

RINGKASAN

EKA RIANA SARI. 0310420013-42. Pengaruh Volume Pemberian Air Dan Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum*. Di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Tatik Wardiyati, MS dan Ir. Cicik Udayana, MSi.

Anggrek merupakan tanaman hias yang mempunyai nilai estetika yang tinggi. Bentuk dan warna bunga serta karakteristik lainnya menjadikan daya tarik tersendiri dari spesies tanaman hias tersebut. Anggrek *Dendrobium* merupakan salah satu peluang bagi pengusaha anggrek. Tanaman ini cukup mudah pemeliharaannya karena mudah beradaptasi dengan lingkungan.

Pertumbuhan vegetatif dan perkembangan generatif anggrek dipengaruhi oleh kondisi lingkungan hidup, media tumbuh dan pemupukan yang berbeda. Untuk memilih pupuk yang tepat adalah mengandung unsur makro NPK. Pemberian pupuk pada tanaman anggrek perlu diperhatikan baik dalam jumlah dosis yang diberikan serta cara aplikasinya. Anggrek akan tumbuh baik bila kebutuhan airnya tercukupi. Air selain sebagai pelarut dan ikut dalam proses fotosintesis, juga berperan dalam mengatur kondisi suhu. Namun harus diingat, penyiraman air jangan terlalu berlebihan karena akan membasahi seluruh permukaan akar. Akibatnya akar akan sulit melakukan proses pernafasan maupun penguapan (Iswanto, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume pemberian air dan konsentrasi pupuk daun yang tepat untuk mendapatkan pertumbuhan vegetatif tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* yang baik. Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah 1. Pada konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air yang optimum, akan mendukung pertumbuhan anggrek *Dendrobium undulatum* secara optimal pada fase vegetative 2. Penggunaan pupuk daun yang optimum pada anggrek *Dendrobium undulatum*, dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif 3. Penggunaan volume pemberian air yang optimum pada anggrek *Dendrobium undulatum*, dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2010 sampai dengan bulan Juli 2010. Pelaksanaan penelitian bertempat di desa Tegalweru, kecamatan Dau, kabupaten Malang pada ketinggian 750 m d.p.l., suhu siang hari 26-29°C. Bahan yang digunakan adalah anggrek *Dendrobium undulatum* umur 7 bulan dari aklimatisasi, pupuk majemuk Gandasil D (20:15:15), Dithane M-45, pot gelas mineral, media arang dan pakis. Alat yang digunakan adalah kamera, penggaris, gelas ukur, timbangan analitik, dan alat tulis.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 kali ulangan. Faktor I yaitu konsentrasi pupuk daun (Gandasil D) meliputi : 1,0 g/l; 1,5 g/l; 2,0 g/l; 2,5 g/l; 3,0 g/l. Faktor II yaitu volume pemberian air meliputi : 10 cc/pot, 15 cc/pot, 20 cc/pot. Kombinasi diantara level perlakuan media tanam diperoleh 15 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 45 satuan kombinasi percobaan. Tiap perlakuan terdiri dari 2 sampel.

Pengamatan dilakukan secara non destruktif dan destruktif. Pengamatan non destruktif meliputi jumlah daun baru, luas daun baru, tinggi tanaman, sedangkan pengamatan non destruktif meliputi jumlah akar, dan bobot segar tanaman. Analisa data dilakukan dengan analisis ragam (F hitung) dengan taraf

kesalahan 10%. Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan, dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air pada parameter pengamatan bobot segar 56 hst, dengan perlakuan terbaik yaitu konsentrasi 1g/l dan volume pemberian air 10 cc/pot. Perlakuan konsentrasi pupuk daun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah jumlah daun, tinggi tanaman, jumlah akar dan bobot segar, sedangkan untuk perlakuan volume pemberian air memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah luas daun, tinggi tanaman dan juga bobot segar.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Blitar Jawa Timur, pada tanggal 13 April 1985 dari Ayahanda bernama (Alm) Sugianto dan Ibunda bernama Luluk Zamhariroh. Kakak dari Elok Winda Ratna Ningrum. Penulis masuk TK Dharma Wanita Desa Pakunden pada tahun 1990. Tahun 1997 penulis menyelesaikan pendidikan dasar dari SD Negeri Pakunden II Blitar, kemudian melanjutkan ke SLTP Negeri 02 Blitar dan lulus pada tahun 2000. Pada tahun 2003 penulis menyelesaikan studi dari SMU Negeri 03 Blitar. Pada tahun yang sama, penulis diterima di Universitas Brawijaya Malang Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Pertanian Program Studi Hortikultura melalui jalur SPMB (Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru).



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian ini dengan judul **Pengaruh Volume Pemberian Air Dan Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum***

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk melengkapi Tugas Akhir yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya guna memperoleh gelar Sarjana Pertanian Strata satu (S1).

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Agus Suryanto, MS selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian dan sebagai Dosen Pembahas, Prof. Dr. Ir. Tatik Wardiyati, MS selaku Pembimbing pertama, Ir. Cicik Udayana, MSi selaku Pembimbing kedua, terima kasih atas arahan, bimbingan dan saran yang diberikan selama penyusunan proposal skripsi serta atas saran dan arahnya. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat dan mendoakanku. Teman-teman HTC'03, teman kost KerSen 57C dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Dalam penulisan skripsi masih terdapat kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan.

Malang, Agustus 2010

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i>	3
2.2 Peranan Pupuk Pada Tanaman Anggrek	5
2.3 Pemberian Pupuk Pada Tanaman	7
2.4 Pengaruh Volume Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i>	9
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.5 Pengamatan	15
3.6 Analisis Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	16
4.1.1 Jumlah daun	16
4.1.2 Luas daun	17
4.1.3 Tinggi tanaman	17
4.1.4 Jumlah akar	18
4.1.5 Bobot segar	19
4.2 Pembahasan	20
4.2.1 Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i>	20
4.2.2 Pengaruh Volume Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i>	21

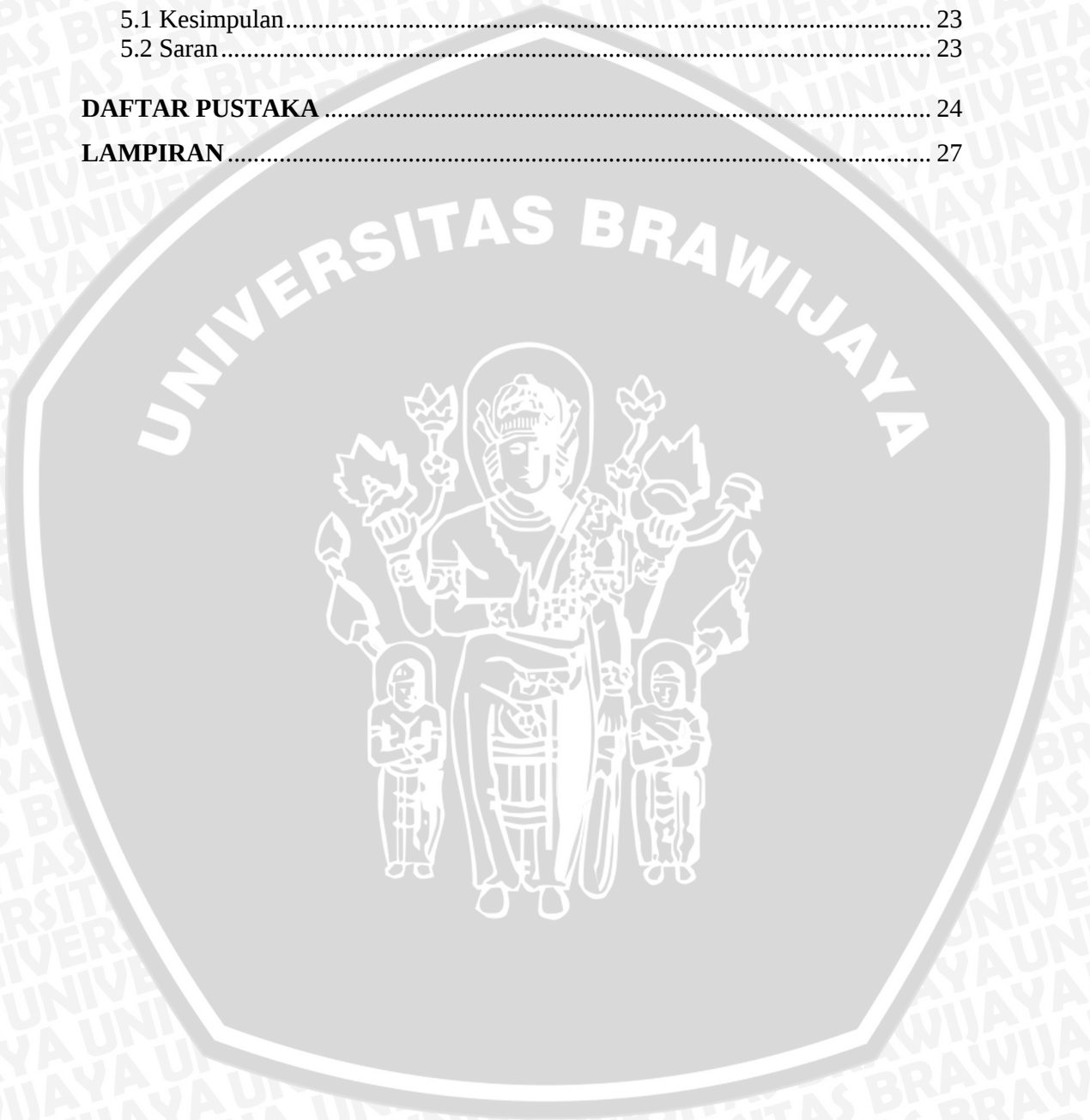
4.2.3 Pengaruh Interaksi Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek <i>Dendrobium</i> <i>undulatum</i>	21
---	----

