tepi atas gelas. Gelas piala diketuk 50 kali ketukan. Lapisan tanah atas dibasahi dengan air dengan cara disemprot dengan sprayer namun air dikontrol agar tidak sampai membasahi kerikil. Gelas piala ditutup dengan plastik dan disimpan selama 24 jam atau hingga air membasahi lapisan tanah bagian bawah sebelum kerikil. Setelah 24 jam, diambil contoh tanah pada lapisan atas, tengah dan bawah dari permukaan kemudian di timbang contoh tanah tersebut sebagai berat tanah kapasitas lapang dan ditetapkan kadar airnya berdasarkan bobot tanah kering oven 105 °C selama 2x24 jam. Tahapan ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan untuk memperoleh kadar air yang relatif tetap dan diukur kadar air per interval waktu (setiap hari sampai kadar airnya relatif tetap), serta dibuat persamaan antar kadar air dan waktu. Berikut ini adalah rumus perhitungan kadar air kapasitas lapang (KAKL) :

$$\text{KAKL (\%berat)} = \frac{\text{Berat tanah awal} - \text{berat tanah kering oven}}{\text{Berat tanah kering oven}} \times 100\%$$

Nilai kadar air kapasitas lapang yang dihasilkan dari percobaan di laboratorium (% KAKL) digunakan sebagai dasar pemberian air pada percobaan polibag di rumah kaca (Haridjaja, 2013).

$$\text{Kadar air yang harus di tambahkan} = (\% \text{KAKL}) - (\% \text{KA awal})$$

c. Pengaturan Kadar Air Tanah

Perlakuan kadar air dilakukan pada saat proses *transplanting* bibit ke media polibag perlakuan sesuai dengan volume persentase kadar air yang ditetapkan (lampiran 5). Setelah aplikasi kadar air, dilakukan penimbangan bobot media tanam dan tanaman di dalam polibag sebagai bobot awal yang datanya digunakan untuk penyesuaian kadar air tanah. Jika persentase kadar air berkurang maka ditambahkan air hingga memenuhi persentase kadar air awal berdasarkan bobot awal media tanam dan tanaman, sehingga diperoleh volume air yang ditambahkan pada interval waktu penyiraman selanjutnya.

Koreksi terhadap pertambahan bobot tanaman dilakukan dengan mencabut tanaman dan menimbang bobot tanaman sesuai kombinasi perlakuan sebanyak 3 kali yaitu pada awal tanam, 49 hst dan 85 hst dengan menggunakan contoh tidak tetap yang disediakan khusus untuk koreksi bobot basah tanaman. Pengukuran bobot basah dilakukan untuk mengetahui bobot basah tanaman pada setiap fase sehingga datanya digunakan sebagai penentuan berat media tanam dan air dalam mempertahankan persentase kadar air tanah disetiap perlakuan.

3.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan pada polibag dengan ukuran 30 x 30 cm. Bibit yang digunakan adalah bibit berumur 3 minggu dengan ukuran yang seragam, tinggi relatif sama, dan memiliki jumlah daun yang seragam. Bibit yang terpilih ditanam ke dalam polibag yang telah terisi campuran media tanah, arang sekam dan pupuk kandang sapi. Sebelum penanaman, dibuat lubang tanam dengan kedalaman 5 cm dibagian tengah media. Bibit dipindah ke media tanam dengan cara menggantung polibag yang digunakan sebagai wadah penanaman bibit untuk menghindari perakarannya patah akibat perlakuan yang tidak baik (dicabut), kemudian ditutup dan tepat di leher batang ditekan pada saat penanaman. Pupuk dasar berupa Urea,

SP-36 dan KCl. Pemupukan disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan diaplikasikan sebelum perlakuan, dengan cara ditugal sedalam 5 cm. Pemberian pupuk secara tugal bertujuan agar pupuk mudah terjangkau akar. Setelah penanaman, tanaman disiram sesuai dengan taraf perlakuan kadar air kapasitas lapang. Stroberi diletakkan sesuai dengan perlakuan penelitian dengan jarak tanam $30 \times 30 \text{ cm}^2$. Tiap polibag ditanami dengan satu tanaman stroberi kemudian diberi label dan diletakkan sesuai denah percobaan. Denah percobaan disusun sesuai dengan rancangan acak kelompok (Lampiran 1).

3.4.4 Pemupukan

a. Pemupukan NPK

Pemupukan pada tanaman stroberi tidak hanya diberikan pada saat awal tanam saja, namun juga diberikan lagi pada saat tanaman sudah mulai tumbuh dan pada saat tanaman sudah menghasilkan buah. Dosis anjuran pupuk per hektar lahan adalah 200 kg Urea, 320 kg SP-36 dan 100 kg KCL. Pada awal tanam, pupuk Urea, SP- 36 dan KCl diberikan sebanyak $\frac{2}{3}$ dosis, kemudian saat tanaman telah mencapai umur 60 hst, diberikan kembali sebanyak $\frac{1}{3}$. Pemupukan dilakukan dengan cara ditugal sedalam $\pm 5 - 10 \text{ cm}$ dan dengan dosis sesuai kebutuhan per tanaman (Lampiran 4).

b. Pemupukan MgSO_4

Pengaplikasian pupuk MgSO_4 (kiserit) diberikan dosis sesuai dengan taraf perlakuan. Dosis rekomendasi yang umum dilakukan petani adalah $2 - 5 \text{ g.l}^{-1}$ pupuk MgSO_4 selama fase pembesaran dan pematangan buah. Berdasarkan dosis rekomendasi tersebut taraf dosis yang diberikan pada perlakuan pemupukan MgSO_4 ini ialah 0 g, 4 g, 8 g per tanaman. Pemupukan dilakukan secara tugal dengan dibenamkan ke dalam lubang sedalam $\pm 5 - 10 \text{ cm}$ dengan jarak tegak lurus dari tajuk daun. Pemupukan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada umur 28 hst, 42 hst dan 56 hst. Hal ini dilakukan karena sifat pupuk MgSO_4 yang sukar larut dalam air dan bereaksi asam sehingga pengaplikasian diberikan dengan interval 2 minggu sekali agar saat dibutuhkan pupuk ini dalam bentuk yang tersedia terutama pada fase pembesaran dan pematangan buah.

3.4.5 Pemeliharaan

a) Penyiraman

Penyiraman dilakukan pada hari pertama transplanting bibit tanaman stroberi berdasarkan persentase kadar air tanah disetiap taraf perlakuan. Penyiraman dilakukan sesuai volume yang diberikan berdasarkan hasil perhitungan kadar air kapasitas lapang dan dilakukan pada pagi hari dengan interval 2 hari sekali dalam seminggu. Penyiraman pada hari ke 2 setelah aplikasi perlakuan kadar air berdasarkan volume yang harus ditambahkan untuk memenuhi berat bobot awal media dan tanaman yang telah dilakukan penimbangan awal saat aplikasi perlakuan. Sehingga untuk penyiraman selanjutnya, volume yang diberikan sesuai dengan data volume yang ditambahkan pada hari ke 2 setelah aplikasi perlakuan kadar air tanah.

b) Penyulaman

Penyulaman dilakukan dengan mengganti tanaman yang mati atau tumbuh tidak normal (abnormal) atau tanaman yang rusak oleh OPT. Penyulaman bibit harus dilakukan seawal mungkin sampai tanaman berumur 1 – 2 minggu setelah tanam. Bibit yang digunakan untuk penyulaman harus diambilkan dari bibit yang berumur sama. Dengan demikian, pertumbuhan tanaman sulaman sama dengan tanaman sebelumnya.

c) Pemangkasan Daun dan Stolon

Pemangkasan dilakukan terhadap daun-daun stroberi yang mengering dan daun yang terserang hama dan penyakit, karena berpotensi untuk menularkan penyakit ke tanaman lain. Pemangkasan juga dilakukan pada stolon yang telah dilakukan pengamatan untuk mengarahkan pertumbuhan ke arah produksi buah. Pemangkasan stolon dilakukan setelah pengamatan jumlah stolon dengan cara menggunting stolon sepanjang 5 cm dari pangkal batang.

d) Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara manual. Apabila terdapat hama dan penyakit pada tanaman stroberi, maka serangga atau tanaman yang terserang penyakit dibuang agar tidak menular ke tanaman yang lain. Pengendalian dilakukan apabila terdapat hama yang menyerang tanaman dan terdapat gejala tanaman terserang penyakit. Pengendalian hama dan penyakit

tanaman dilakukan dengan menyemprotkan fungisida Benlate® dengan konsentrasi 0.7 g/liter dan penyemprotan insektisida Curacron® 500 EC dengan konsentrasi 1 cc/liter. Penyemprotan dilakukan apabila tanaman menunjukkan gejala penyakit atau serangan hama. Penyemprotan diusahakan tidak dilakukan pada musim panen. Apabila harus dilakukan maka tanaman stroberi minimal disemprot 2 hari sebelum buah dipanen. Penyemprotan dilakukan 2 kali selama penelitian yaitu apabila menunjukkan adanya gejala OPT dan dilakukan 1 kali sebagai bentuk pemeliharaan tanaman.

3.4.6 Panen

Pemanenan dilakukan setelah buah berumur 2 minggu sejak pembungaan atau bila kulit buah telah dominan berwarna merah dan bila dipegang terasa agak kenyal atau empuk. Pemanenan dilakukan pada saat pagi hari karena buah stroberi cepat lembek dan busuk dalam cuaca panas. Pemanenan dapat dilakukan pada umur 85 hst sampai 120 hst, dengan menggunting bagian tangkai buah serta kelopaknya.

3.5 Parameter Pengamatan

Pengamatan meliputi pertumbuhan, hasil panen tanaman, kualitas buah dan pengamatan data penunjang yaitu suhu area rumah plastik yang dilakukan pengamatan setiap hari dengan menggunakan alat termometer ruangan sehingga diperoleh data suhu harian rata-rata selama penelitian.

