

Jurnal AGRIBISNIS DAN INDUSTRI PERTANIAN

VOLUME 5, NOMOR 2, Desember 2006

**Perilaku Pemasaran dan Pendapatan Petani Kopi di Kecamatan Semendo
Darat Laut Kabupaten Muara Enim (M. Yamin dan Hendra Sihalo)**

**Estimasi Permintaan dan Penawaran Ekspor Kopi Indonesia
(Mustofa Romdhon dan Ketut Sukiyono)**

**Produktivitas dan Kontribusi Pendapatan Usahatani Padi Lebak di
Kecamatan Gandus Kota Palembang (Najib Asmani, Maryati Mustofa
Hakim dan Meri Mayasari)**

**Pertumbuhan Ekonomi dan Perkembangan Angka Kemiskinan di Kota
Bengkulu Propinsi Bengkulu (Nyayu Neti Arianti, Musriyadi Nabiu dan M.
Zulkarnain Yuliarso)**

**Analisa Suhu Dan Kelembaban Untuk Penyimpanan
Gabah Pada Model Silo (Amin Rejo)**

**Perubahan Mutu *Chips* "Bulartaka" Selama Penyimpanan Dalam Kaitannya
Dengan Tingkat Sustitusi Bubur Ubi Jalar Terhadap Tapioka (Gatot
Priyanto, Sony Yunaldo dan Basuni Hamzah)**

**Penentuan Lama dan Tinggi Penggenangan Larutan Nutrisi untuk Media
Tanam Caisim dengan Teknik *Ebb And Flow* (K.H. Iskandar dan Amin Rejo)**

**Pembuatan Daging Sintetis (*Meat Analogs*) Dengan Bahan Dasar
Protein Nabati (Sugito)**

**Diterbitkan Oleh:
Program Studi Agribisnis Program Pascasarjana,
Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian,
dan Jurusan Teknologi Pertanian,
Fakultas Pertanian - Universitas Sriwijaya**

JURNAL

**AGRIBISNIS DAN
INDUSTRI PERTANIAN**

VOLUME 5, NOMOR 2, Desember 2006

DAFTAR ISI

- Perilaku Pemasaran dan Pendapatan Petani Kopi di Kecamatan Semendo Darat Laut Kabupaten Muara Enim (M. Yamin dan Hendra Sihalo) (69 - 75)
- Estimasi Permintaan dan Penawaran Ekspor Kopi Indonesia (Mustofa Romdhon dan Ketut Sukiyono) (76 - 82)
- Produktivitas dan Kontribusi Pendapatan Usahatani Padi Lebak di Kecamatan Gandus Kota Palembang (Najib Asmani, Maryati Mustofa Hakim dan Meri Mayasari) (83 - 95)
- Pertumbuhan Ekonomi dan Perkembangan Angka Kemiskinan di Kota Bengkulu Propinsi Bengkulu (Nyayu Neti Arianti, Musriyadi Nabiu dan M. Zulkarnain Yuliarso) (96 - 103)
- Analisa Suhu dan Kelembaban Untuk Penyimpanan Gabah Pada Model Silo (Amin Rejo) (104-112)
- Perubahan Mutu *Chips* "Bulartaka" Selama Penyimpanan dalam Kaitannya dengan Tingkat Sustitusi Bubur Ubi Jalar Terhadap Tapioka (Gatot Priyanto, Sony Yunaldo dan Basuni Hamzah) (113 -121)
- Penentuan Lama dan Tinggi Penggenangan Larutan Nutrisi untuk Media Tanam Caisim dengan Teknik *Ebb And Flow* (K.H. Iskandar dan Amin Rejo) (122-130) ✓
- Pembuatan Daging Sintetis (*Meat Analogs*) Dengan Bahan Dasar Protein Nabati (Sugito) (131-136)