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran.....	23

DAFTAR PUSTAKA	24
----------------------	----

LAMPIRAN	27
----------------	----



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kombinasi Perlakuan	12
2.	Jumlah Daun Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i> Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 14 – 56 hst	16
3.	Luas Daun Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i> Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 14 – 56 hst	17
4.	Tinggi tanaman Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i> Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 14 – 56 hst	18
5.	Jumlah akar Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i> Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 56 hst	19
6.	Bobot segar Anggrek <i>Dendrobium undulatum</i> Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 56 hst	19

Lampiran

1.	Analisis Ragam Jumlah Daun Pada 14-56 hst.....	27
2.	Analisis Ragam Luas Daun Pada 14-56 hst	29
3.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Pada 14-56 hst	31
4.	Analisis Ragam Jumlah Akar Pada 56 hst.....	33
5.	Analisis Ragam Bobot Segar Pada 56 hst	34

DAFTAR GAMBAR

Nomor

Halaman

Teks

1. Anggrek *Dendrobium undulatum* 5
2. Denah Percobaan 13

Lampiran

1. Anggrek *Dendrobium undulatum* umur 7 bulan 35
2. Pengamatan Bobot Segar..... 35



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan pasar domestik maupun internasional akan anggrek cenderung terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Anggrek merupakan tanaman hias yang mempunyai nilai estetika tinggi. Bentuk dan warna bunga serta karakteristik lainnya yang unik menjadi daya tarik tersendiri dari spesies tanaman hias tersebut. Anggrek *Dendrobium* merupakan salah satu peluang bagi pengusaha anggrek. Tanaman ini cukup mudah pemeliharaannya karena mudah beradaptasi dengan lingkungannya.

Pertumbuhan vegetatif dan perkembangan generatif anggrek dipengaruhi oleh kondisi lingkungan hidup, media tumbuh dan pemupukan yang berbeda terutama terhadap faktor kelembaban, intensitas cahaya matahari, temperatur, kebutuhan hara tanaman serta tingkat pengelolaan tanaman yang intensif dan teratur (Satsijati, 1991). Untuk memilih pupuk yang tepat adalah yang mengandung unsur makro NPK dan mikro. Pemberian pupuk pada tanaman anggrek perlu memperhatikan konsentrasi yang diberikan serta cara aplikasinya.

Berbagai cara untuk meningkatkan pertumbuhan anggrek antara lain dengan pemupukan. Aplikasi pupuk daun merupakan metode yang efektif dalam memberikan hara, khususnya pada kebanyakan tanaman epifit seperti anggrek. Menurut Sessler (1978 dalam Widiastoety, 1993) pemberian pupuk akan lebih efektif bila diberikan melalui daun daripada media. Bagian tersebut mampu menyerap pupuk sekitar 90%, sedangkan akar hanya mampu menyerap sekitar 10% (Iswanto, 2002).

Selain pemupukan, pertumbuhan optimum tanaman anggrek juga membutuhkan kelembaban relatif yang sesuai dengan kisaran 60%-90% (Muir, 1983 dalam Ginting et.al.2001). Kelembaban tinggi dapat mengurangi penguapan agar tanaman tidak mengalami kekurangan air yang diperlukan untuk translokasi zat-zat hara ke seluruh jaringan tanaman. Tampubolon (1997) mengemukakan pada konsentrasi 2 g/l dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif pada anggrek

Dendrobium sp. Salah satu cara untuk mengatasi efisiensi pemupukan melalui daun adalah dengan mengatur takaran dan interval pemberian pupuk, ini berarti konsentrasi larutan atau jumlah pupuk yang diberikan dalam sejumlah air dengan takaran tepat. Pemberian pupuk pada tanaman anggrek yang kurang akan mengakibatkan efektifitas tanaman dalam pertumbuhannya kurang optimal, namun jika berlebihan akan menyebabkan tanaman menjadi layu atau bahkan kering (Lingga dan Marsono, 2001).

1.2 Tujuan

Penelitian bertujuan untuk mengetahui volume pemberian air dan konsentrasi pupuk daun yang tepat untuk mendapatkan pertumbuhan vegetatif tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* yang baik.

1.3 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Pada konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air yang optimum, akan mendukung pertumbuhan anggrek *Dendrobium undulatum* secara optimal pada fase vegetatif.
2. Penggunaan pupuk daun yang optimum pada anggrek *Dendrobium undulatum*, dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif.
3. Penggunaan volume pemberian air yang optimum pada anggrek *Dendrobium undulatum*, dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum*

Anggrek *Dendrobium* adalah salah satu genus anggrek terbesar yang terdapat di dunia. Di Indonesia *Dendrobium* banyak dijumpai di Jawa, Kalimantan, Sumatera, Irian Jaya, Maluku dan Nusa Tenggara.

Tanaman anggrek *Dendrobium* sebagian besar cara hidupnya bersifat *epifit*, yaitu menumpang pada batang pohon lain tetapi tidak merugikan tanaman yang ditumpanginya. Daun berbentuk lanset, lanset ramping dan lanset membulat. Ukuran dan ketebalannya bervariasi. Posisi daun berhadap-hadapan atau berpasangan. Daun keluar dari ruas batang dan setiap ruas muncul 1-2 helai daun (Anonymous, 2005). Pola pertumbuhan *Dendrobium* termasuk pertumbuhan Simpodial yaitu anggrek dengan pertumbuhan ujung batang terbatas. Batang tumbuh terus sampai batas maksimal, lalu berhenti. Pertumbuhan berikutnya dilanjutkan oleh tunas baru yang tumbuh disampingnya (Setiawan, 2002).

Anggrek *Dendrobium* memiliki akar yang bergerombol dan halus bentuknya. Serta sering membentuk alas pada dasar tanaman (Darmono, 2003). Bunga *Dendrobium* terdiri dari sepal (kelopak bunga), petal (mahkota bunga), pollinia atau polen (alat kelamin jantan), putik atau Gymnostemum (alat kelamin betina), ovari (bakal buah), tugu bunga (column), dan bibir (labelum) (Anonymous, 2005).

Bunga pada tanaman anggrek *Dendrobium* memiliki waktu pemasakan yang cukup singkat, berkisar antara 3-4 bulan. Buah termasuk buah lentera dan saat masak buah mekah tepat pada pertengahan buah. Dalam satu buah terdapat ribuan biji anggrek, tetapi biji tersebut tidak memiliki *endosperm* (cadangan makanan) (Osman dan Prasasti, 1991). Buah anggrek *Dendrobium* berwarna hijau, berukuran besar dan menggembung di bagian tengah. Bentuk buah seperti kapsul yang terbelah menjadi enam bagian (Anonymous, 2005).

Anggrek *Dendrobium* sebenarnya memiliki daya adaptasi tinggi. Anggrek ini dapat tumbuh di daerah dengan ketinggian tempat lebih dari 1.000 m dpl.

Umumnya *Dendrobium* menyukai daerah panas daripada daerah dingin (Anonymous, 2005).