3.5.1 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan pertumbuhan dilakukan pada petak sampel non destruktif sebanyak 3 sampel tanaman dan petak sampel destruktif sebanyak 2 sampel tanaman. Berikut ini adalah parameter pengamatan pertumbuhan

a. Parameter pertumbuhan secara destruktif

1. Luas Daun

Pengukuran luas daun dilakukan dengan menggunakan alat LAM (*Leaf Area Meter*), pengukuran luas daun dilakukan dengan merusak atau mengambil beberapa organ tanaman sebagai sampel destruktif. Pengambilan sampel dilakukan pada umur tanaman 49 hst yang mewakili fase vegetatif dan 85 hst yang mewakili fase generatif tanaman sehingga diketahui laju fotosintesis per satuan tanaman setelah aplikasi perlakuan. Daun yang diambil adalah daun

yang telah membuka sempurna karena telah mampu digunakan sebagai tempat fotosintesis.

2. Pengukuran Kadar Klorofil

Analisis klorofil dilakukan pada daun yang sudah dewasa dengan ciri-ciri berwarna hijau tua dan telah membuka sempurna karena telah mampu digunakan sebagai tempat fotosintesis. Pengukuran kadar klorofil dilakukan pada umur 49 hst dan 85 hst bersamaan dengan pengamatan luas daun. Analisis klorofil di laboratorium dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Contoh daun diambil dan digerus dengan mortar, kemudian ditambah aseton 80% secukupnya untuk memudahkan penggerusan.
2. Selanjutnya ekstrak klorofil pada mortar dipindahkan kedalam tabung reaksi
3. Kemudian ekstrak klorofil dalam tabung reaksi diencerkan dengan aseton 80% hingga 10 ml dan ekstrak klorofil dipindahkan ke wadah spektrofotometer yang kemudian akan diukur oleh alat spektrofotometer pada pajang gelombang 645 nm dan 663 nm dalam sel 1 cm.
4. Penentuan kadar klorofil daun berdasarkan rumus (Harborne, 1973) :

$$\text{Klorofil a} = 12,7 (A.663) - 2,69 (A.645) \text{ mg/l.}$$

$$\text{Klorofil b} = 22,9 (A.645) - 4,68 (A.663) \text{ mg/l.}$$

$$\text{Klorofil total} = 8,02 (A.663) + 20,2 (A.645) \text{ mg/l.}$$

Keterangan:

A = Nilai absorbansi yang terbaca pada spektrofotometer

b. Parameter pertumbuhan secara non destruktif

1. Jumlah Daun (helai)

Perhitungan jumlah daun dihitung dengan menghitung daun yang telah terbentuk sempurna dari masing-masing tanaman sampel. Perhitungan dimulai dari jumlah daun yang dipertahankan di awal tanam hingga jumlah daun yang terbentuk pada waktu pengamatan. Pengamatan dilakukan pada umur 14, 28, 42, 56, 70, 84 - 120 hst.

2. Pengamatan panjang tanaman (cm)

Pengamatan dilakukan dengan mengukur panjang tanaman stroberi dari pangkal batang (permukaan tanah) sampai ujung kanopi daun. Pengamatan dilakukan pada umur 14, 28, 42, 56, 70, 84 - 120 hst.

3. Jumlah stolon

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah stolon setiap sampel tanaman. Pengamatan dilakukan pada umur 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 - 120 hst.

3.5.2 Pengamatan Panen

Pengamatan panen dilakukan pada saat tanaman berumur 85 hst sampai 120 hst dengan interval waktu seminggu 2 kali. Ciri-ciri buah yang siap dipanen yaitu bila kulit buah telah dominan berwarna merah dan bila dipegang terasa agak kenyal dan empuk. Pengamatan pada saat panen yaitu :

1. Umur berbunga (hst)

Pengamatan umur berbunga dilakukan pada saat bunga pertama kali mulai muncul sebanyak 50% pada keseluruhan tanaman. Umur berbunga dihitung berdasarkan jumlah hari dari awal penanaman hingga muncul bunga

2. Umur berbuah (hst)

Pengamatan umur berbuah dilakukan pada saat buah mulai muncul pertama kali sebanyak 50% pada keseluruhan tanaman.

3. Umur panen pertama (hst)

Pengamatan umur panen pertama dilakukan pada saat pertama kali melakukan pemanenan buah stroberi. Pemanenan dilakukan apabila terdapat 50% buah yang siap panen pada keseluruhan tanaman. Umur panen pertama dihitung berdasarkan jumlah hari dari awal penanaman hingga siap panen

4. Umur panen terakhir (hst)

Pengamatan umur panen terakhir dilakukan pada saat terakhir kali dilakukan pemanenan buah stroberi. Umur panen terakhir dihitung berdasarkan jumlah hari dari awal penanaman hingga panen terakhir di akhir penelitian.

5. Jumlah buah

Jumlah buah per tanaman dihitung dengan cara menghitung banyaknya buah dalam satu tanaman. Perhitungan dilakukan secara berkala seminggu sekali dimulai saat buah siap panen.

6. Bobot buah per buah (g)

Bobot buah per buah diperoleh dengan cara menimbang semua jumlah buah per buah yang terbentuk pada satu tanaman. Perhitungan dilakukan secara berkala seminggu sekali dimulai saat buah siap panen.

7. Bobot buah per Tanaman (g)

Bobot buah per tanaman diperoleh dengan cara menimbang semua jumlah buah yang terbentuk pada satu tanaman. Perhitungan dilakukan secara berkala seminggu sekali dimulai saat buah siap panen

3.5.3 Pengamatan Komponen Kualitas Tanaman

Pengamatan komponen Kualitas dilakukan dengan destruktif tanaman yaitu daun dan buah. Pengamatan ini dilakukan di laboratorium dengan mengambil sampel tanaman dari petak panen.

1. Lingkar dan Panjang Buah (cm)

Pengukuran ini menggunakan alat bantu jangka sorong digital, dimana lingkar buah diukur secara horizontal pada bagian tengah buah, sedangkan panjang buah diukur secara vertikal.

2. Kadar Kemanisan Buah ($^{\circ}$ brix)

Pengamatan tingkat kemanisan buah dilakukan dengan mengukur derajat kemanisan menggunakan hand refraktometer. Sebelum pengukuran terlebih dahulu dilakukan kalibrasi refraktometer dengan cara air akuades diteteskan pada pentratometer kemudian tutup prisma, tunggu 10 detik kemudian arahkan cahaya apabila nilainya nol maka dapat digunakan untuk mengukur tingkat kemanisan buah. Tutup prisma di lap menggunakan tisu sebelum digunakan untuk mengukur tingkat kemanisan buah stroberi. Derajat kemanisan sampel diukur dengan cara menghancurkan buah hasil panen, kemudian menyaring sari buah, kemudian meletakkan dua tetes sari buah pada lensa sampel buah refraktometer. Prisma refraktometer yang telah ditetesi cairan sampel ditutup secara perlahan untuk mencegah terbentuknya gelembung udara, selanjutnya refraktometer diarahkan ke arah cahaya yang cukup supaya terlihat jelas skala penunjuk untuk mengetahui tingkat kemanisan ($^{\circ}$ brix) buah stroberi.

Tingkat/kategori rasa manis buah stroberi ditentukan berdasarkan nilai $^{\circ}$ brix yang meliputi beberapa kategori sebagai berikut :

Tabel 5. Kategori tingkat kemanisan buah stroberi berdasarkan nilai °brix

No	Nilai °brix	Kategori Rasa Manis Buah Stroberi
1	0 - >3	Tidak Manis (Tidak Bermutu Sama Sekali)
2	>3 - <6	Kurang manis (Bermutu Rendah)
3	>6 - <10	Cukup Manis (Bermutu Sedang)
4	>10 - <14	Manis (Bermutu)
5	>14 - 16	Sangat Manis (Bermutu Baik)

Sumber : Dewi, 2017

3. Penetapan Kadar Antosianin Metode Spektrofotometer

a. Larutan Penyangga (LP)

- LP KCl pH 1,0 (potassium chloride, 0,025 M). Larutkan 186,4 g KCl dalam gelas piala (beaker glass 1000 ml) dengan 980 ml air destilasi. Laraskan larutan pada pH – 1,0 dengan HCl (ca. 6,3 ml) dan dipindahkan ke labu ukur dan tambahkan air destilasi hingga volume larutan 1000 ml.
- LP Na Asetat pH 4,5 (CH₃CO₂Na, 0,4 M). Larutkan 54,414 g Na Asetat (CH₃CO₂Na.3H₂O) dalam gelas piala kapasitas 1000 ml dengan 960 ml air destilasi. Laraskan larutan pada pH 4,5 dengan HCl (ca. 20 ml), dan pindahkan ke labu ukur dan tambahkan air destilasi hingga volume larutan 1000 ml.

b. Prosedur Pengamatan

- Siapkan sekitar 5 g bahan tanam (berat kering) yang dimaserasi (digiling halus) dengan *mortar* dan *pestle*.
- Siapkan dua gelas piala (25 ml) yang dilabel dengan A dan B, dan diisi masing-masing dengan 1 g bahan tanaman yang telah dihaluskan.
- Satu gelas piala (A) diberi 10 ml larutan penyangga KCl (0,025 M, pH 1,0) dan yang satu lagi (B) diberi larutan penyangga natrium asetat (0,4 M CH₃COONa, pH 4,5)
- Larutan campuran dicampur secara merata dengan bantuan vortex atau pengaduk *magnetic stirrer* dan didiamkan selama dua jam pada suhu kamar ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), selanjutnya disaring dengan kertas saring (*Whatman* No.1)
- Absorbansi dari ekstrak diamati dengan spectrophotometer pada panjang gelombang 520 nm untuk sampel A dan 700 nm untuk sampel B.

c. Penetapan

- Ukur absorbansi dari bahan yang diencerkan dengan LP pH 1,0 (B) dan pH 4,5 (C) pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Ukur juga absorbance dari blanko (air destilasi). Pengamatan panjang 700 nm ditujukan untuk koreksi embun
- Konsentrasi pigment *anthocyanin* (TAC = *total anthocyanin concentration*) yang dinyatakan setara dengan cyanidin-3-glucoside, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$TAC = \frac{A * MW * DF * 10^3}{\epsilon * l}$$

Keterangan :