JURNAL

**AGRIBISNIS DAN
INDUSTRI PERTANIAN**

VOLUME 5, NOMOR 2, Desember 2006

DAFTAR ISI

- Perilaku Pemasaran dan Pendapatan Petani Kopi di Kecamatan Semendo Darat Laut Kabupaten Muara Enim (M. Yamin dan Hendra Sihalo) (69 - 75)
- Estimasi Permintaan dan Penawaran Ekspor Kopi Indonesia (Mustofa Romdhon dan Ketut Sukiyono) (76 - 82)
- Produktivitas dan Kontribusi Pendapatan Usahatani Padi Lebak di Kecamatan Gandus Kota Palembang (Najib Asmani, Maryati Mustofa Hakim dan Meri Mayasari) (83 - 95)
- Pertumbuhan Ekonomi dan Perkembangan Angka Kemiskinan di Kota Bengkulu Propinsi Bengkulu (Nyayu Neti Arianti, Musriyadi Nabiu dan M. Zulkarnain Yuliarso) (96 - 103)
- Analisa Suhu dan Kelembaban Untuk Penyimpanan Gabah Pada Model Silo (Amin Rejo) (104-112)
- Perubahan Mutu *Chips* "Bulartaka" Selama Penyimpanan dalam Kaitannya dengan Tingkat Sustitusi Bubur Ubi Jalar Terhadap Tapioka (Gatot Priyanto, Sony Yunaldo dan Basuni Hamzah) (113 -121)
- Penentuan Lama dan Tinggi Penggenangan Larutan Nutrisi untuk Media Tanam Caisim dengan Teknik *Ebb And Flow* (K.H. Iskandar dan Amin Rejo) (122-130) ✓
- Pembuatan Daging Sintetis (*Meat Analogs*) Dengan Bahan Dasar Protein Nabati (Sugito) (131-136)

PENENTUAN LAMA DAN TINGGI PENGGENANGAN LARUTAN NUTRISI UNTUK MEDIA TANAM CAISIM DENGAN TEKNIK *EBB AND FLOW*

K.H. Iskandar dan Amin Rejo

Program Studi Teknik Petanian, Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Inderalaya 30662
Telp. (0711) 580664, Fax (0711) 580276

ABSTRACT

Determination of Time Interval and Depth of Flooding at Caisim Planting Media Using Ebb and Flow Technique. The objective of this study was to determine the proper time interval and depth of flooding for caisim plant growth using ebb and flow technique. Design of experiment used in this study was Factorial Completely Randomized Design with two factors of treatment and three replications for each treatment. The first treatment was time interval of flooding (L) at three levels with magnitude of 10, 15, and 20 minutes, respectively. The second treatment was depth of flooding at three levels with magnitude of 6, 9, and 12 cm, respectively. Results of Analysis of Variance test showed that the time interval and depth of flooding treatments had significant effect on freshly weight of caisim, dry weight of caisim, freshly weight of caisim roots, and dry weight of caisim roots. However, the interaction of the two factors had no significant effect on the observed parameters. Time interval of 20 minutes had produced the highest freshly weight of caisim with magnitude of 1.401 kg/m² compared to 10 and 15 minutes time interval of flooding treatments. The depth of flooding of 12 cm had produced the highest freshly weight of caisim with magnitude of 1.212 kg/m² compared to 6 and 9 cm depth of flooding treatments.

Keywords : *Hydroponics, ebb and flow, productivity, time interval, depth, flooding*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan permintaan sayuran segar di pusat perkotaan sangat meningkat dengan cepat. Permintaan ini juga meliputi tanaman sayuran caisim. Petani sayuran caisim yang jauh dari pusat perkotaan mengalami kendala dalam memenuhi kebutuhan sayuran segar. Permintaan sayuran sawi dan selada meningkat berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik (BPS) tentang Survey Pertanian Produksi Tanaman Sayuran di Indonesia tahun 1991 mencapai 322.164 ton (7,23%) dari produksi sayuran nasional. Hasil panen petani yang tidak mampu mencukupi permintaan konsumen serta mutu sayuran yang diterima konsumen kurang bagus, adalah akibat dari banyaknya kerusakan yang terjadi pada sayuran terutama pada saat pengangkutan dan cara bertani sayuran yang tergantung pada cuaca. Hal ini merupakan kendala dalam pemenuhan sayuran di tingkat konsumen.