Dendrobium termasuk anggrek yang tidak tahan cahaya matahari secara langsung. Intensitas cahaya yang diperlukan berkisar antara 50-60 %. Sedangkan lama penyinaran yang diperlukan sekitar 10 jam/hari. Jika cahaya yang diterima terlalu sedikit tanaman akan berwarna hijau tua, tumbuh kurang baik, bunga sering kali tidak keluar atau menjamur. Sebaliknya pengaturan cahaya sesuai kebutuhan akan membuat anggrek ini tidak mudah terserang hama dan penyakit (Soeryonowinoto, 1991).

Kebutuhan anggrek *Dendrobium* terhadap suhu udara siang hari adalah 27°-32° C. Sedangkan pada malam hari adalah 21°-24° C. Suhu udara sangat mempengaruhi proses metabolisme tanaman. Pada suhu tinggi (31°-34° C) memacu pertumbuhan metabolisme dan suhu rendah (21°-23° C) dapat memperlambat laju pertumbuhan metabolismenya (Light, 1998). Anggrek *Dendrobium* menyukai tempat yang lembab yaitu sekitar 70-80 %, akan tetapi lingkungan yang terlalu lembab atau basah dan senantiasa berair akan memudahkan terserang penyakit busuk tunas dan busuk daun. Kelembaban minimum yaitu sampai dengan 50 % (Osman dan Prasasti, 1991).

Anggrek *Dendrobium undulatum* masuk dalam jajaran anggrek terbesar. Mahkota daunnya panjang dan keriting, warna cokelat tua dengan tepian cokelat muda. Anggrek ini menyukai cahaya matahari penuh dan tahan salinitas (tanah berkadar garam tinggi), dan bisa tumbuh di dataran rendah sampai pada ketinggian 750 m dpl. Hujan yang turun diluar musim, merangsang munculnya bunga. Bila kondisi sesuai, diluar pancaroba pun bisa berbunga. Bunganya agak besar, dalam satu tangkai bunga yang panjang bisa terdapat lebih dari 25 kuntum (Djati, 2007).



Gambar 1. Gambar Anggrek *Dendrobium undulatum*

2.2 Peranan Pupuk Pada Tanaman Anggrek

Pupuk ialah bahan yang diberikan kedalam tanah baik yang organik maupun yang anorganik dengan maksud untuk mengganti kehilangan unsur hara dalam tanah dan bertujuan untuk meningkatkan produksi tanaman dalam keadaan lingkungan yang baik (Sutedjo, 1995). Pemupukan adalah penambahan zat hara tanaman kedalam tanah atau tanaman dengan maksud untuk memenuhi unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman (Setyamidjaja, 1986).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman anggrek memerlukan adanya unsur-unsur hara. Kebutuhan unsur-unsur hara tergantung pada umur dan besar kecilnya tanaman (Batchelor, 1981). Untuk mengatasi hal tersebut biasanya tanaman diberi pupuk baik organik maupun anorganik. Pupuk yang digunakan umumnya pupuk majemuk yaitu mengandung unsur makro dan mikro. Kualitas dan kuantitas pupuk dapat mengatur keseimbangan pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman. Pada fase vegetatif perlu diberikan pupuk yang memiliki kandungan unsur nitrogen tinggi, karena unsur tersebut merupakan bahan utama yang menyusun protein yang sangat dibutuhkan dalam pembelahan sel. Pada fase generatif diberikan unsur hara fosfor (P), karena unsur tersebut berperan sangat penting dalam merangsang proses pembentukan bunga (Gunawan, 1999).

Pemberian pupuk sebagai pertumbuhan tanaman sangatlah baik dalam pertumbuhan vegetatif dan generatif pada tanaman. Pupuk juga berperan dalam memacu pertumbuhan daun, batang dan membantu pembentukan akar serta buah. Selain itu pupuk membantu proses metabolisme tanaman, pembentukan jaringan

tunas serta membuat tanaman tumbuh subur, sehat dan produktif (Anonymous, 2005).

Unsur nitrogen (N) berpengaruh pada pertumbuhan vegetatif dan menyebabkan daun berwarna hijau. Unsur tersebut digunakan untuk pembentukan protein. Penambahan nitrogen sebagai pupuk perangsang (*stater solution*) menyebabkan peningkatan nitrogen dari udara (Murtiastono, 1980). Bila kekurangan unsur tersebut dapat menghambat pertumbuhan secara keseluruhan, jumlah daun sedikit, ukuran daun kecil dan warna daun pucat (Foth, 1994). Manfaat nitrogen pada tanaman anggrek adalah memacu pertumbuhan daun dan batang serta membantu pembentukan akar (Anonymous, 2005).

Fosfor ialah unsur hara yang dibutuhkan tanaman pada pertumbuhan. Fosfor mempunyai peranan penting dalam metabolisme energi dan pengaturan proses enzimatik. Selain itu juga fosfor sangat penting dalam pembelahan sel dan perkembangan jaringan meristem, sehingga fosfor dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman muda, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah sebagai penyusun lemak dan protein. Fosfor diambil oleh tanaman terutama dalam bentuk anion H_2PO_4^- daripada bentuk anion HPO_4^{2-} , fosfor dalam tanah terikat oleh bahan organik sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Djoehana, 1995).

Pada tanaman anggrek fosfor berfungsi untuk memperkuat batang sehingga tidak mudah roboh, memperbaiki kualitas tanaman, pendorong utama pertumbuhan akar serta membantu pembentukan bunga dan buah. Tanaman yang kekurangan fosfor menyebabkan pertumbuhan yang tidak baik, warna daun lebih gelap dan sistem perakaran kurang baik (Samurai, 2001).

Kalium merupakan kation (K^+) yang diserap oleh akar tanaman yang lebih besar jumlahnya dari pada kation-kation lainnya. Kalium bergerak dari jaringan-jaringan tua ke titik pertumbuhan akar dan tajuk, serta selalu diserap lebih awal dari nitrogen dan fosfor (Djoehana, 1995). Pada tanaman anggrek kalium berfungsi sebagai katalisator, terutama dalam penguraian protein menjadi asam amino serta penyusun dan pembongkaran karbohidrat (Batchelor, 1981). Kekurangan unsur K pada tanaman anggrek menyebabkan warna bunga menjadi pucat dan jumlah tangkai bunga menurun (Widiastoety *et al.*, 1997).

2.3 Pemberian Pupuk Pada Tanaman

Pemberian pupuk sebagai penyedia hara untuk tanaman dapat diberikan lewat akar dan daun. Tujuan utama pemupukan lewat daun adalah meningkatkan hasil fotosintat, pada umumnya pupuk diberikan melalui batang dan daun dalam bentuk larutan (Harjadi, 1986). Keunggulan pupuk daun menurut Lingga dan Marsono (2001) antara lain: penyerapan hara yang diberikan berjalan lebih cepat dari pupuk yang diberikan lewat akar, tanaman lebih cepat menumbuhkan tunas.

Penggunaan pupuk melalui media tanam memperoleh respon hasil yang kurang optimal. Jika dilakukan pemupukan ke dalam pot maka pupuk yang larut dalam air dan kontak langsung dengan ujung akar saja, kemudian akan diambil oleh tanaman anggrek dan sisanya akan tetap berada dalam pot (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2005). Ditambahkan oleh Widiastoety *et al.* (1993) daun mampu menyerap pupuk sekitar 90 %, sedangkan akar lainnya mampu menyerap 10 %. Anggrek menyerap hara melalui daun dalam waktu 10 jam, ternyata 54 % bahan radioaktif dalam hara terserap sudah berada didalam *pseudobulb*, 14 jam kemudian 28 % bahan tersebut sudah berada di dalam akar.

Pemupukan melalui daun yaitu dengan masuknya unsur hara ke dalam daun bisa terjadi melalui stomata, tetapi akan mengalami hambatan pada lapisan epidermis, sel penyangga, *mesofil* dan seludang pembuluh daun sehingga masuknya unsur hara kemungkinan terjadi oleh gerakan melalui lentisel dan selanjutnya berperan dalam fotosintesis (Lakitan, 1993). Penyerapan hara melalui daun lebih cepat dibandingkan melalui media tanam, karena unsur hara dapat menembus lapisan kutikula dan stomata secara langsung masuk kedalam sel (Suhartina dan Adisarwanto, 1994).