A : ($A_{520nm} - A_{700nm}$) pH 1,0 – ($A_{520nm} - A_{700nm}$) pH 4,5

MW : *molecular weight* = 449,2 g/mol dari cyanidin-3-glucoside

DF : faktor pengencer (10 = 10 ml/1 g)

l : panjang lintasan (*pathlength*, cm)

ϵ : 26900 (molar extinction coefficient, L mol⁻¹ cm⁻¹ dari cyd-3-glu)

10³ : koreksi dari g ke mg

(AOAC, 2005)

4. Analisis Vitamin C dengan Uji Iodium

Bahan sampel ditimbang sebanyak 200-300 gram dan dihancurkan dengan blender/mortal sampai diperoleh bubuk. Bubur ditimbang sebanyak 10-30 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan selanjutnya ditambah aquades sampai tanda batas. Kemudian filtrat dihomogenkan dan disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh diambil 25 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml kemudian 1 ml amilum 1% ditambahkan ke dalamnya. Filtrat yang telah ditambahkan dengan amilum dititrasi dengan larutan iodium standar 0.01 N sampai terjadi perubahan warna (Pertiwi, 2014). Kadar vitamin C dihitung dengan rumus :

$$\text{Vitamin C (\%)} = \frac{\text{ml iodium} \times 0,01 \text{ N} \times 100/25 \times 88 \times 100}{\text{Berat bahan (mg)}}$$

3.6 Analisis Data

Data yang telah didapatkan kemudian di uji menggunakan analisis ragam dengan uji F pada taraf 5%. Bila hasil pengujian diperoleh perbedaan yang nyata

antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan dengan menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Panjang Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata antar perlakuan kadar air dan dosis pupuk $MgSO_4$, tetapi tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut pada parameter panjang tanaman stroberi (Lampiran 7). Rata-rata panjang tanaman stroberi akibat perlakuan kadar air dan pemupukan $MgSO_4$ disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Panjang Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pemupukan $MgSO_4$

Perlakuan	Panjang Tanaman (cm) pada umur pengamatan hari setelah tanam (HST)							
	14	28	42	56	70	84	98	112
Kadar Air Tanah								
100% KL	12,52	15,02	18,18	20,56 b	21,44 ab	22,70 ab	24,00	24,00
75% KL	13,71	16,01	19,00	21,51 b	22,56 b	23,69 b	24,30	24,30
50% KL	10,72	12,54	14,96	16,49 a	17,36 a	18,37 a	19,05	19,06
BNT 5%	tn	tn	tn	3,69	4,10	4,42	tn	tn
Pupuk $MgSO_4$								
0 g.tan ⁻¹	10,66	12,41 a	14,79	16,24 a	17,50 a	18,69	18,89	19,25
4 g.tan ⁻¹	13,52	15,91 b	18,89	21,66 b	22,47 b	23,47	24,67	26,14
8 g.tan ⁻¹	12,78	15,24 ab	18,47	20,66 b	21,38 ab	22,59	23,80	24,89
BNT 5%	tn	2,88	tn	3,69	4,10	tn	tn	tn
KK (%)	2,40	2,21	2,36	2,10	2,23	2,27	2,64	3,07
Keterangan	: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang ; tn = tida nyata							

Pertumbuhan panjang tanaman stroberi meningkat secara terus menerus seiring dengan penambahan umur tanaman (Tabel 6). Pada umumnya, tanaman stroberi yang tumbuh pada kadar air 75% kapasitas lapang menghasilkan panjang tanaman lebih panjang dibandingkan kadar air 50% kapasitas lapang, tetapi tidak berbeda nyata dengan kadar air 100% kapasitas lapang di umur 70 dan 84 HST. Pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan⁻¹ menghasilkan panjang tanaman lebih panjang dibandingkan dengan dosis 0 g.tan⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 8 g.tan⁻¹ pada umur 28 dan 70 HST.

4.1.2 Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman stroberi dipengaruhi oleh interaksi pemberian kadar air dan pupuk $MgSO_4$ pada umur pengamatan 84 HST. Secara terpisah pemberian pupuk $MgSO_4$ memberikan pengaruh terhadap jumlah daun pada umur 14 hingga 70, 98 dan 112 HST, namun perlakuan kadar air tidak memberikan pengaruh pada parameter jumlah daun (Lampiran 8). Rata-rata jumlah daun per tanaman hasil interaksi perlakuan kadar air dan pupuk $MgSO_4$ pada umur 84 HST disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Jumlah Daun Akibat Interaksi Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk $MgSO_4$

Perlakuan Kadar Air Tanah	Jumlah Daun (Helai.tanaman ⁻¹) pada umur 84 (HST)		
	Pupuk $MgSO_4$		
	0 g.tan ⁻¹	4 g.tan ⁻¹	8 g.tan ⁻¹
100% Kapasitas Lapang	11,11 bc	12,56 c	9,22 a
75% Kapasitas Lapang	11,67 bc	12,22 bc	12,67 c
50% Kapasitas Lapang	10,56 ab	12,44 c	9,22 a
BNT 5%	1,80		
KK (%)	1,02		

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefesien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

Pertumbuhan tanaman stroberi akibat interaksi antara kadar air 100% kapasitas lapang dan pupuk $MgSO_4$ 4 g.tan⁻¹ menghasilkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dosis pupuk 8 g.tan⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan tanpa pemupukan $MgSO_4$. Pemberian kadar air 75% kapasitas lapang disertai pupuk $MgSO_4$ 8 g.tan⁻¹ menghasilkan jumlah daun lebih banyak, tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 0 dan 8 g.tan⁻¹. Sedangkan pemberian kadar air 50% dan 4 g.tan⁻¹ pupuk $MgSO_4$ menghasilkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dosis 8 g.tan⁻¹ maupun tanpa pemupukan.

Tabel 8. Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pemupukan $MgSO_4$

Perlakuan	Jumlah Daun (helai.tanaman ⁻¹) pada umur pengamatan (hari setelah tanam)						
	14	28	42	56	70	98	112
Kadar Air Tanah							
100% KL	4,74	6,15	9,59	10,63	10,67	11,52	11,67
75% KL	4,81	6,26	9,81	9,59	10,78	12,00	12,07
50% KL	4,00	5,60	7,44	8,93	8,93	11,07	10,41
BNT 5%	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Pupuk $MgSO_4$							
0 g.tan ⁻¹	3,74 a	4,63 a	7,15	7,78 a	8,00 a	10,26 a	9,85
4 g.tan ⁻¹	4,93 b	6,78 b	10,07	11,11 b	11,63 b	12,30 b	11,44
8 g.tan ⁻¹	4,89 b	6,59 b	9,63	10,26 ab	10,74 ab	12,04 b	12,85
BNT 5%	1,05	1,86	tn	2,52	2,87	1,67	tn
KK (%)	2,58	3,44	3,29	2,88	3,15	1,61	2,35

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefesien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

Pertumbuhan jumlah daun tanaman stroberi meningkat secara terus menerus seiring dengan penambahan umur tanaman. Pemberian pupuk $MgSO_4$ 4 g.tan⁻¹ dan 8 g.tan⁻¹ menghasilkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan tanpa pemupukan (0 g.tan⁻¹) pada umur 14, 28 dan 98 HST (Tabel 8). Pada umur pengamatan 56 dan 70 HST, jumlah daun lebih banyak dihasilkan oleh pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis pupuk 8 g.tan⁻¹ maupun tanpa pemupukan.

4.1.3 Jumlah Stolon

Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata antara perlakuan kadar air dan pupuk $MgSO_4$, tetapi tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut pada parameter jumlah stolon (Lampiran 9). Rata-rata jumlah stolon per tanaman pada umur 14 hingga 112 hst disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-Rata Jumlah Stolon Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pemupukan $MgSO_4$

Perlakuan	Jumlah Stolon (buah.tanaman ⁻¹) pada umur pengamatan (hari setelah tanam)							
	14	28	42	56	70	84	98	112
Kadar Air Tanah								
100% KL	-	1,22	1,44	2,30	1,70 ab	1,00	1,63	0,96
75% KL	-	1,33	1,70	2,63	1,93 b	1,15	1,78	1,22
50% KL	-	1,07	1,26	2,04	1,37 a	0,78	1,40	0,85
BNT 5%	-	tn	tn	tn	0,39	tn	tn	tn
Pupuk $MgSO_4$								
0 g.tan ⁻¹	-	0,93 a	1,22 a	1,74 a	1,33 a	0,74 a	0,85 a	0,78 a
4 g.tan ⁻¹	-	1,37 b	1,74 b	2,74 b	1,89 b	1,22 b	2,19 c	1,30 b
8 g.tan ⁻¹	-	1,33 b	1,44 ab	2,48 b	1,78 b	0,96 ab	1,78 b	0,96 a
BNT 5%	-	0,36	0,37	0,51	0,39	0,33	0,33	0,33
KK (%)	-	3,32	2,81	2,64	2,59	3,79	2,30	3,65

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang ; (-) = belum muncul stolon

Pertumbuhan jumlah stolon tanaman stroberi meningkat secara terus menerus seiring dengan pertambahan umur tanaman. Tanaman stroberi yang tumbuh pada pemberian kadar air 75% kapasitas lapang menghasilkan jumlah stolon lebih banyak dibandingkan kadar air 50%, tetapi tidak berbeda nyata dengan kadar air 100% kapasitas lapang pada umur 70 HST. Pemberian pupuk $MgSO_4$ 4 g.tan⁻¹ dan 8 g.tan⁻¹ menghasilkan jumlah stolon lebih banyak dibandingkan dengan tanpa pemupukan (0 g.tan⁻¹) pada umur 28, 56 dan 70 HST . Pada umur 42 dan 84 HST, jumlah stolon lebih banyak dihasilkan oleh dosis pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk 8 dan 0 g.tan⁻¹. Perbedaan nyata terlihat pada umur 98 dan 112 HST akibat pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan⁻¹ menghasilkan jumlah stolon lebih banyak dibandingkan dosis 8 g.tan⁻¹ maupun tanpa pemupukan (Tabel 9).