Hidroponik *ebb and flow* merupakan bagian dari cara pemberian air irigasi pada

tanaman. Hidroponik *ebb and flow* adalah hidroponik yang pemberian larutan nutrisinya dilakukan secara penggenangan yang sifatnya tidak kontinyu dalam selang dan waktu tertentu atau berkala yang selanjutnya larutan nutrisi dialirkan ke dalam tangki penampungan untuk digunakan kembali. Keunggulan hidroponik *ebb and flow* adalah efisien dalam pengelolaan pemberian air irigasi pada tanaman caisim. Air irigasi yang diberikan langsung menuju bagian perakaran tanaman sehingga sangat efisien. Dengan teknik *ebb and flow* maka tanaman caisim dapat menerima air irigasi secara teratur. Keunggulan lain dari hidroponik *ebb and flow* ini adalah pengadaan jaringan *ebb and flow* yang praktis dan ekonomis bila dibandingkan dengan sistem hidroponik lainnya (Karsono *et al.*, 2002).

Prinsip kerja dari *ebb and flow* (Pasang Surut) adalah mengisi kemasan dengan media berupa arang sekam kemudian menempatkannya di instalasi. Dalam selang beberapa menit, kemasan yang berisi media tersebut akan digenangi larutan dan selanjutnya secara gravitasi akan masuk kembali ke bak penampung. Setelah selang beberapa jam, pompa menyala lagi sehingga terjadi

siklus seperti di atas. Akibatnya tanaman akan menjadi basah pada saat pasang dan kering ketika surut. Larutan nutrisi yang masuk kedalam kemasan akan naik hingga batas tertentu, lalu membasahi media dan akar tanaman. Ketika surut, permukaan air menurun dan terserap masuk ke dalam media (Karsono *et al.*, 2002).

B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah: untuk mendapatkan lama penggenangan dan tinggi penggenangan yang sesuai pada hidroponik sistem *ebb and flow*

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini alat alat yang digunakan adalah 1) pompa 2) bak penampung 3) tangki air 4) polybag 5) timbangan 6) hand sprayer 7) oven 8) kran 9) ember. Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) Arang sekam 2) benih caisim 3) air 4) larutan nutrien 5) papan 6) pipa. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan yang masing masing kombinasi perlakuan dibuat dalam tiga ulangan. Perlakuan tersebut adalah lama penggenangan (L) dan tinggi genangan(T).

| | |
|---------------|------------|
| L1 = 10 menit | T1 = 6 Cm |
| L2 = 15 menit | T2 = 9 Cm |
| L3 = 20 menit | T3 = 12 Cm |

2. Cara Kerja

Penelitian dilakukan dengan urutan :

- 1) Pembuatan media tanam caisim.
- 2) Penyediaan polibag tanaman.
- 3) Pembuatan rancang bangun *ebb dan flow*.
- 4) Pengecekan terhadap jaringan sistem *ebb dan flow* untuk mengetahui apakah berfungsi dengan baik.
- 5) Penyiapan arang sekam sebagai media penyemaian caisim.
- 6) Penyemaian tanaman caisim.
- 7) Pemindahan bibit caisim ke dalam media tanam.