Pemupukan pada daun melalui penyemprotan dapat dilakukan seminggu sekali ataupun seminggu dua kali. Pemupukan melalui daun sebaiknya disesuaikan dengan iklim, waktu dan dosis yang tepat. Penyemprotan pupuk saat matahari bersinar terik tidak dianjurkan. Proses penguapan pada tanaman saat itu berlangsung cepat akibatnya penyerapan air dan hara terhambat oleh garam yang menumpuk dan pertumbuhan tanaman menjadi lambat. Lingga dan Marsono (2001) mengemukakan bahwa pemupukan melalui daun dapat mempercepat

penyerapan unsur hara, tanaman lebih cepat menumbuhkan tunas dan tanah tidak mudah rusak. Pertumbuhan vegetatif dan generatif juga perlu dipacu dengan pemupukan melalui daun (Notodimedjo, 1998).

Waktu pemupukan merupakan persyaratan yang harus diperhatikan, agar pupuk yang diberikan dapat tepat diserap oleh tanaman, yaitu pada saat tanaman memerlukan unsur hara dalam jumlah yang cukup. Pemberian pupuk dalam jumlah dan waktu yang tepat, besar pengaruhnya terhadap peningkatan produksi tanaman (Ishizuka, 1964 dalam Wismonohadi dan Dharmaputra, 1979).

Pupuk daun sebagai salah satu bentuk pupuk yang banyak jenisnya. Di pasaran pupuk yang beredar merupakan pupuk majemuk lengkap yang tersedia dalam bentuk cair ataupun butiran. Pupuk ini mengandung unsur hara makro maupun mikro (Rismunandar, 1990). Unsur-unsur hara dapat masuk jaringan daun yang lebih dalam dan menembus *plasmodesmata*. Selain itu pupuk dapat masuk melalui stomata (Suwandi dan Tjondrowinarno, 1998). Umumnya tanaman sering kekurangan unsur hara mikro bila hanya mengandalkan pupuk akar, maka dari itu kekurangan hara tersebut dapat teratasi dengan menggunakan pupuk daun majemuk lengkap, sehingga unsur hara yang diterima oleh tanaman dapat lebih maksimal dan media akan terhindar dari kekahatan atau rusak (Lingga dan Marsono, 2001).

Pemupukan melalui daun sebaiknya dilakukan pada penyinaran yang cukup, karena bila penyinaran berlebihan kandungan air dalam jaringan tanaman akan cepat menguap, sehingga terjadi akumulasi dari garam pada pertukaran tanaman, akibatnya penyerapan menjadi terhambat (Miles, 1983). Dari hasil penelitian Indradewa *et al.* (2001) menunjukkan transpirasi yang paling cepat pada pemupukan sore hari karena pada stomata membuka dan faktor lingkungan memacu proses tersebut. Tanaman yang disemprot pada sore hari atau malam hari mengakumulasi nitrogen lebih banyak dibanding yang disemprot pada pagi hari, akibatnya tanaman tumbuh lebih cepat. Hal ini juga berpengaruh pada konsentrasi pupuk daun yang diberikan. Aplikasi pemberian pupuk dapat diberikan satu minggu dua kali atau dua minggu satu kali.

Pengaruh waktu pemupukan dengan menggunakan pupuk daun majemuk lengkap dari hasil penelitian Widiastoety dan Santi (1994) menunjukkan bahwa

pemberian pupuk dua kali seminggu cukup baik untuk pertumbuhan vegetatif tanaman anggrek *Dendrobium*. Pupuk NPK berperan dalam penambahan panjang daun dan lebar daun karena pupuk NPK diberikan melalui daun sehingga kebutuhan unsur hara NPK dapat terpenuhi. Terkait dengan kebutuhan pupuk kandungan N tinggi pada fase vegetatif tanaman menunjukkan hasil yang baik. Dalam nitrogen ini akan dibentuk pertumbuhan dan perkembangan jaringan. Jika tanaman kekurangan N, akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat dan terjadi klorosis pada daun.

Pupuk majemuk lengkap mengandung lebih dari satu jenis unsur, artinya selain mengandung sejumlah unsur hara makro juga dilengkapi unsur hara mikro. Di pasaran saat ini telah banyak beredar pupuk majemuk lengkap dengan beragam merek dan kandungan unsurnya. Pupuk majemuk lengkap bentuknya ada yang cair dan butiran (Anonymous, 2005).

Kebutuhan unsur N, P, K untuk anggrek berbeda-beda tergantung besar kecilnya tanaman anggrek dan tiap fase pertumbuhan tanaman. Bagi tanaman anggrek untuk *seedling* (bibit), ratio N: P: K adalah 60: 30: 10, untuk *mid-size* (ukuran sedang) N: P: K adalah 30: 30: 30 dan untuk *flowering size* N: P: K adalah 10: 60: 10. Proses pembentukan dan perkembangan tunas membutuhkan nutrisi dalam jumlah relatif besar. Unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tunas adalah unsur N (Direktorat Jendral Bina Produksi Hortikultura, 2005).

2.4 Pengaruh Volume Pemberian Air terhadap Pertumbuhan Tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum*

Anggrek akan tumbuh baik bila kebutuhan airnya tercukupi. Air selain sebagai pelarut dan ikut dalam proses fotosintesis, juga berperan mengatur kondisi suhu. Cara pemberian air yang baik adalah dengan sprayer karena air yang keluar berupa butiran – butiran halus sehingga tidak menghanyutkan atau merusak media dan bagian tanaman (Iswanto, 2001). Penyiraman yang baik yaitu pada pagi hari sebelum matahari terbit (sekitar pukul 06.00 – 07.00) dan sore hari sesudah matahari terbenam (sekitar pukul 17.00 – 18.00). Penyiraman minimal dilakukan dua kali sehari, pada musim kemarau frekuensinya ditambah menjadi tiga kali

sehari. Tanaman anggrek yang mempunyai pseudobulb (umbi semu) seperti *Dendrobium* lebih tahan kering bila dibandingkan dengan anggrek yang tidak mempunyai umbi semu (Darmono, 2006).

Anggrek yang menempel di pohon, sebaiknya frekuensi penyiraman lebih sering karena air yang disiramkan biasanya langsung turun atau mengalir ke bawah sehingga kondisi media tanamnya menjadi lebih cepat kering. Namun harus diingat, penyiraman air jangan terlalu berlebihan karena akan membasahi seluruh permukaan akar. Akibatnya akar akan sulit melakukan proses pernafasan maupun penguapan (Iswanto, 2001).

Sifat fisik media tanam juga mempengaruhi jumlah air yang diberikan. Media tanam yang bertekstur lebih halus seperti tanah liat akan lebih banyak menahan atau memegang jika dibandingkan dengan yang bertekstur lebih kasar seperti pasir. Oleh karena itu, tanah liat lebih banyak membutuhkan air dibandingkan pasir. Faktor iklim seperti musim penghujan dan kemarau sangat mempengaruhi kondisi media tanam. Tanaman atau media tanam mendapat air secara ekstra pada musim hujan sehingga media tanam mudah jenuh akan air. Demikian pula tanaman akan mengalami proses evapotranspirasi lebih cepat pada musim kemarau sehingga media tanam menjadi cepat kering. Pengaruh tersebut perlu dipertimbangkan dalam pemberian air. Upaya untuk mencegah kekurangan atau kelebihan air pada media tanam adalah dengan pengaturan tata air. Hal yang perlu diatur antara lain drainase dan aerasi media tanam yang tepat serta irigasi atau sistem pengairan yang benar dan sesuai. Frekuensi pemberian air harus diatur sehingga kelembaban dalam media tanam dapat terkontrol. Hal yang penting adalah kandungan air dalam media tanam tetap tersedia secara optimal bagi tanaman (Agoes, 1994).

III. METODE DAN PELAKSANAAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli 2010. Pelaksanaan penelitian bertempat di Desa Tegalweru, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang pada ketinggian 750 m dpl., suhu siang hari 26-29⁰ C.