4.1.4 Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rata-rata luas daun tanaman stroberi dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan kadar air dan pemupukan $MgSO_4$ pada umur pengamatan 85 HST, tetapi tidak berpengaruh nyata pada umur 49 HST (Lampiran 10). Rata-rata luas daun per tanaman akibat interaksi perlakuan kadar air dan pupuk $MgSO_4$ disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata Luas Daun per Tanaman Akibat Interaksi Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pupuk $MgSO_4$

Perlakuan Kadar Air Tanah	Luas Daun (cm^2 .helai ⁻¹) pada umur 85 (HST)		
	Pupuk $MgSO_4$		
	0 $g.tan^{-1}$	4 $g.tan^{-1}$	8 $g.tan^{-1}$
100% KL	250,84 de	262,32 e	202,14 abc
75% KL	228,52 bcde	248,76 de	242,20 cde
50% KL	179,44 a	199,42 ab	219,05 abcd
BNT	41,12		
KK	1,17		

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

Pertumbuhan tanaman stroberi akibat interaksi antara kadar air 100% kapasitas lapang dan pupuk $MgSO_4$ 4 $g.tan^{-1}$ meningkatkan luas daun lebih besar dibandingkan dosis pupuk $MgSO_4$ 8 $g.tan^{-1}$, tetapi tidak berbeda nyata dengan tanpa pemupukan. Pemberian kadar air 75% kapasitas lapang disertai pupuk $MgSO_4$ 0, 4 maupun 8 $g.tan^{-1}$ menghasilkan luas daun yang tidak berbeda nyata. Interaksi antara kadar air 50% kapasitas lapang dengan ketiga level dosis pupuk $MgSO_4$ (0, 4 dan 8 $g.tan^{-1}$) menghasilkan luas daun yang tidak berbeda nyata.

Tabel 11. Rata-Rata Luas Daun Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pemupukan $MgSO_4$

Perlakuan	Luas Daun Tanaman (cm^2 .tanaman ⁻¹) pada umur pengamatan (hari setelah tanam)
	49
Kadar Air Tanah	
100% KL	208,88
75% KL	233,29
50% KL	188,36
BNT (5%)	tn
Pupuk $MgSO_4$	
0 $g.tan^{-1}$	202,56
Pupuk 4 $g.tan^{-1}$	217,15
Pupuk 8 $g.tan^{-1}$	210,82
BNT 5%	tn
KK (%)	4,33

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

4.1.5 Kandungan Klorofil

Secara terpisah, hasil analisis ragam menunjukkan pemberian kadar air berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil pada umur 85 HST, sedangkan pemberian pupuk $MgSO_4$ tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil daun stroberi, tetapi interaksi tidak terdapat antara kedua faktor tersebut (Lampiran 10). Rata-rata kadar klorofil tanaman stroberi disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rata-Rata Kadar Klorofil Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pupuk $MgSO_4$

Perlakuan	Kandungan Klorofil ($mg.g^{-1}$) pada umur pengamatan (hari setelah tanam)	
	49 HST	85 HST
	Total Klorofil	Total Klorofil
Kadar Air Tanah		
100% KL	16,23	23,23 ab
75% KL	16,40	25,18 b
50% KL	16,39	20,35 a
BNT (5%)	tn	3,28
Pupuk $MgSO_4$		
0 $g.tan^{-1}$	15,50	21,76
4 $g.tan^{-1}$	17,16	23,52
8 $g.tan^{-1}$	16,35	23,48
BNT 5%	tn	tn
KK (%)	2,77	1,59

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

Secara umum, kandungan klorofil di dalam daun stroberi akibat pemberian kadar air berbeda pada umur 85 HST (Tabel 12). Pemberian kadar air 75% kapasitas lapang menghasilkan kandungan total klorofil lebih tinggi dibandingkan kadar air 50% kapasitas lapang, tetapi tidak berbeda nyata dengan kadar air 100% kapasitas lapang.

4.1.6 Umur Berbunga, Berbuah, Panen Pertama dan Panen Terakhir

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan kadar air dan pemupukan $MgSO_4$ tidak berpengaruh terhadap umur berbunga, umur berbuah, umur panen pertama dan umur panen terakhir (Lampiran 11). Rata-rata umur berbunga, umur berbuah, umur panen pertama dan umur panen terakhir akibat perlakuan kadar air dan pupuk $MgSO_4$ disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rata-Rata Umur Berbunga, Berbuah, Panen Pertama Dan Panen Terakhir Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pupuk $MgSO_4$ dengan Taraf yang Berbeda

Perlakuan	Umur Berbunga (hst.hari awal tanam ⁻¹)	Umur Berbuah (hst.hari awal tanam ⁻¹)	Umur Panen Pertama (hst.hari awal tanam ⁻¹)	Umur Panen Terakhir (hst.hari awal tanam ⁻¹)
Kadar Air Tanah				
100% KL	56,28	67,69	83,54	120,54
75% KL	54,30	66,76	83,04	120,46
50% KL	57,28	68,26	83,17	121,67
BNT (5%)	tn	tn	tn	tn
Pupuk $MgSO_4$				
0 g.tan ⁻¹	57,85	69,85	86,35	123,32
4 g.tan ⁻¹	54,26	65,61	80,48	120,33
8 g.tan ⁻¹	55,74	67,24	82,90	119,02
BNT 5%	tn	tn	tn	tn
KK (%)	1,46	1,22	1,07	1,00

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak nyata berbeda berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

4.1.7 Jumlah Buah, Bobot Buah per Buah, Bobot Buah per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata perlakuan kadar air dan pemupukan $MgSO_4$ terhadap jumlah buah, bobot buah per buah dan bobot buah per tanaman, tetapi interaksi tidak terdapat antara kedua faktor tersebut (Lampiran 12). Rata-rata jumlah buah, bobot buah per buah dan bobot buah per tanaman stroberi akibat perlakuan kadar air tanah dan pemupukan $mgso_4$ disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Rata-Rata Jumlah Buah, Bobot Buah Per Buah Dan Bobot Buah Per Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pemupukan $MgSO_4$.

Perlakuan	Jumlah Buah (per tanaman)	Bobot Buah per Buah ($g.buah^{-1}$)	Bobot Buah per Tanaman ($g.tan^{-1}$)
Kadar Air Tanah			
100% KL	4,55 ab	7,03 ab	25,56 ab
75% KL	5,17 b	7,77 b	30,17 b
50% KL	3,66 a	6,06 a	22,56 a
BNT (5%)	1,15	1,35	5,49
Pupuk $MgSO_4$			
0 $g.tan^{-1}$	3,22 a	5,41 a	19,72 a
4 $g.tan^{-1}$	5,07 b	7,98 b	31,76 b
8 $g.tan^{-1}$	5,08 b	7,47 b	26,82 b
BNT 5%	1,15	1,35	5,49
KK (%)	2,87	2,15	2,33

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

Tanaman stroberi yang tumbuh pada kadar air 75% kapasitas menghasilkan jumlah buah lebih banyak sebesar 38,64% dengan bobot buah per buah lebih besar 37,23% dan bobot buah per tanaman lebih besar 38,54% dibandingkan tanaman stroberi yang ditanam pada kadar air 50% kapasitas lapang, tetapi tidak berbeda nyata dengan kadar air 100% kapasitas lapang. Sedangkan pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 $g.tan^{-1}$ dan 8 $g.tan^{-1}$ tidak berbeda nyata pada jumlah buah, bobot buah per buah dan bobot buah per tanaman stroberi (Tabel14).

4.1.8 Lingkar dan Panjang Buah

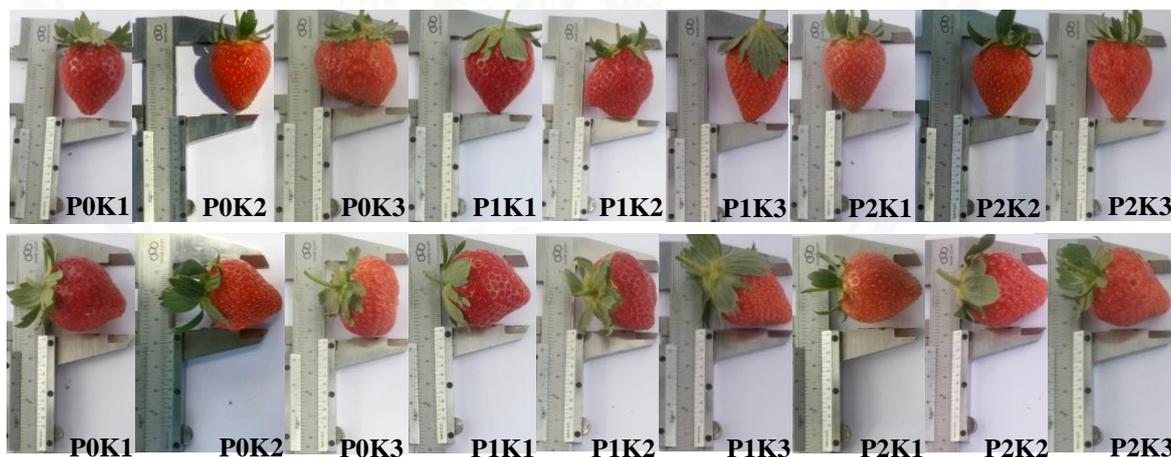
Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh yang nyata antara perlakuan kadar air dan pupuk $MgSO_4$ terhadap lingkar dan panjang buah, tetapi interaksi tidak terdapat antara kedua faktor tersebut (Lampiran 12). Rata-rata lingkar dan panjang buah tanaman stroberi akibat perlakuan kadar air dan pemupukan $MgSO_4$ disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-Rata Lingkar Dan Panjang Buah Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah dan Pemupukan $MgSO_4$

Perlakuan	Lingkar (cm.buah ⁻¹)	Panjang (cm.buah ⁻¹)
Kadar Air Tanah		
100% KL	2,68 ab	3,02 b
75% KL	2,76 b	2,96 b
50% KL	2,32 a	2,45 a
BNT (5%)	0,37	0,49
Pupuk $MgSO_4$		
0 g.tan ⁻¹	2,30 a	2,46 a
4 g.tan ⁻¹	2,81b	3,06 b
8 g.tan ⁻¹	2,65 ab	2,91 ab
BNT 5%	0,37	0,49
KK (%)	1,58	2,00