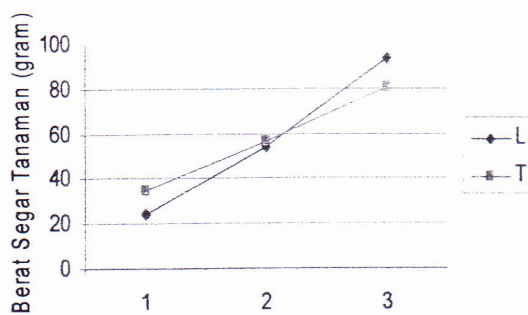
- 8) Pemberian air irigasi pada tanaman caisim dilakukan pada pagi hari (07.00), siang hari (11.00) dan sore hari (15.00) dengan cara *ebb & flow*.
- 9) Pengamatan dan pengumpulan data pada kinerja *ebb and flow*.
- 10) Pengamatan jumlah daun dilakukan setiap minggu dan pengamatan pertambahan berat basah serta berat kering dilakukan setelah pemanenan. Berat basah caisim didapat dengan cara menimbang caisim setelah dibersihkan dan berat kering diperoleh setelah mengeringkan caisim pada oven kemudian menimbanginya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Berat Segar Tanaman

Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat segar tanaman caisim pada perlakuan lama penggenangan 20 menit menunjukkan berat segar yang tertinggi, yaitu 93,41 gram dengan produktivitas bak tanam 1,401kg/m². Sedangkan perlakuan lama penggenangan 10 menit menunjukkan hasil terendah, yaitu 24,47 gram dengan produktivitas bak tanam 0,367 kg/m². Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat segar tanaman caisim pada perlakuan tinggi penggenangan 12 cm menunjukkan berat segar yang tertinggi, yaitu 80,8 gram dengan produktivitas bak tanam dengan produktivitas bak tanam 1,212 kg/m². Sedangkan perlakuan tinggi penggenangan 6 cm menunjukkan hasil terendah, yaitu 34,74 gram dengan produktivitas bak tanam 0,521 kg/m². Secara grafis rerata berat segar tanaman caisim dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil analisis keragaman, menunjukkan perlakuan lama penggenangan, dan perlakuan tinggi genangan berpengaruh nyata terhadap berat segar tanaman caisim. Tetapi interaksi antara perlakuan lama penggenangan dan tinggi genangan berpengaruh tidak nyata terhadap berat segar tanaman caisim.



Gambar 1. Rata-rata berat segar tanaman caisim pada berbagai perlakuan

Selanjutnya, hasil uji BNT (Tabel 1) penambahan lama penggenangan dari 10 menit, 15 menit hingga 20 menit terjadi peningkatan nilai berat segar tanaman yang sangat nyata. Hal tersebut disebabkan beberapa faktor diantaranya durasi tanaman menyerap larutan yang diberi berbeda-beda sehingga perbedaan jumlah daun, tinggi tanaman dan total luas daun yang nyata. Lama kontak larutan nutrisi terhadap akar mengakibatkan tanaman lebih lama menyerap unsur hara sehingga kebutuhan unsur hara tanaman akan terpenuhi. Menurut Benjamin Lakitan (1993), unsur hara dapat diserap oleh tanaman setelah berada pada permukaan akar (kontak dengan akar). Menurut Karsono *et al.* (2000), larutan nutrisi yang masuk ke dalam media tanam akan menyegari akar tanaman. Setelah surut permukaan larutan nutrisi akan menurun sehingga udara segar terserap masuk ke dalam media.

Tabel 1. Uji hasil BNT pengaruh lama penggenangan terhadap berat segar tanaman

| Perlakuan | rerata hasil | BNT 5% = 22,55 | BNT 1% = 30,89 |
|-----------|--------------|----------------|----------------|
| L1 | 24,47 | a | A |
| L2 | 54,37 | b | A |
| L3 | 93,41 | c | B |

Hasil uji BNT (Tabel 2) menunjukkan bahwa pada penentuan tinggi penggenangan dari 6 cm menjadi 9 cm terjadi peningkatan berat segar tanaman yang tidak nyata, tetapi terjadi peningkatan yang nyata hingga sangat pada tinggi genangan 12 cm. Unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi dapat diserap oleh tanaman setelah berada pada permukaan akar. Penambahan tinggi

genangan menyebabkan perakaran tanaman caisim lebih mudah menyerap unsur hara.