3.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah anggrek *Dendrobium undulatum* umur 7 bulan dari aklimatisasi, pupuk majemuk Gandasil D (20:15:15), Dithane M-45, pot gelas mineral, media pakis dan arang. Alat yang digunakan adalah kamera, penggaris, gelas ukur, timbangan analitik, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 kali ulangan. Perlakuan untuk unit diuraikan di bawah ini :

Faktor I : Konsentrasi Pupuk daun (Gandasil D)

1. P1 : 1,0 g/l
2. P2 : 1,5 g/l
3. P3 : 2,0 g/l
4. P4 : 2,5 g/l
5. P5 : 3,0 g/l

Faktor II : Volume pemberian air

1. V1 : 10 cc/pot
2. V2 : 15 cc/pot
3. V3 : 20 cc/pot

Kombinasi diantara level perlakuan media tanam diperoleh 15 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 45 satuan kombinasi percobaan. Tiap perlakuan terdiri dari 2 tanaman. Masing-masing perlakuan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	V1	V2	V3
P1	P1V1	P1V2	P1V3
P2	P2V1	P2V2	P2V3
P3	P3V1	P3V2	P3V3
P4	P4V1	P4V2	P4V3
P5	P5V1	P5V2	P5V3

Keterangan :

P1V1 : Pupuk daun Gandasil D 1,0 g/l dengan pemberian air 10 cc/pot

P1V2 : Pupuk daun Gandasil D 1,0 g/l dengan pemberian air 15 cc/pot

P1V3 : Pupuk daun Gandasil D 1,0 g/l dengan pemberian air 20 cc/pot

P2V1 : Pupuk daun Gandasil D 1,5 g/l dengan pemberian air 10 cc/pot

P2V2 : Pupuk daun Gandasil D 1,5 g/l dengan pemberian air 15 cc/pot

P2V3 : Pupuk daun Gandasil D 1,5 g/l dengan pemberian air 20 cc/pot

P3V1 : Pupuk daun Gandasil D 2,0 g/l dengan pemberian air 10 cc/pot

P3V2 : Pupuk daun Gandasil D 2,0 g/l dengan pemberian air 15 cc/pot

P3V3 : Pupuk daun Gandasil D 2,0 g/l dengan pemberian air 20 cc/pot

P4V1 : Pupuk daun Gandasil D 2,5 g/l dengan pemberian air 10 cc/pot

P4V2 : Pupuk daun Gandasil D 2,5 g/l dengan pemberian air 15 cc/pot

P4V3 : Pupuk daun Gandasil D 2,5 g/l dengan pemberian air 20 cc/pot

P5V1 : Pupuk daun Gandasil D 3,0 g/l dengan pemberian air 10 cc/pot

P5V2 : Pupuk daun Gandasil D 3,0 g/l dengan pemberian air 15 cc/pot

P5V3 : Pupuk daun Gandasil D 3,0 g/l dengan pemberian air 20 cc/pot

Ulangan 1

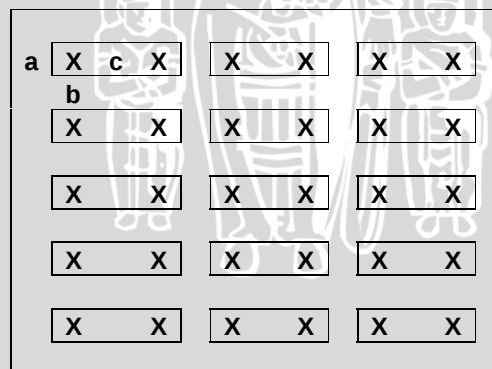
P ₅ V ₁	P ₅ V ₁	P ₅ V ₂	P ₅ V ₂	P ₅ V ₃	P ₅ V ₃
P ₄ V ₃	P ₄ V ₃	P ₄ V ₂	P ₄ V ₂	P ₄ V ₁	P ₄ V ₁
P ₃ V ₁	P ₃ V ₁	P ₃ V ₂	P ₃ V ₂	P ₃ V ₃	P ₃ V ₃
P ₂ V ₃	P ₂ V ₃	P ₂ V ₂	P ₂ V ₂	P ₂ V ₁	P ₂ V ₁
P ₁ V ₁	P ₁ V ₁	P ₁ V ₂	P ₁ V ₂	P ₁ V ₃	P ₁ V ₃

Ulangan II

P ₄ V ₁	P ₄ V ₁	P ₂ V ₁	P ₂ V ₁	P ₅ V ₁	P ₅ V ₁
P ₅ V ₃	P ₅ V ₃	P ₃ V ₁	P ₃ V ₁	P ₁ V ₃	P ₁ V ₃
P ₁ V ₂	P ₁ V ₂	P ₃ V ₃	P ₃ V ₃	P ₄ V ₃	P ₄ V ₃
P ₅ V ₂	P ₅ V ₂	P ₂ V ₃	P ₂ V ₃	P ₄ V ₂	P ₄ V ₂
P ₃ V ₂	P ₃ V ₂	P ₂ V ₂	P ₂ V ₂	P ₁ V ₁	P ₁ V ₁

Ulangan III

P ₁ V ₂	P ₁ V ₂	P ₄ V ₃	P ₄ V ₃	P ₁ V ₁	P ₁ V ₁
P ₄ V ₁	P ₄ V ₁	P ₅ V ₂	P ₅ V ₂	P ₂ V ₁	P ₂ V ₁
P ₂ V ₃	P ₂ V ₃	P ₅ V ₃	P ₅ V ₃	P ₃ V ₂	P ₃ V ₂
P ₃ V ₃	P ₃ V ₃	P ₄ V ₂	P ₄ V ₂	P ₂ V ₂	P ₂ V ₂
P ₁ V ₃	P ₁ V ₃	P ₅ V ₁	P ₅ V ₁	P ₃ V ₁	P ₃ V ₁



Keterangan : X . Tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* dalam pot

- a. Jarak antar tanaman 2 cm
- b. Jarak antar baris 2 cm
- c. Jarak antar kolom 2 cm

Gambar 2. Denah Percobaan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Pot dan Media Tanam

Pot yang disediakan sebanyak 90 pot sesuai dengan jumlah tanaman anggrek yang diamati. Pot yang digunakan adalah gelas minuman mineral. Media tanam (pakis dan arang) yang digunakan harus dipotong kecil-kecil dan direndam dalam air dan kemudian di sterilisasi $\pm$ 60 menit.

3.4.2 Penanaman

Tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* umur 7 bulan ditanam dalam pot yang telah diisi dengan media tanam pakis dan arang. Sebelum ditanam ke dalam pot, tanaman diukur (jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, jumlah akar, dan bobot segar). Setiap tanaman dimasukkan ke dalam pot dan diatur agar akar leluasa bergerak. Selanjutnya pot dipenuhi dengan media tanam secara hati-hati agar tidak rusak sampai media tanam kurang lebih 2 cm dari ujung pot bagian atas. Tanaman yang telah dimasukkan pot diletakkan di atas rak dengan ketinggian kurang lebih satu meter.

3.4.3 Penyiraman

Penyiraman dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman dan juga memberikan kelembaban lingkungan tumbuh sehingga tanaman dapat tumbuh baik. Penyiraman dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 08.00 WIB, yang diberikan satu minggu dua kali. Penyiraman diberikan pada tanaman (10 cc/pot, 15 cc/pot, 20 cc/pot) dengan menggunakan gelas ukur.

3.4.4 Pemupukan

Pemupukan menggunakan pupuk majemuk “Gandasil D” (20:15:15), sesuai dengan perlakuan (1,0 g/l, 1,5 g/l, 2,0 g/l, 2,5 g/l, 3,0 g/l) yang pemberiannya disesuaikan dengan waktu penyiraman yaitu dua kali dalam satu minggu. Cara pemberiannya dengan disiramkan pada tanaman anggrek *Dendrobium undulatum*.

3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi pengendalian hama penyakit. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan apabila terjadi gejala serangan hama dan penyakit dengan menggunakan fungisida, insektisida dan akarisida.

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara non destruktif dan destruktif

Pengamatan secara non destruktif dilakukan pada 2 tanaman setiap perlakuan, waktu pengamatan 14, 28, 42, 56 hsp yang meliputi:

1. Jumlah daun baru, dihitung pada daun yang telah membuka sempurna
2. Luas daun baru, diukur dengan menggunakan metode faktor koreksi, diperoleh dengan mengukur panjang dan lebar daun ($LD = P \times l \times Fk$)
3. Tinggi tanaman, diukur dari pangkal sampai ujung daun

Pengamatan secara destruktif, dengan jumlah sampel yang diamati adalah 2 tanaman untuk masing-masing perlakuan dan dilakukan setelah umur tanaman 56 hsp, meliputi:

1. Jumlah akar, dihitung setelah akhir penelitian. Dilakukan pada awal pelaksanaan penelitian dan pada akhir penelitian untuk mengetahui penambahan
2. Bobot segar tanaman, diperoleh dengan menimbang bobot segar seluruh bagian tanaman, dilakukan pada awal sebelum penanaman dan setelah akhir penelitian

3.6 Analisis data

Data dianalisis dengan analisis ragam (F hitung) dengan taraf kesalahan 10%. Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kesalahan 5 %.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air terhadap setiap variabel yang diamati, sehingga data pada masing-masing faktor disajikan secara terpisah.