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

Tanaman stroberi yang tumbuh pada kadar air 50% menghasilkan lingkar dan panjang buah stroberi lebih rendah dibandingkan kadar air 75% maupun 100% kapasitas lapang. Pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan⁻¹ % menghasilkan lingkar dan panjang buah stroberi lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemupukan (0 g.tan⁻¹), tetapi keduanya tidak berbeda nyata dengan dosis 8 g.tan⁻¹ (Tabel 15). Lingkar dan panjang buah stroberi disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Panjang dan lingkar buah stroberi pada umur 85 HST akibat perlakuan pupuk $MgSO_4$ (P) dan Kadar Air Tanah (K) (P0 = 0 g.tan⁻¹, P1 = 4 g.tan⁻¹, P2 = 8 g.tan⁻¹, K1 = 100% KL, K2 = 75% KL, K3 = 50% KL)

4.1.9 Kadar Kemanisan Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pemberian kadar air dan pupuk $MgSO_4$ terhadap kadar kemanisan buah tanaman stroberi, Begitu juga perlakuan kadar air, tetapi pemberian pupuk $MgSO_4$ berpengaruh nyata terhadap kemanisan buah stroberi (Lampiran 13). Rata-rata kadar kemanisan buah pada tanaman stroberi akibat perlakuan kadar air dan pupuk $MgSO_4$ disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Rata-Rata Kadar Kemanisan Buah Pada Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pupuk $MgSO_4$

Perlakuan	Kadar Kemanisan Buah (°Brix.buah ⁻¹)	Kategori Rasa Manis Buah Stroberi (Dewi, 2017)
Kadar Air Tanah		
100% KL	10,21	Manis
75% KL	10,02	Manis
50% KL	8,71	Cukup Manis
BNT (5%)	tn	
Pupuk $MgSO_4$		
0 g.tan ⁻¹	8,33 a	Cukup Manis
4 g.tan ⁻¹	10,42 b	Manis
8 g.tan ⁻¹	10,20 b	Manis
BNT 5%	1,74	
KK (%)	2,00	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefesien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang ; Tidak Manis = Tidak Bermutu Sama Sekali ; Kurang Manis = Bermutu Rendah ; Cukup Manis = Bermutu Sedang ; Manis = Bermutu ; Sangat Manis = Bermutu Baik

Pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan⁻¹ mampu meningkatkan kadar kemanisan buah stroberi yang lebih manis dan bermutu, dan tidak berbeda dengan pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 8 g.tan⁻¹.

4.1.10 Kandungan Antosianin

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dan pengaruh nyata antara perlakuan kadar air dan dosis pupuk $MgSO_4$ pada rata-rata kandungan antosianin dan vitamin C buah stroberi (Lampiran 13). Rata-rata kandungan antosianin dan vitamin C akibat perlakuan kadar air dan pupuk $MgSO_4$ pada tanaman stroberi disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Rata-Rata Kandungan Antosianin dan Vitamin C Pada Tanaman Stroberi Akibat Perlakuan Kadar Air Tanah Dan Pupuk MgSO₄

Perlakuan	Kandungan Antosianin buah stroberi (mg.g ⁻¹)	Kandungan Vitamin C (%)
Kadar Air Tanah		
100% KL	136,15	4,93
75% KL	138,47	4,54
50% KL	118,21	4,26
BNT (5%)	tn	tn
Pupuk MgSO ₄		
0 g.tan ⁻¹	122,50	4,11
4 g.tan ⁻¹	140,96	4,81
8 g.tan ⁻¹	129,38	4,81
BNT 5%	tn	tn
KK (%)	3,24	1,79

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf 5% ; tn = tidak nyata ; HST = hari setelah tanam ; BNT = Beda Nyata Terkecil ; KK = Koefisien Keragaman ; KL = Kapasitas Lapang

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Interaksi antara Kadar Air Tanah dan Pupuk $MgSO_4$ terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Tanaman Stroberi.

Tanaman stroberi merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki daya pikat, rasa dan khasiat buah yang berguna bagi kesehatan manusia. Stroberi dapat tumbuh dengan baik pada lahan dataran tinggi yang memerlukan lingkungan tumbuh bersuhu dingin dan lembab dengan suhu optimum antara 17-20°C, kelembaban 80% - 90%, penyinaran matahari 8-10 jam per hari dan curah hujan berkisar 600 mm – 700 mm per tahun (Kitinoja *et al.*, 2003). Selain syarat tumbuh, faktor ketersediaan air dan pemberian nutrisi merupakan beberapa faktor yang dapat menunjang pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman stroberi. Ketersediaan air biasanya dinyatakan sebagai kadar air, merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam media tanam dengan berat total sampel media. Pemberian nutrisi melalui pemupukan $MgSO_4$ berguna untuk meningkatkan produksi senyawa fitokimia yang terkandung di dalam buah stroberi serta pertumbuhannya.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan tidak terjadi interaksi antara kadar air dan pupuk $MgSO_4$ terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan keseluruhan hasil serta kualitas tanaman stroberi. Hal ini menunjukkan bahwa faktor pemberian kadar air dengan faktor pemupukan $MgSO_4$ tidak secara bersama-sama mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman stroberi. Proses pertumbuhan dan hasil dikendalikan oleh faktor lingkungan dan genetik. Faktor lingkungan berupa air yang berperan sebagai pelarut unsur hara dapat mempengaruhi ketidakseimbangan unsur hara di dalam tanah sehingga mampu berdampak terhadap kondisi fisik tanaman. Selain itu, respon pupuk yang diberikan dapat mempengaruhi interaksi yang terjadi antara kedua perlakuan. Respon pupuk sangat ditentukan oleh berbagai faktor antara lain sifat yang sukar larut dalam air, bersifat asam, suhu, kelembaban dan pH tanah. Menurut Larasati (2017), pupuk magnesium sulfat memiliki sifat kimia sukar larut dalam air dan bereaksi asam. Sehingga, faktor kadar air dan pupuk $MgSO_4$ tidak berdiri sendiri melainkan faktor yang saling berkaitan. Faktor yang lebih dominan dari faktor

yang lain maka menyebabkan tidak terjadi interaksi diantara keduanya dan menghasilkan hubungan yang tidak berbeda nyata dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Laili *et al.*, 2017).

Pada penelitian ini, interaksi antara kadar air dan pupuk $MgSO_4$ terjadi pada parameter jumlah daun di umur 84 HST dan luas daun di umur 85 HST. Pemberian air dengan kapasitas lapang 100%, 75% disertai pupuk $MgSO_4$ 4 g.tan⁻¹ menghasilkan jumlah dan luas daun tanaman stroberi lebih tinggi, tetapi berbeda dengan interaksi antara kadar air 50% kapasitas lapang dan tanpa pemupuk $MgSO_4$ menghasilkan jumlah dan luas daun tanaman stroberi lebih rendah. Hal ini dapat terjadi karena kondisi media tanam pada kadar air 50% kapasitas lapang kurang optimal untuk melarutkan unsur hara, sebab ketersediaan air bagi tanaman ini penting untuk proses pelarutan unsur hara yang selanjutnya digunakan untuk proses fotosintesis. Dengan cukupnya ketersediaan hara, maka fotosintesis berlangsung dengan baik dan fotosintat yang dihasilkan juga banyak dan diantara fotosintat tersebut selanjutnya digunakan untuk pembentukan daun dan disertai dengan peningkatan luas daun. Menurut Manan *et al.*, (2015), kadar ketersediaan air sangat terkait dengan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman pada proses metabolisme. Tanaman memberikan respon terhadap ketersediaan air yang ada dengan menambah luas daun. Oleh sebab itu, tingkat kadar air dalam media dapat mempengaruhi luas daun tanaman stroberi. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mapegau (2006), menyatakan bahwa pengaruh cekaman kekurangan air pada pertumbuhan tanaman dicerminkan oleh daun – daun yang lebih kecil.

4.2.2 Pengaruh Kadar Air Tanah dan Pupuk $MgSO_4$ terhadap Pertumbuhan Tanaman Stroberi

Kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air yang dikandung di dalam tanah dengan berat total sampel tanah yang dinyatakan dalam persen (%) (Nurmawa'dah, 2011). Parameter pertumbuhan yang diukur pada penelitian ini yaitu panjang tanaman, jumlah daun, jumlah stolon, luas daun dan kandungan klorofil. Pada fase awal tanam hingga 49 HST diperoleh rerata volume penyiraman air yang dibutuhkan oleh tanaman stroberi sebanyak 200 ml – 650 ml untuk kadar air 100% kapasitas lapang, 160 ml – 560 ml untuk kadar air 75% kapasitas lapang dan 150 ml – 500 ml untuk kadar air 50% kapasitas lapang

(Lampiran 6). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kadar air 75% kapasitas lapang menghasilkan pertumbuhan panjang tanaman, jumlah stolon dan kandungan klorofil daun tanaman stroberi lebih tinggi. Tanaman stroberi yang tumbuh pada kondisi kadar air 75% kapasitas lapang merupakan kondisi ketersediaan air dalam media tanaman yang baik untuk pertumbuhan tanaman stroberi, sebab tanaman akan dapat melakukan proses fotosintesis dan metabolisme dengan baik sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatifnya. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Manan *et al.*, (2015) bahwa air merupakan reagen yang penting dalam proses-proses fotosintesis dan dalam proses-proses hidrolik. Disamping itu juga merupakan pelarut dari garam-garam, gas-gas dan material-material yang bergerak ke dalam tubuh tumbuhan, melalui dinding sel dan jaringan esensial untuk menjamin adanya turgiditas, pertumbuhan sel, stabilitas bentuk daun, proses membuka dan menutupnya stomata, serta kelangsungan gerak struktur tumbuhan. Sehingga defisiensi air yang terus menerus akan menyebabkan perubahan *irreversibel* (tidak dapat balik) dan pada gilirannya tanaman akan mati.