Tabel 2. Uji hasil BNT pengaruh tinggi penggenangan terhadap berat segar tanaman

| Perlakuan | rerata hasil | BNT 5% = 22,55 | BNT 1% = 30,89 |
|-----------|--------------|----------------|----------------|
| T1 | 34,74 | a | A |
| T2 | 56,71 | a | AB |
| T3 | 80,8 | b | B |

Tingginya kandungan oksigen udara segar yang terserap masuk ke dalam media tanam sehingga proses respirasi maksimal dan menghasilkan energi untuk menyerap larutan nutrisi (Karsono *et al.*, 2002). Hal tersebut yang mempengaruhi berat segar tanaman selain adanya perbedaan tinggi tanaman, jumlah daun dan total luas daun yang sangat nyata. Menurut Hartman dan Kester (1983), umumnya tanaman yang mempunyai sistem perakaran yang baik juga akan menyebabkan pertumbuhan bagian atas tanaman menjadi baik pula, karena unsur hara dan air yang diperlukan tanaman akan mudah diserap dengan baik oleh akar. Rosental *et al.* (1987), dalam Riad dan Ichwan (1999), menyatakan apabila terjadi kekurangan air dan unsur hara pada tanaman akan mempengaruhi jumlah fotosintat dan luas permukaan transpirasi. Respirasi digunakan untuk menghasilkan energi pada saat penyerapan nutrisi sehingga hasil fotosintesisnya tinggi.

Interaksi lama dan tinggi penggenangan yang tidak nyata menunjukkan bahwa faktor lama penggenangan dan faktor tinggi genangan tidak bisa diamati secara bersamaan.

Lama penggenangan 20 menit merupakan yang terbaik bila dibandingkan dengan lama penggenangan 15 menit dan 10 menit, hal ini ditunjukkan oleh data penunjang jumlah daun dan tinggi tanaman. Jumlah daun tanaman caisim pada lama penggenangan 20 menit mencapai 11,4 helai daun sedangkan pada lama penggenangan 15 menit dan 10 menit berturut-turut adalah 10,07 dan 8,21 helai daun. Pada perlakuan tinggi genangan, jumlah daun yang terbanyak diperoleh pada perlakuan tinggi genangan 12 cm sebesar 10,44 helai daun sedangkan pada tinggi genangan 9 cm dan 6 cm berturut-turut adalah 10,38 dan 8,81 helai daun. Berdasarkan data penunjang tinggi tanaman, lama penggenangan 20 menit merupakan yang terbaik dengan tinggi tanaman 27,22 cm sedangkan

penggenangan 15 menit dan 10 menit berturut turut adalah 23,98 dan 19,98 cm. Tinggi tanaman yang terbaik diperoleh pada tinggi genangan 12 cm dengan tinggi tanaman 25,36 cm sedangkan perlakuan tinggi genangan 9 cm dan 6 cm berturut turut adalah 24,09 cm dan 21,73 cm.

Kebutuhan total air irigasi yang harus dipompakan pada bak tanaman untuk media tanam caisim mencapai 1.353,6 liter. Dengan volume air sebesar 1.353,6 liter sudah mampu untuk memenuhi kebutuhan air irigasi pada bak tanaman untuk satu kali penggenangan. Air irigasi yang ada pada bak tanaman ini sudah dicampur dengan larutan nutrisi atau pupuk. Larutan nutrisi yang digunakan adalah Joro mix A dan Joro mix B. Nutrisi tersebut diberikan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Menurut Noggle and Fritz (1976), pertumbuhan awal atau fase vegetatif tanaman, sintesa material menuju sistem akar dan pucuk, memerlukan organik terutama nitrogen.