4.1.1 Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada umur 14 sampai 56 hst antara perlakuan konsentrasi pupuk daun dan interaksinya dengan volume pemberian air tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* (Lampiran 1). Tabel 2 menunjukkan jumlah daun akibat perlakuan volume pemberian air dan konsentrasi pupuk daun pada umur pengamatan 14, 28, 42, 56 hst.

Tabel 2. Jumlah Daun Anggrek *Dendrobium undulatum* Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 14 – 56 hst

Perlakuan	Jumlah daun (helai) / pada umur (HST)			
	14	28	42	56
Konsentrasi pupuk daun				
Pupuk daun 1,0 g/l	5,28	5,17	5,28	5,94
Pupuk daun 1,5 g/l	5,17	5,06	5,33	5,33
Pupuk daun 2,0 g/l	5,56	5,06	5,50	5,33
Pupuk daun 2,5 g/l	5,78	5,67	5,78	5,83
Pupuk daun 3,0 g/l	5,22	4,89	5,06	5,06
BNT 5%	tn	tn	tn	tn
Volume pemberian air				
Volume air 10 cc/pot	5,80	5,43	5,73	6,03
Volume air 15 cc/pot	5,50	5,07	5,47	5,67
Volume air 20 cc/pot	4,90	5,00	4,97	4,80
BNT 5%	tn	tn	tn	tn

Keterangan : tn : tidak berbeda nyata. hst: hari setelah tanam.

4.1.2 Luas Daun

Hasil analisis ragam pada luas daun menunjukkan tidak terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air. Tetapi pada 28 hst perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air menunjukkan hasil yang nyata (Lampiran 2). Luas daun anggrek *Dendrobium undulatum* pada beberapa perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Daun Anggrek *Dendrobium undulatum* Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 14 – 56 hst

Perlakuan	Luas daun (cm ²) / pada umur (HST)			
	14	28	42	56
Konsentrasi pupuk daun				
Pupuk daun 1,0 g/l	4,74	5,42b	6,01	5,97
Pupuk daun 1,5 g/l	4,42	4,2ab	5,25	5,65
Pupuk daun 2,0 g/l	4,43	5,35b	5,56	5,63
Pupuk daun 2,5 g/l	4,21	4,61a	5,09	5,11
Pupuk daun 3,0 g/l	4,66	5,79b	5,70	6,09
BNT 5%	tn	0,67	tn	tn
Volume pemberian air				
Volume air 10 cc/pot	5,99c	6,78c	7,30c	7,47c
Volume air 15 cc/pot	4,12b	5,01b	5,22b	5,21b
Volume air 20 cc/pot	3,35a	3,80a	4,05a	4,39a
BNT 5%	0,62	0,52	0,77	0,77

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada satu kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada uji BNT 5%.

tn : tidak berbeda nyata.hst : hari setelah tanam

4.1.3 Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam pada tinggi tanaman menunjukkan tidak terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air. Perlakuan konsentrasi pupuk daun berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, akan tetapi pada perlakuan volume pemberian air menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* (Lampiran 3). Tinggi tanaman anggrek pada beberapa perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tinggi tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum* Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 14 – 56 hst

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) / pada umur (HST)			
	14	28	42	56
Konsentrasi pupuk daun				
Pupuk daun 1,0 g/l	4,76	4,73	4,57	4,25
Pupuk daun 1,5 g/l	4,67	4,29	3,99	4,94
Pupuk daun 2,0 g/l	4,84	4,62	4,41	4,08
Pupuk daun 2,5 g/l	4,37	4,32	4,22	4,71
Pupuk daun 3,0 g/l	4,88	4,54	4,48	4,72
BNT 5%	tn	tn	tn	tn
Volume pemberian air				
Volume air 10 cc/pot	5,48b	5,56c	5,27c	5,66b
Volume air 15 cc/pot	4,39ab	4,32b	4,16b	4,11ab
Volume air 20 cc/pot	4,24a	3,62a	3,57a	3,85a
BNT 5%	0,82	0,66	0,53	0,53

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada satu kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada uji BNT 5%.

tn : tidak berbeda nyata.hst : hari setelah tanam

4.1.4 Jumlah Akar

Pada parameter pengamatan jumlah akar menunjukkan tidak terjadi interaksi antara konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air pada tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* (Lampiran 4). Jumlah akar tanaman anggrek pada beberapa perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah akar Anggrek *Dendrobium undulatum* Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 56 hst

Perlakuan	Jumlah akar / pada umur (HST)
	56
Konsentrasi pupuk daun	
Pupuk daun 1,0 g/l	12,78
Pupuk daun 1,5 g/l	13,50
Pupuk daun 2,0 g/l	15,11
Pupuk daun 2,5 g/l	15,11
Pupuk daun 3,0 g/l	14,17
BNT 5%	tn
Volume pemberian air	
Volume air 10 cc/pot	14,83
Volume air 15 cc/pot	14,30
Volume air 20 cc/pot	13,27
BNT 5%	tn

Keterangan : tn : tidak berbeda nyata. hst: hari setelah tanam.

4.1.5 Bobot Segar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air pada parameter pengamatan bobot segar. Konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air berpengaruh nyata terhadap bobot segar tanaman (Lampiran 5). Bobot segar akibat interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air pada umur pengamatan 56 hst disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot segar Anggrek *Dendrobium undulatum* Akibat Perlakuan Volume Pemberian Air dan Konsentrasi Pupuk Daun pada Umur 56 hst

Konsentrasi pupuk daun	Bobot segar (g) / pada umur (HST)		
	Volume pemberian air		
	Volume air 10 cc/pot	Volume air 15 cc/pot	Volume air 20 cc/pot
Pupuk daun 1,0 g/l	7,42d	3,00b	2,08ab
Pupuk daun 1,5 g/l	5,08cd	4,33c	2,00ab
Pupuk daun 2,0 g/l	5,17cd	3,00b	2,56ab
Pupuk daun 2,5 g/l	4,83cd	3,67bc	2,08ab
Pupuk daun 3,0 g/l	5,08cd	3,17bc	1,50a
BNT 5%	1,25		

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada uji BNT 5%.

4.2 Pembahasan

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan suatu proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus menerus sepanjang daur hidup, bergantung pada tersedianya meristem, hasil fotosintesis hormon dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung (Gardner, Pearce dan Mitchell, 1991).

4.2.1. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum*

Pengaruh konsentrasi pupuk daun terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, tinggi tanaman, jumlah akar maupun bobot segar tanaman anggrek. Hal ini diduga disebabkan karena pertumbuhan vegetatif anggrek yang tergolong lambat menyebabkan tidak adanya perbedaan jumlah daun, tinggi tanaman, jumlah akar, dan bobot segar tanaman anggrek pada perlakuan pemupukan. Sepanjang masa pertumbuhan vegetatif, meliputi akar, daun dan batang merupakan daerah-daerah pemanfaatan yang kompetitif dalam pembagian hasil fotosintesis, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Gardner *et al.* (1991). Sedangkan untuk luas daun, konsentrasi pupuk daun berpengaruh nyata pada hari ke 28 setelah tanam seperti terlihat pada Tabel 3, dan untuk pengamatan selanjutnya tidak berpengaruh nyata. Hal ini mungkin disebabkan karena kondisi lingkungan dan juga pengaruh perlakuan pemupukan, selain itu juga dikarenakan unsur hara yang diberikan belum bisa diserap secara optimal oleh akar sehingga proses pertumbuhan terhambat. Luas daun merupakan suatu tanda tanaman melakukan pertumbuhan vegetatif. Pertumbuhan vegetatif sangat dipengaruhi oleh unsur N karena unsur N dapat memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman (Harjowigeno, 1992). Proses fotosintesis dapat berlangsung pada bagian lain dari tanaman tetapi secara umum daun dipandang sebagai organ produsen fotosintat utama karena itulah pengamatan daun sangat penting diperlukan selain sebagai indikator pertumbuhan juga sebagai data penunjang

untuk menjelaskan proses pertumbuhan yang terjadi (Sitompul dan Guritno, 1995).