Tanaman stroberi dengan volume penyiraman berdasarkan kadar air 75% kapasitas lapang mengandung kadar air yang sedang dalam media tanaman sehingga udara masih bisa memasuki pori-pori dalam media tanam, sebab kandungan air yang rendah (50% KL) dalam media tanam secara langsung dapat menghambat proses sintesis klorofil daun dan kondisi kandungan air yang tinggi (100% KL) dapat menyebabkan kondisi media tanam menjadi anaerob yang dapat menyebabkan kematian tanaman apabila berlangsung cukup lama. Hasil ini juga sejalan dengan hasil penelitian Setiari *et al.*, (2009) bahwa Tanaman kacang panjang dengan volume penyiraman setengah dari kapasitas lapang mengandung kadar air yang rendah dalam media tanamnya. Kandungan air yang rendah dalam media tanam secara langsung juga akan menghambat sintesis klorofil pada daun. Selain itu menurut Manan *et al.*, (2015), kadar ketersediaan air sangat terkait dengan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman pada proses metabolisme. Hal ini menyebabkan pembentukan klorofil pada perlakuan kadar air 50% kurang optimal sehingga jumlah klorofil yang terbentuk pada daun sedikit (Tabel 12).

Selain kadar air, faktor kedua yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman stroberi ialah pemberian pupuk MgSO_4 . Pada perlakuan pemupukan MgSO_4 dengan dosis 4 g.tan^{-1} menghasilkan panjang tanaman, jumlah daun, dan jumlah stolon lebih tinggi (Tabel 6, 8, dan 9). Pemberian dosis 4 g.tan^{-1} MgSO_4 tersebut sudah mencukupi kebutuhan hara tanaman stroberi sehingga mampu menjalankan fungsinya di dalam tanah bagi tanaman. Menurut Kasniari dan Supadma (2007), setiap pemupukan dengan dosis yang diberikan akan mempengaruhi besar kecilnya kandungan hara dalam pupuk tersebut, tetapi belum dapat dijamin bahwa semakin besar dosis yang diberikan akan semakin meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan tanaman memiliki batas dan penyerapan hara untuk kebutuhan hidupnya. Hasil ini juga sejalan dengan hasil penelitian Larasati (2017) bahwa pemberian dosis 4 g.tan^{-1} berpengaruh terhadap hasil panjang tanaman, jumlah daun dan luas daun tanaman pucuk merah karena adanya kecukupan unsur hara akibat pemberian pupuk MgSO_4 .

Pada pengamatan kandungan klorofil menunjukkan pengaruh tidak nyata akibat pemberian pupuk MgSO_4 (Tabel 12). Hal ini terjadi karena kandungan unsur Mg dan SO_4 di dalam media tanam yang digunakan termasuk kategori tinggi (Lampiran 18), sehingga pemberian pupuk MgSO_4 tidak berpengaruh nyata sebab ketersediaan unsur hara yang cukup di dalam media tanam dapat menunjang pembentukan klorofil pada tanaman stroberi. Selain itu, unsur magnesium (Mg) dan sulfur (S) merupakan unsur hara esensial yang bersifat mutlak, sebab peranannya tidak dapat digantikan oleh unsur hara lainnya. Oleh sebab itu, tanaman akan menunjukkan gejala yang nyata jika kekurangan unsur hara tersebut. Magnesium berperan sebagai penyusun klorofil, serta translokasi karbohidrat dan sebagai unsur hara yang berperan dalam penyusunan klorofil pada daun sehingga kekurangan magnesium akan sangat terlihat dengan warna daun yang pucat dan mengalami penuaan dini (Larasati *et al.*, 2017). Sulfur merupakan unsur-unsur penyusun asam-asam amino esensial (sistin, sistein, methionin) yang terlibat dalam pembentukan klorofil dan dibutuhkan dalam sintesis protein serta struktur tanaman (Mengel, 1987).

4.2.3 Pengaruh Kadar Air Tanah dan Pupuk $MgSO_4$ terhadap Hasil Tanaman Stroberi

Tanaman stroberi yang memasuki fase generatif dapat dilihat melalui munculnya bunga dan buah pada tanaman. Pada perlakuan kadar air maupun pupuk $MgSO_4$ memberikan pengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga, umur berbuah, umur panen pertama dan umur panen terakhir. Hal ini dapat terjadi karena faktor genetik yang dimiliki oleh suatu tanaman, sebab varietas yang ditanam sama yaitu varietas *California* yang termasuk kedalam varietas introduksi, sehingga pertumbuhan umur berbunga dan berbuah pada semua varietas introduksi ini tidak memiliki perbedaan setelah diberikan perlakuan kadar air maupun pupuk $MgSO_4$. Hasil penelitian ini sama dengan yang didapat oleh Syahroni *et al.*, 2015 menyatakan bahwa umur berbunga dan umur panen pada semua varietas introduksi tidak memiliki perbedaan yang berarti, ditunjukkan oleh rerata yang memiliki notasi sama. Sedangkan varietas lokal batu memiliki umur berbunga dan umur panen yang lebih lama dari semua varietas introduksi. Selain itu, menurut Lechninger (1997) bahwa perbedaan genetik pada tanaman-tanaman tersebut menyebabkan perbedaan dalam pembentukan enzim sebagai katalisator proses metabolisme tanaman. Jika enzim yang dibentuk terdapat perbedaan baik jenis maupun kuantitasnya maka akan menyebabkan proses yang dikatalis oleh enzim berbeda pula akibatnya metabolisme mengalami perbedaan. Perbedaan tersebut menyangkut pula proses fotosintesis yang menghasilkan fotosintat yang berbeda sehingga terdapat ketidaksamaan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Produktivitas suatu tanaman ditentukan oleh varietas tanaman, jumlah bunga dan keadaan lingkungan. Perlakuan kadar air 75% kapasitas lapang nyata menghasilkan jumlah buah, bobot buah per buah dan bobot buah per tanaman stroberi lebih banyak dibandingkan kadar air 100% maupun 50% kapasitas lapang. Hal ini karena kondisi media tanam yang sedang (75% KL) yaitu seluruh ruang pori tidak terisi oleh air tetapi juga terisi udara, sehingga ketersediaan air yang ada mencukupi kebutuhan air tanaman stroberi untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dengan demikian ketersediaan hara mencukupi karena proses pelarutan unsur hara yang optimal, maka proses

fotosintesis dapat berlangsung dengan baik dan menghasilkan fotosintat yang selanjutnya digunakan untuk pembentukan buah. Sedangkan pada kondisi media rendah (50% KL) tidak mampu mencukupi kebutuhan air tanaman sehingga mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman stroberi. Menurut Jasminarni (2008) tanaman yang mengalami stress air dapat menurunkan laju fotosintesis yang akan menghambat proses pertumbuhan tanaman sehingga berpengaruh terhadap penurunan produksi, sebaliknya jika terjadi peningkatan fotosintesis maka jumlah fotosintat yang ditranslokasikan ke bagian daun/ tajuk akan menjadi lebih besar. Selain itu, tanaman stroberi yang mendapatkan irigasi mampu menghasilkan buah yang lebih banyak dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang tidak mendapatkan irigasi (Kruger *et al.*, 1999).

Pemberian pupuk $MgSO_4$ merupakan faktor kedua yang mempengaruhi hasil tanaman stroberi yaitu jumlah buah, bobot buah per buah dan bobot buah per tanaman. Tanaman stroberi ditambahkan pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan^{-1} menghasilkan jumlah buah, bobot buah per buah dan bobot buah per tanaman lebih banyak dan tidak berbeda dengan dosis 8 g.tan^{-1} . Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk $MgSO_4$ mampu meningkatkan dan menjalankan peranan unsur yang terkandung di dalam pupuk ini dalam menunjang hasil buah tanaman stroberi. Menurut Prahendra, *et al.*, (2016), Mg memiliki peranan penting dalam transportasi fosfat (P) pada tanaman, dimana unsur fosfat memberikan peranan penting dalam beberapa kegiatan pembelahan sel, pembentukan bunga, buah dan biji. Sehingga, pemberian pupuk $MgSO_4$ mampu meningkatkan hasil buah stroberi dibandingkan tanpa pemberian pupuk $MgSO_4$.

4.2.4 Pengaruh Kadar Air Tanah dan Pupuk $MgSO_4$ terhadap Kualitas Tanaman Stroberi

Peningkatan kualitas tanaman stroberi dapat ditunjukkan dengan ukuran buah yang dihasilkan suatu tanaman. Kualitas tanaman stroberi dapat ditunjukkan dengan ukuran buah yang besar, rasa yang khas, dan kandungan nutrisi di dalam buah yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Ukuran buah stroberi ditentukan oleh bunga stroberi. Buah yang dihasilkan oleh bunga primer lebih besar daripada buah yang dihasilkan oleh bunga sekunder dan buah dari bunga sekunder lebih

besar daripada buah yang berasal dari bunga tersier. Berdasarkan hasil penimbangan bobot media dan berat tanaman diperoleh rerata volume penyiraman air yang dibutuhkan oleh tanaman stroberi pada umur 85 HST hingga akhir pengamatan sebanyak 350 ml – 390 ml untuk kadar air 100% kapasitas lapang, 300 ml – 340 ml untuk kadar air 75% kapasitas lapang dan 280 ml – 300 ml untuk kadar air 50% kapasitas lapang (Lampiran 6). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan tanaman stroberi yang tumbuh pada kadar air 50% nyata lebih rendah menghasilkan lingkar dan panjang buah stroberi dibandingkan kadar air 75% maupun 100% kapasitas lapang. Kandungan kadar air yang rendah dalam media tanam secara langsung mengakibatkan stress air bagi tanaman. Tanaman yang mengalami stress air dapat menutup stomata daun sebagai akibat menurunnya turgor sel daun sehingga mengurangi jumlah CO₂ yang berdifusi ke dalam daun yang berpengaruh pada pembentukan buah dan selanjutnya berakibat pada ukuran buah stroberi. Menurut Salisbury *et al.*, (1995) bahwa penutupan stomata pada siang hari menyebabkan proses fiksasi CO₂ melalui stomata akan terhambat, sehingga proses fotosintesis tanaman akan terhambat pula karena CO₂ pada daun berperan sebagai bahan baku fotosintesis sehingga dapat menurunkan jumlahnya dan pada akhirnya akan menurunkan hasil fotosintat tanaman. Jika hasil fotosintat rendah, maka proses pembentukan buah akan terhambat dan produksinya akan menurun.