Unsur N berfungsi untuk sintesis asam amino dalam pembentukan protein, klorofil, dan enzim. Unsur Nitrogen merupakan kunci yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen. Menurut Karsono *et al.* (2002), kepekatan kandungan hara dalam larutan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Jumlah EC (*electro conductivity*) untuk tanaman yang berukuran kecil adalah 1,0 mS. Sementara itu untuk tanaman yang berukuran sedang adalah 1,5 mS dan untuk tanaman yang berukuran besar adalah 2 mS. Pemberian larutan nutrisi dengan kepekatan 2,5 sampai 3 mS akan mengakibatkan perkembangan tanaman semakin cepat, meskipun biaya untuk pupuk semakin meningkat. Tanaman akan mencapai ukuran yang layak panen dalam waktu yang lebih singkat.

Pemberian air irigasi dilakukan tiga kali dalam satu hari dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bagi tanaman caisim. Air irigasi yang diberi diganti sekali seminggu. Meja tanam yang digunakan pada penentuan lama dan tinggi genangan sebanyak sembilan buah dengan ukuran meja tanam 2m x 1m. Satu meja tanam dapat menampung 30 polibag tanaman caisim.

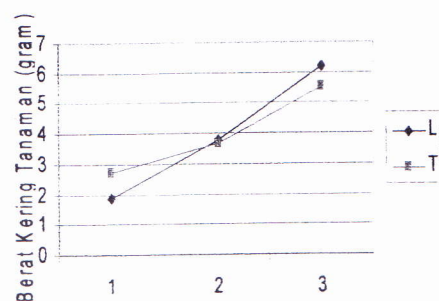
Penggenangan yang dilakukan pada hidroponik *ebb and flow* membutuhkan energi yang cukup dalam hal penyaluran larutan nutrisi pada bak tanaman. Pemilihan pompa yang digunakan dalam hidroponik *ebb and flow* harus disesuaikan dengan output tenaga pemompaan air yang diperlukan. Dengan asumsi bahwa efisiensi pompa adalah sebesar 70% dan efisiensi penyaluran tenaga

sebesar 80% maka diperoleh hasil perhitungan kebutuhan tenaga penggerak sebesar 0,095 kW atau sebesar 0,125 HP. Penggunaan satu unit pompa dengan daya 0,125 HP pada hidroponik *ebb and flow* sudah cukup untuk mengalirkan 1353,6 liter larutan nutrisi pada meja tanam dalam waktu 39 menit.

Kemampuan hidroponik teknik *ebb and flow* sebagai salah satu teknik irigasi dalam upaya peningkatan sayuran segar dapat dilihat dari aspek ekonomis. Biaya jaringan irigasi teknik *ebb and flow* yang dikeluarkan sebesar Rp.2.535.900,- untuk luas area 9 meja tanam dengan ukuran satu meja 2m x 1m.

B. Berat Kering Tanaman

Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat kering tanaman caisim pada perlakuan lama penggenangan 20 menit menunjukkan berat kering tanaman yang tertinggi, yaitu 6,22 gram dengan produktivitas bak tanam 0,093 kg/m². Sedangkan perlakuan lama penggenangan 10 menit menunjukkan hasil terendah, yaitu 1,88 gram dengan produktivitas bak tanam 0,028 kg/m². Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat kering tanaman caisim pada perlakuan tinggi penggenangan 12 cm menunjukkan berat kering tanaman yang tertinggi, yaitu 5,52 gram dengan produktivitas bak tanam 0,078 kg/m². Sedangkan perlakuan tinggi penggenangan 6 cm menunjukkan hasil terendah, yaitu 2,7 gram dengan produktivitas bak tanam 0,045 kg/m². Secara grafis rerata berat kering tanaman caisim dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata rata berat kering tanaman caisim pada berbagai perlakuan