Pemberian pupuk yang bertahap dimasukkan untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman pada saat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga tanaman bisa menggunakan unsur hara tersebut secara optimal. Hal ini berkaitan dengan tersedianya unsur hara yang diperlukan oleh tanaman pada waktu dan jumlah yang tepat.

4.2.2. Pengaruh Volume Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum*

Perlakuan volume pemberian air pada masing-masing parameter menunjukkan pengaruh yang berbeda. Pada parameter pengamatan jumlah daun dan jumlah akar perlakuan volume pemberian air menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Agus (2001) menyatakan bahwa akar anggrek dapat terus bertambah atau bercabang lebih banyak bila tumbuh pada tempat kering, banyaknya cabang untuk mencari tempat yang lembab. Disisi lain Perhimpunan Anggrek Indonesia (1997) menambahkan akar anggrek memiliki lapisan filamen yang berfungsi seperti kertas penghisap. Air dan uap air dari tempat dan sekitarnya, dan dari udara dihisap oleh filamen dan diteruskan pada jaringan yang lebih dalam sehingga dalam keadaan kering akar anggrek memiliki cadangan air didalamnya. Sehingga bisa diasumsikan bahwa pemberian air yang bertahap tidak akan mempengaruhi jumlah akar. Sedangkan pada parameter pengamatan luas daun, tinggi tanaman, dan bobot segar perlakuan volume pemberian air memberikan pengaruh yang nyata.

4.2.3. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Pupuk Daun dan Volume Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek *Dendrobium undulatum*

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air terhadap peubah bobot segar tanaman anggrek pada umur 56 hst. Hal ini menunjukkan bahwa respon tanaman terhadap konsentrasi pupuk daun dipengaruhi oleh volume pemberian air. Hasil

yang terbaik ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi pupuk daun 1 g/l dengan volume pemberian air 10 cc/pot. Biasanya pada tanaman muda akan mengalami kebusukan, dan daunnya berkerut sama seperti keadaan dehidrasi jika tanaman tersebut terus menerus disiram. Sehingga bisa diasumsikan bahwa volume pemberian air yang lebih sedikit akan menghasilkan pertumbuhan tanaman anggrek yang lebih baik.

Pertumbuhan tanaman dapat berlangsung dengan baik jika kebutuhan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dapat tersedia dengan baik. Unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman yaitu N, P, dan K harus tersedia dalam keadaan keseimbangan yang wajar (Buckman dan Brady, 1982). Pupuk majemuk lengkap mengandung lebih dari satu jenis unsur, artinya selain mengandung sejumlah unsur hara makro juga dilengkapi unsur hara mikro. Dijelaskan oleh Gunawan (1999), bahwa unsur N berfungsi dalam memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman dan pembentukan klorofil yang berguna selama proses fotosintesis. Unsur P berfungsi dalam pembelahan sel dan perkembangan jaringan meristem sedangkan K sangat penting untuk pembentukan pati dan translokasi gula.

Dari hasil penelitian diketahui hasil yang berbeda nyata pada volume pemberian air dan untuk hasil yang terbaik adalah pada volume pemberian air 10 cc/pot. Hal ini sesuai dengan sifat anggrek jenis *Dendrobium* yang tidak suka air.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Terjadi interaksi antara konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman anggrek *Dendrobium undulatum*, yaitu pada bobot segar tanaman. Interaksi antara konsentrasi pupuk daun dan volume pemberian air menunjukkan hasil terbaik pada parameter bobot segar tanaman 56 hst, yaitu pada konsentrasi pupuk daun sebesar 1g/l dan pemberian air 10 cc/pot.
2. Konsentrasi pupuk daun tidak berpengaruh terhadap jumlah daun, tinggi tanaman, jumlah akar maupun bobot segar tanaman anggrek *Dendrobium undulatum* pada fase vegetatif. Hanya berpengaruh pada luas daun umur 28 hst.
3. Volume pemberian air berpengaruh terhadap luas daun, tinggi tanaman, dan bobot segar tanaman anggrek *Dendrobium undulatum*. Pada volume 10 cc/pot menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan volume pemberian air 15cc/pot atau 20 cc/pot.
4. Semakin banyak air yang diberikan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman anggrek *Dendrobium undulatum*.
5. Konsentrasi pupuk daun maupun volume pemberian air tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman anggrek *Dendrobium undulatum*.

5.2 Saran

Aplikasi pemupukan konsentrasi 1 g/l dengan volume pemberian air 10 cc/pot dapat memberikan pertumbuhan vegetatif yang baik pada tanaman anggrek. Perlu dikaji lebih lanjut konsentrasi pemberian pupuk daun dan volume pemberian air untuk memacu pertumbuhan vegetatif menuju ke fase generatif (*blooming size*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, Dina. 1994. Aneka Jenis Media Tanam dan Penggunaannya. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 13-15
- Agus, G.T.K, Dianawati. A, Dipo U.T, Irawan E.S, Miharja K, Gusnadi L, Luluk A.M, Maman N, Piet S.K, Dachlan P.S, Udin, Ujang M.J, Yana T.S, Yandi. 2001. Anggrek. Agromedia Pustaka. Jakarta. p. 4-6
- Anonymous. 2005. Anggrek *Dendrobium*. PT. Trubus Swadaya. p. 56-122
- Batchcelor, P.S. 1981 Orchids Culture Watering. Amer. Orchid Soc. 50(8): p. 945-952
- Buckman, H dan N. Brady. 1982. Ilmu Tanah Bharatara Karya Aksara. Calcuta.p. 12-14
- Darmono, Dyah W. 2003. Menghasilkan Anggrek Silangan. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 5-9
- Darmono, Dyah W. 2006. Permasalahan Anggrek dan Solusinya. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 61-62
- Direktorat Jendral Bina Produksi Hortikultura Departemen Pertanian. 2005. Anggrek *Dendrobium*. <http://www.hortikultura.go.id/horti/page/koniung/hias/dendrobium.asp>. 12 Maret 2007. p. 12
- Direktorat Perlindungan Hortikultura. 2005 Budidaya Tanaman Anggrek. http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/makalah/pengamatan_opt_anggrek.html. 12 Maret 2007. p. 13
- Djati, S.2007. Merawat dan Membungakan Anggrek Spesies Hibrida. Jakarta. p. 22-23
- Djoehana, M. 1995. Pupuk dan Pemupukan. CV. Simplex. Jakarta. p. 12
- Foth, H.D. 1994. Ilmu Tanah. PT. Erlangga. Jakarta. p. 251-312
- Gardner, P.F, R.B Pearce, dan R.L Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia.(UI-Press). Jakarta. p. 323-325
- Gunawan, L.W. 1999. Budidaya Anggrek. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 86
- Harjadi, S.S. 1986. Pengantar Agronomi. PT. Gramedia. Jakarta. p. 32
- Harjowigeno, S. 1992. Ilmu Tanah. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.p. 45
- Intradewa. D., Soebijanti Harsono, dan Umil Khoir. 2001. Pengaruh Waktu Alpakasi dan Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Proses Fisiologi dan Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium*: Ilmu Pertanian. p. 76-82

Ismail. 1999. Mempersiapkan Media Tanam. Seri Praktek Ciputri Hijau Tuntunan Membangun Agribisnis (Editor: Supari, DH). PT. Elex Media Komputindo. Jakarta. p. 45

Iswanto, H. 2002. Petunjuk Perawatan Anggrek. AgroMedia Pustaka. Jakarta. p. 36-38

Iswanto, H. 2001. Anggrek Phalaenopsis. AgroMedia Pustaka. Jakarta. p. 89

Lakitan, B. 1993. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. p. 53-148

Light, M.H.S. 1998. Orchid Safari Archives: Pest And Disease Management. <http://www.geocities.com/~marylois/arc100html>. (17 Maret 2007)

Lingga, P dan Marsono. 2001. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. p.165

Miles, K. 1983. Growing Equitant Onchidium. Amer. Orchid Soc. Bul. 5(12):p. 155-161

Murtiastono, E. 1980. Pengaruh Pemupukan NPK Setelah Panen Pertama Pada Produksi Kacang Hijau. Bul. Agronomi 9(20): 19-22

Notodimedjo, S. 1998. Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh Dormex dan Pupuk Daun Greener-2001 Serta Vitabloom Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Apel Kultivar Manalagi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. p. 1-11