Pada pemberian pupuk MgSO₄ sebanyak 4 g.tan⁻¹ nyata menghasilkan lingkar dan panjang buah lebih tinggi dibandingkan dengan dosis 0 g.tan⁻¹, tetapi keduanya tidak berbeda nyata dengan dosis 8 g.tan⁻¹. Hal ini terjadi karena peranan unsur Magnesium (Mg) dalam pupuk MgSO₄ yang memegang peranan penting dalam transportasi fosfat (P) pada tanaman, dimana unsur fosfat memiliki salah satu fungsi yaitu pembentukan buah sehingga pemberian dosis yang tepat mampu diserap secara optimal pula oleh tanaman. Menurut Damanik *et al.*, (2010), bahwa di dalam tubuh tanaman, P memberikan peranan yang penting dalam beberapa kegiatan pembelahan sel dan pembentukan lemak, pembentukan bunga, buah, dan biji, kematangan tanaman melawan efek nitrogen, merangsang perkembangan akar, meningkatkan kualitas hasil tanaman dan ketahanan terhadap hama dan penyakit.

Kemanisan buah adalah salah satu faktor penentu kualitas buah stroberi. Pada penelitian ini, pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 4 g.tan^{-1} mampu meningkatkan kadar kemanisan buah stroberi yang lebih manis dan bermutu, dan tidak berbeda dengan pemberian pupuk $MgSO_4$ sebanyak 8 g.tan^{-1} . Hal ini karena unsur Mg yang terkandung di dalam pupuk $MgSO_4$ memiliki peranan dalam meningkatkan kadar kemanisan buah dan memiliki peranan penting dalam transpor unsur fosfat pada tanaman. Selain itu, perkembangan buah ditunjang oleh adanya ketersediaan hara yang seimbang dan cukup karena adanya pemupukan. Menurut Wutscher *et al.*, dalam Supriyanto *et al.*, (2016), bahwa buah yang rasanya hambar disebabkan oleh ketidakseimbangan hara. Kahat P dapat menyebabkan buah tidak berair dan rasanya hambar. Sehingga peranan unsur Mg dalam transpor unsur P di dalam tanaman stroberi penting untuk menghindari kurangnya ketersediaan unsur P dalam tubuh tanaman. Pernyataan terkait peranan unsur Mg dalam kemanisan buah ini didukung pula oleh hasil penelitian Supriyanto *et al.*, (2012) bahwa pemupukan kombinasi K dan Mg dengan perbandingan 2:1, 1:1 dan 1:2 dapat meningkatkan tingkat kemanisan buah jeruk keprok Batu 55 hingga 9,60 brix, sedangkan kontrol tanpa penambahan Mg hanya 7,80 brix.

Komponen pengamatan kualitas buah lainnya ialah kandungan antosianin dan kandungan vitamin C. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kadar air maupun pupuk $MgSO_4$ memberikan pengaruh tidak nyata terhadap kandungan antosianin dan vitamin C pada buah stroberi. Pengaruh yang tidak nyata terhadap kandungan antosianin karena kedua faktor perlakuan belum mampu menunjang kualitas buah stroberi. Berdasarkan hasil analisis laboratorium diperoleh rerata kandungan antosianin buah stroberi tertinggi sebanyak $138,47 \text{ mg.g}^{-1}$ pada kadar air 75% kapasitas lapang, diikuti kadar air 100% kapasitas lapang ($136,15 \text{ mg.g}^{-1}$) dan $118,21 \text{ mg.g}^{-1}$ pada kadar air 50% kapasitas lapang (Tabel 17). Selain faktor kadar air tanah, pembentukan senyawa metabolit sekunder dalam tanaman dapat dipengaruhi oleh pengaruh intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman. Menurut Cseke *et al.*, (2006) menyebutkan senyawa-senyawa golongan flavonoid dapat mengalami peningkatan karena pengaruh cahaya. Cahaya dalam proses fotosintesis akan menghasilkan glukosa-6-fosfat

sebagai prekursor pembentukan asetil CoA yang selanjutnya menghasilkan senyawa flavonoid termasuk antosianin. Hal ini ditunjang oleh pernyataan Awad *et al.*, (2001) menyatakan bahwa intensitas cahaya yang berbeda dapat menghasilkan kandungan golongan flavonoid yang berbeda pada kulit buah apel kultivar Jonagold.

Selain itu, hasil analisa tanah menunjukkan kandungan Mg dan SO_4 di dalam tanah termasuk ke dalam kriteria yang tinggi sehingga penambahan pupuk MgSO_4 di dalam tanah tidak memberikan pengaruh, sebab ketersediaan Mg di dalam tanah mencukupi dan menunjang kebutuhan pertumbuhan tanaman stroberi (Lampiran 18). Selain faktor kedua perlakuan, juga terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi kestabilan antosianin. Menurut Basuki (2005) bahwa kestabilan pigmen antosianin dapat dipengaruhi beberapa faktor antara lain suhu, pH, cahaya dan oksigen. Didukung pula oleh penelitian Kwaji (2014) yang menyatakan bahwa aktivitas antosianin pada ekstrak daun jati dipengaruhi oleh nilai pH, seiring dengan peningkatan pH maka aktivitas antioksidan akan semakin menurun. Kandungan vitamin C dalam buah yang tidak nyata akibat kedua perlakuan dapat dipengaruhi oleh proses biokimia yang masih berlangsung setelah pemanenan atau dalam proses pematangan. Kandungan vitamin akan rusak atau berkurang sejalan dengan terjadinya proses kimia dalam buah, karena perombakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Pantastico (1990), provitamin C akan terus menurun bersama berkurangnya asam total terlarut, gula total dan air pada buah jeruk.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Interaksi antara kadar air dan pupuk MgSO_4 hanya terjadi pada parameter jumlah dan luas daun. Pemberian air 100%, 75% dan 50% kapasitas lapang disertai pupuk MgSO_4 4 g.tan^{-1} menghasilkan jumlah daun yang lebih tinggi. Pemberian air dengan kapasitas lapang 100% dan 75% disertai 4 g.tan^{-1} pupuk MgSO_4 menghasilkan luas daun yang lebih tinggi.
2. Tanaman stroberi dengan pemberian kadar air 75% kapasitas lapang menghasilkan panjang tanaman, jumlah stolon dan kandungan klorofil yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian air 50% kapasitas lapang.
3. Tanaman stroberi dengan pemberian pupuk MgSO_4 sebanyak 4 g.tan^{-1} menghasilkan jumlah buah, bobot buah per buah, bobot buah per tanaman dan kadar kemanisan buah yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemupukan MgSO_4 .

5.2 Saran

Pada proses budidaya tanaman stroberi dapat ditambahkan dengan pemupukan MgSO_4 sebanyak 4 g.tan^{-1} untuk meningkatkan kadar kemanisan buah stroberi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N. dan F. Faradila. 2012. Pewarna Alami untuk Pangan. South East Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Awad, MA. 2001. The Apple Skin: Colourful Healthiness. Developmental and environmental regulation of flavonoid and chlorogenic acid in apples. Mansoura University. Egypt. 142p.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Editor: Horwitz, W and G. W. Latimer, Jr. Published by AOAC International. 18th Edition. USA.
- Balitjestro. 2014a. Beberapa Varietas Stroberi yang Layak Dikembangkan di Kota Batu. <http://www.balitjestro.litbang.deptan.go.id/> . Diakses 21 Februari 2018.
- _____. 2014b. Penyuluhan Kecamatan Sendang, Tulungagung Pelajari Teknologi Budidaya Stroberi. <http://www.balitjestro.litbang.deptan.go.id/> . Diakses 1 Maret 2018.
- Basuki, N., Harijono, Kuswanto, dan Damanhuri. 2005. Studi Pewarisan Antosianin pada Ubi Jalar. *Agravita*. 27 (1): 63 – 68.
- BPS (Badan Pusat Statistika). 2013a. Produksi Produk Holtikultura. <http://www.badanpusatstatistikindonesia.com>. 17 januari 2018.
- _____. 2014b. Produksi Produk Holtikultura. <http://www.badanpusatstatistikindonesia.com> .17 Januari 2018.
- Cargil, C., S. Mahalaya, A. Soplanit, A.T. Syahputra, L. Kossay, N. Muiid, isman, G. Lyons, S. Prabawardani, E. Ginting, P. Glatz, I.M. Putra, I.D.A. Dwita, M.K. Rumbarar, J.B. Rengil dan A.K. Ellen. 2007. Teknik Budidaya Tanaman dan Produksi Ternak. International Potato Center.
- Cseke LJ., Lu Casey R., Kornfeld A., Kaufman PB., Kirakosyan A. 2006. How and Why these compounds are synthesized by plants. Di dalam: Cseke LJ., Kirakosyan A., Kaufman PB., Warber SL., Duke JA., Brielmann HL., editors. Natural Products from Plants. Boca Raton, London, Taylor and Francis Group LCC CRC Pres. New York. p.51-100.
- Damanik, M.M., Hasibuan, B.E, Fauzi, Sarifuddin, Hanum, H. 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. USU Press. Medan.
- Darrow, G. M. 2004. The strawberry : History, breeding and physiology. <http://www.nalusda.gov>. 20 Oktoberr 2018.