Osman, K dan Prasasti, I. 1991. Anggrek *Dendrobium*. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 12-13

Perhimpunan Anggrek Indonesia. 1997. Mengenal Phalaenopsis. Buletin Perhimpunan Anggrek Indonesia. Surabaya. p. 35

Rismunandar. 1990. Pengetahuan Dasar Tentang Merabuks. Sinar Baru. Bandung. p. 15-25

Samurai. 2001. Kacang Hijau. [http:// www.hortikultura.go.id/horti/page/sayur.asp](http://www.hortikultura.go.id/horti/page/sayur.asp). 6 Juni 2007. p 12

Satsijati, 1991. Pengaruh Media Tumbuh dan Hydrostore Terhadap Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* Youpphadeewan. J. Hort 1 (2): 13

- Setiawan, H. 2002. Usaha Pembesaran Anggrek. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 7-47
- Setyamidjaja, D. 1986. Pupuk dan Pemupukan. CV Simplex. Jakarta. p 71-76
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. p. 280-283
- Soeryowinoto, S.M. 1991. Merawat Anggrek. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. p. 21
- Suhartina dan T. Adisarwanto. 1994. Peningkatan Efisiensi Pemupukan Lewat Daun. Penelitian Kacang-kacangan. Departemen Pertanian. BPPP. Balittan. Malang. p. 92-102
- Sutedjo, M.M. 1995. Pupuk dan Cara Pemupukan. PT Rineka Cinta. Jakarta. p. 163
- Suwandi dan Tjandrowinarno. 1998. Pengaruh Pemberian Gandasil B Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Anggrek *Dendrobium*. UPN "VETERAN". VII(17): 84-87
- Tampubolon, M. 1997. Pengaruh Pupuk Daun Greenzet dan Beberapa Jenis Media Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Anggrek *Dendrobium sp.* VISI 5(1) Univ. HKBP Hommensen. Medan.
- Widiastoety, D., Subiyanto dan Farid A . Bahar. 1993. Pengaruh Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek (*Vanda Diana*). Buletin Penelitian Tanaman Hias1(1):13-18
- Widiastoety dan Santi. 1994. Pengaruh Air Kelapa Terhadap Pembentukan Protocorm Like Bodies dari Anggrek *Vanda* dan Madia Cair. J. Hort 4 (2): 71-73
- Widiastoety, D., Kusuma dan Syafni. 1997. Pengaruh Tingkat Ketuaan Air Kelapa dan Jenis Kelapa Terhadap Pertumbuhan Plantet Anggrek *Dendrobium*. Balai Penelitian Tanaman Hias. Jakarta. Jurnal Hortikultura 7(3): 768-772
- Wismonohadi dan T.S Dharma Putra. 1979. Efek Gabungan Dari Tingkat Nitrogen dan Saat Aplikasi Pada Status Nitrogen Di Dalam Daun. Agrivita. 2(1): 14-22

Lampiran 1. Analisis Ragam Jumlah Daun

14 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	12.967	0.926	1.191	2.742	2.037	tn
Pupuk	4	2.411	0.603	0.775	4.018	2.690	tn
Air	2	6.300	3.150	4.050	5.390	3.316	tn
1><2	8	4.256	0.532	0.684	3.173	2.266	tn
Galat	30	23.333	0.778				
Total	44	36.300					

28 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	12.667	0.905	1.404	2.742	2.037	tn
Pupuk	4	3.167	0.792	1.228	4.018	2.690	tn
Air	2	1.633	0.817	1.267	5.390	3.316	tn
1><2	8	7.867	0.983	1.526	3.173	2.266	tn
Galat	30	19.333	0.644				
Total	44	32.000					

42 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	15.611	1.115	1.968	2.742	2.037	tn
Pupuk	4	2.611	0.653	0.668	4.018	2.690	tn
Air	2	4.544	2.272	2.324	5.390	3.316	tn
1><2	8	8.456	1.057	1.081	3.173	2.266	tn
Galat	30	29.333	0.978				
Total	44	44.944					

Lanjutan Lampiran 1.

56 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	26.833	1.917	1.507	2.742	2.037	tn
Pupuk	4	5.056	1.264	0.993	4.018	2.690	tn
Air	2	12.033	6.017	4.729	5.390	3.316	tn
1>2	8	9.744	1.218	0.957	3.173	2.266	tn
Galat	30	38.167	1.272				
Total	44	65.000					



Lampiran 2. Analisis ragam Luas Daun

14 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	62.250	4.446	6.447	2.742	2.037	n
Pupuk	4	1.634	0.409	0.592	4.018	2.690	tn
Air	2	55.473	27.736	40.217	5.390	3.316	n
1><2	8	5.143	0.643	0.932	3.173	2.266	tn
Galat	30	20.690	0.690				
Total	44	82.940					

28 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	80.871	5.776	12.028	2.742	2.037	n
Pupuk	4	8.230	2.058	4.284	4.018	2.690	n
Air	2	67.279	33.640	70.047	5.390	3.316	n
1><2	8	5.361	0.670	1.395	3.173	2.266	tn
Galat	30	14.407	0.480				
Total	44	95.278					

42 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	94.663	6.762	6.383	2.742	2.037	n
Pupuk	4	4.742	1.186	1.119	4.018	2.690	tn
Air	2	81.256	40.628	38.352	5.390	3.316	n
1><2	8	8.665	1.083	1.022	3.173	2.266	tn
Galat	30	31.780	1.059				
Total	44	126.443					

Lanjutan Lampiran 2.

56 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	97.414	6.958	5.514	2.742	2.037	n
Pupuk	4	5.245	1.311	1.039	4.018	2.690	tn
Air	2	76.574	38.287	30.341	5.390	3.316	n
1>2	8	15.596	1.949	1.545	3.173	2.266	tn
Galat	30	37.857	1.262				
Total	44	135.271					



Lampiran 3. Analisis Ragam Tinggi Tanaman

14 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	17.741	1.267	1.058	2.742	2.037	tn
Pupuk	4	1.510	0.377	0.315	4.018	2.690	tn
Air	2	13.787	6.894	5.758	5.390	3.316	n
1><2	8	2.444	0.306	0.255	3.173	2.266	tn
Galat	30	35.918	1.197				
Total	44	53.660					

28 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	34.372	2.455	3.092	2.742	2.037	n
Pupuk	4	1.324	0.331	0.417	4.018	2.690	tn
Air	2	29.062	14.531	18.297	5.390	3.316	n
1><2	8	3.987	0.498	0.628	3.173	2.266	tn
Galat	30	23.825	0.794				
Total	44	58.197					

42 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	27.763	1.983	3.938	2.742	2.037	n
Pupuk	4	1.896	0.474	0.941	4.018	2.690	tn
Air	2	22.410	11.205	22.252	5.390	3.316	n
1><2	8	3.457	0.432	0.858	3.173	2.266	tn
Galat	30	15.107	0.504				
Total	44	42.870					

Lanjutan Lampiran 3.

56 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	38.530	2.752	5.360	2.742	2.037	n
Pupuk	4	4.610	1.153	2.245	4.018	2.690	tn
Air	2	28.886	14.443	28.130	5.390	3.316	n
1><2	8	5.033	0.629	1.225	3.173	2.266	tn
Galat	30	15.403	0.513				
Total	44	53.933					



Lampiran 4 Analisis Ragam Jumlah Akar

56 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	173.533	12.395	1.757	2.742	2.037	tn
Pupuk	4	37.367	9.342	1.324	4.018	2.690	tn
Air	2	19.033	9.517	1.349	5.390	3.316	tn
1><2	8	117.133	14.642	2.075	3.173	2.266	tn
Galat	30	211.667	7.056				
Total	44	385.200					



Lampiran 5. Analisis Ragam Bobot Segar

56 hst

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Notasi
					10%	5%	
Perlakuan	14	110.792	7.914	14.104	2.742	2.037	n
Pupuk	4	4.222	1.056	1.881	4.018	2.690	tn
Air	2	91.358	45.679	81.408	5.390	3.316	n
1><2	8	15.211	1.901	3.389	3.173	2.266	n
Galat	30	16.833	0.561				
Total	44	127.625					



Lampiran 6. Gambar Penelitian



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Anggrek *Dendrobium undulatum* umur 7 bulan

(a) Ulangan I (b) Ulangan II (c) Ulangan III



Gambar 4. Pengamatan Bobot segar



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.