- Delaplane KS, Mayer DF. 2000. Crop Pollination by Bees. Wallingford. CABI Publishing.
- Dewi, N.K. 2017. Respon Tanaman Stroberi (*Fragaria* sp.) Terhadap Berbagai Campuran Dan Volume Media Tanam Pada Budidaya di Dataran Medium. *Skripsi*. Universitas Mataram.
- Deputi Menteri Negara Riset dan Teknologi. 2000. Stroberi. www.warintek.ristek.go.id. 20 Oktober 2018.
- Fitriani, E. 2010. Pengaruh Periode Naungan dan Pemupukan $MgSO_4 \cdot H_2O$ terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Produksi Antosianin Daun Dewa (*Gynura Pseudochina* (L) DC). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. p.1-52
- Giampeiri, F., S. Talupi, J.M. Alvarez S., J.L. Quiles., Bruno, M., and Maurizio, B. 2012. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. journal homepage: www.nutritionjrn.com. *Nutrition*. (28) : 9-19
- Guslim. 2007. Agroklimatologi. USU Press : Medan.
- Hanafiah, K.A. 2014. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Rajawali Pers : Jakarta.
- Hannum, S.M. 2004. Potential Impact of Strawberry on Human Health : a review of the science. *Cnt Rev Food Sci Nutr*. 44(1) : 1-17.
- Hanif, Z. Dan T.D. Jayanti. 2015. Karakterisasi Plasma Nutfah Stroberi (*Fragaria* x *ananassa* (Duchesne ex Weston) Di Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtopika dengan Deskriptor Stroberi Upov. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas*. 4 (3) : 274-279.
- Harborne, Y.B. 1973. Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan. Alih bahasa oleh : Padmawinata, K. Dan Soediro, I. ITB : Bandung.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Pertanian Daerah Rekreasi dan Bangunan. Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat. IPB. Bogor. 200 hlm.
- Harianingsih. 2010. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Menjadi Kitosan Sebagai Bahan Pelapis (*Coater*) Pada Buah Stroberi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hornok L. 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plant. New York: John Wiley and Sons.
- Islami, T dan W.H. Utomo. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press : Semarang.

- Jasminarni. 2008. Pengaruh Jumlah Pemberian Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) di Polybag. *Jurnal Agronomi*. 1 (12) : 30-32.
- Kasniari, D.N., dan A.A.N. Supadma. 2007. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk (N, P, K) dan Jenis Pupuk Alternatif Terhadap Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Kadar N, P, K Inceptisol Selemadeg, Tabanan. *Agritrop*. 26 (4) : 168 – 176.
- Kisbintari, W., E. Purwanto, dan D. Mursito. 2013. Pengaruh intensitas cekaman air terhadap pertumbuhan dan kandungan antosianin padi hitam dan padi merah. *Journal of Agronomy Reseach*. 5(2) : 47-52.
- Kitinoja L., dan A.A. Kader. 2003. Praktik-praktik Penanganan Pascapanen Skala Kecil: Manual untuk Produk Hortikultura, Edisi ke 4 (Diterjemahkan oleh I Made S. Utama). Postharvest Technology Research and Information Center, University of California, Davis.
- Kramer, P.J. 1977a. Plant and Soil Water Relationship. TMH ed. Mc.Graw Hill Pub. Co. London.
- _____. 1983b. Water Relationship of Plants. Academic Press, Santa Clara, Calif.
- Kruger, E., G. Schmidt, and U. Bruckner. 1999. Scheduling strawberry irrigation based upon tensiometer measurement and a climatic water balance model. *Scientia Horticulturae*. 81 : 409- 424.
- Kumalaningsih, S. 2007. 3. Antioksidan, Sumber & Manfaatnya. <http://antioxidantcentre.com/> (10 Agustus 2018).
- Laili, N., Sudiarmo, dan R. Soelistyono. 2017. Pengaruh Pemberian Urin Kelinci pada Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Stroberi (*Fragaria sp.*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5 (9) : 1416-1423.
- Larasati, E.D., E.E. Nurlaelih., dan Sitawati. 2017. Tanggap Pertumbuhan dan Warna Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*) Pada Dosis Pupuk MgSO₄ dan Tingkat Naungan. *Jurnal Produksi Tanaman*. X(X) : 1-8.
- Lehninger, A. L. 1997. Dasar-dasar Biokimia jilid 3. Terjemahan Maggy Thenawidjaya. Erlangga. Surabaya..
- Low, W.J. 2007. Ensuring The Supply of and Creating Demand for a Biofortified Crop With a Visible Trait : Lessons Learned from Introduction of Orange-Fleshed Sweet Potato in Drought-Prome Areas of Mozambique. Food and Nutrition Bulletin.

- Manan, A.A., dan A. Machfudz, WDP. 2015. Pengaruh Volume Air dan Pola Vertikultur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Journal of Universitas Muhamadiyah Sidoarjo*. 12 (1) : 33-43.
- Mapegau. 2006. Pengaruh Cekaman Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai. *Jurnal Ilmiah Pertanian Kultura*. Vol. 41 (1): 43-48
- Mengel K. and Kirby E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition. Inter. Potash Ins. Bern. Switzerland. p.687.
- Mirabad, A.A., M. Lotfi, and , M.R. Roozban. 2013. Impact of water-deficit stress on growth, yield and sugar content of cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5 (22) : 2778–2782.
- Ni'matillah Z.A., H. Ashari, R. Soelistyono, dan N. Herlina. 2014. Pengaruh Macam Bahan Tanam pada Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Stroberi (*Fragaria sp.*). *Jurnal Produksi Tanaman* 2 (2) : 162-171.
- Nirwan. 2007. Produksi Flavonoid Daun Dewa (*Gynura pseudochina* (L.) (DC) Asal Kultur In Vitro Melalui Periode Pencahayaan Dan Pemupukan. Tesis. Bogor. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Noorinta, G.S. 2015. Analisa Antosianin pada Buah Stroberi Menggunakan Spektrofotometer Sinar Tampak. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Nurmawa'dah, 2011. Penerapan Sistem Kontrol Terprogram pada Irigasi Bubbler dalam Rumah Kaca. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Oktavidiati, E., M.A. Chozin, M. Ghulamahdi, N. Wijayanto, L.K. Darusman dan Sunaryadi. 2013. Pertumbuhan dan Kandungan Antosianin Daun Meniran Hijau (*Phyllanthus niruri* L.) dan Meniran Merah (*Phyllanthus urinaria* L.) Pada Berbagai Kadar Air Tanah. *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*. 1 (6).
- Olivya, R. R. dan P. Sari. 2016. *Landasan Konseptual Perencanaan Dan Perancangan Hotel Resor Berbasis Agrowisata Stroberi Di Tawangmangu, Karanganyar*. Thesis, UAJY. Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pantastico. 1990. Fisiologi pascapanen, penanganan dan pemanfaatan buah-buahan dan sayuran tropika dan subtropika. Jogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Pertiwi, M.F.D. dan W.H. Susanto. 2014. Pengaruh Proporsi (Buah:Sukrosa) Dan Lama Osmosis Terhadap Kualitas Sari Buah Stroberi (*Fragaria Vesca* L.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (2) : 82-90.

- Pitriani, P. Dan D. Rahmatia. 2007. Bercocok Tanam Stroberi. Sinar Wadja Lestari, Jakarta.
- Prahendra, Z.A., N. Wuri, W.A. Lestari, Y. Erica, dan Y.M. Tamara. Magnesium (Mg) dalam Tanah. Makalah. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Purnadiyasa, I.M. 2013. Analisis Kebutuhan Air Tanaman *Strawberry* yang Dibudidayakan Secara Hidroponik di Dalam *Greenhouse*. Seminar Hasil Penelitian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana Bukit Jimbaran.
- Rahardjo, K.K.E dan S.B. Widjanarko. 2015. Biosensor pH Berbasis Antosianin Stroberi dan Klorofil Daun Suji Sebagai Pendeteksi Kebusukan *Fillet* Daging Ayam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (2) : 333-344.
- Salisbury, B. F. and C.W., Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3. ITB. Bandung.
- Setiari, N., dan I.S. Hendriyani. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. *Jurnal Sains & Mat*. 17 (3) : 145-150.
- Setyowati, M.L. 2012. Teknik Pemupukan Tanaman Stroberi (*Fragaria* sp.) untuk Memperoleh Hasil Kualitas Tinggi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sukumalanandana, C. and E.W.M. Verheij. 1991. *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne) In: E.W.M. Verheij and R.E. Coronel (Eds). Plant Resources of South-East Asia No. 2: Edible Fruits and Nuts. Pudoc. Wageningen.
- Sulichantini, E.D. 2015. Respon Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tomat Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Super ACI. *Ziraa'ah*. 40 (2) : 75-80.
- Supriyanto, A. 2012. Teknologi Perbaikan Produktivitas dan Mutu Buah Jeruk untuk Menghadang Jeruk Impor. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika.
- Supriyanto, A., T. Purba dan M. Zuhra. 2016. Perbaikan Mutu Buah Jeruk Keprok Terigas Melalui Teknologi Pengelolaan Air Dan Pemupukan Di Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. *Informatika Pertanian*. 25 (1) : 1-8.
- Susanti, H. 2012. Produksi Protein dan Antosianin Pucuk Kolesom (*Talinum triangulare* (Jacq) Willd) dengan Pemupukan Nitrogen dan Interval Panen. *Jurnal Agrivita*. 7 (2) : 5-6.

- Susanto, S., B. Hartanti dan N. Khumaida. 2010. Produksi dan Kualitas Buah Stroberi pada Beberapa Sistem Irigasi. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 1 (1) : 1-9.
- Susilowati, Y. E. dan Andjarwani. 2006. Pengaruh Kadar Giberelin Dan Kinetin terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Stroberi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sutopo. 2016. Teknologi Budidaya Stroberi di Lahan. Peneliti Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika : Malang.
- Syahroni, A., S.L. Purnamaningsih dan L. Soetopo. 2015. Penampilan Karakter Kuantitatif dan Kualitatif Serta Keberhasilan Persilangan pada Empat Varietas Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5 (3) : 370-376.
- Tisdale SL, WL Nelson. 1985. Soil Fertility and Fertilizer. 3th edition. New York: Mc Millan Publishing Co. Inc. p.236
- Tripatmasari, M., S. Arifin., dan M. Ghulamahdi. 2014. Pengaruh Pemupukan dan Waktu Pemanenan Terhadap Produksi Antosianin Daun dan Kuisertin Umbi Tanaman Daun Dewa (*Gynura pseudochina* (L.) DC). *Agrovigor*. 7 (1) : 25-35.
- Vickery ML. dan B. Vickery. 1981. Secondary Plant Metabolism. London and Basingstoke: The Mc Millan Pres Ltd.
- Wang, S.Y., dan M.J. Camp. 2000. Temperature After Bloom Affect Plant Growth and Fruit Quality of Strawberry. *Scientia Horticulturae*. 85:183-199.