Berat kering tanaman sebagai indikator pertumbuhan vegetatif tanaman caisim yang merupakan produksi vegetatif tanaman itu sendiri yang sebagian besar mengandung air sehingga

harus dikeringkan dan akan didapat berat kering tanaman. Berat tanaman digunakan untuk menganalisis faktor faktor yang mempengaruhi hasil dan perkembangan tanaman serta untuk memperkirakan produksi bersih hasil fotosintesa tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Semakin sedikit berat kering tanaman menunjukkan semakin sedikit unsur hara yang terdapat pada tanaman. Produksi tanaman biasanya lebih akurat dinyatakan dengan ukuran bahan kering bila dibandingkan dengan ukuran berat basah. Berat kering tanaman merupakan berat segar tanaman yang dikeringkan di dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam. Pengeringan pada suhu 70°C selama 48 jam akan menghasilkan berat kering yang baik pada parameter yang diamati karena sel sel tanaman tidak akan hangus pada suhu tersebut.

Berat kering tanaman merupakan parameter tanaman yang paling baik digunakan dalam melakukan pengamatan tanaman tidak termasuk akar karena pengukuran dilakukan kadar yang terkandung di tanaman sangat minimum.

Menurut Karsono *et al.* (2002), kelembaban dianggap baik bagi perkembangan tanaman jika RH-nya (*relative humidity*) sekitar 75%. Pada kondisi itu, tanaman dapat tumbuh dengan tegar, karena turgor (tekanan sel) berkembang cukup baik, jaringan kuat, dan proses fisiologinya berjalan lancar. Jika kelembaban terlampaui rendah, evapotranspirasi yang berlangsung cukup kecil atau tenaga isap penguapan sangat kecil, sehingga hanya sedikit unsur hara yang terserap keatas. Kelembaban yang terlalu rendah akan menyebabkan hasil fotosintesa tanaman yang rendah, karena unsur yang diangkut oleh akar hanya unsur ringan seperti nitrogen dan molekul air. Hal tersebut menyebabkan pembentukan sel yang tidak sempurna, sehingga berat kering tanaman rendah.

Hasil analisis keragaman, menunjukkan perlakuan lama penggenangan, dan perlakuan tinggi penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman caisim yang dihasilkan, tetapi interaksi antara perlakuan lama penggenangan dan tinggi genangan berpengaruh tidak nyata terhadap berat segar tanaman caisim. Interaksi lama dan tinggi penggenangan yang tidak nyata menunjukkan bahwa faktor lama penggenangan dan faktor tinggi genangan tidak bisa diamati secara bersamaan.

Selanjutnya, hasil uji BNT (Tabel 3) menunjukkan bahwa penambahan lama waktu penggenangan dari 10 menit, 15 menit hingga 20

menit mengakibatkan peningkatan nilai berat kering tanaman yang sangat nyata. Durasi penggenangan media tanam caisim yang berbeda menyebabkan penyerapan unsur hara yang berbeda beda. Durasi penggenangan yang paling lama menyebabkan tanaman lebih lama menyerap unsur hara untuk kebutuhan proses fotosintesis. Berat kering tanaman sebagai bagian dari hasil fotosintesis tanaman akan bertambah bila unsur hara tanaman lebih tersedia.

Tabel 3. Uji hasil BNT pengaruh lama penggenangan terhadap berat kering tanaman (gram)

| Perlakuan | rerata hasil | BNT = 1,47 | BNT 1% = 2,02 |
|-----------|--------------|------------|---------------|
| L1 | 1,88 | A | A |
| L2 | 3,77 | B | A |
| L3 | 6,22 | C | B |

Hasil uji BNT (Tabel 4) menunjukkan penambahan tinggi penggenangan dari 6 cm menjadi 9 cm terjadi peningkatan berat kering tanaman yang tidak nyata, tetapi terjadi peningkatan yang nyata hingga sangat nyata jika dilakukan penggenangan setinggi 12 cm.

Tabel 4. Uji hasil BNT pengaruh tinggi penggenangan terhadap berat kering tanaman (gram)

| Perlakuan | Rerata hasil | BNT = 1,47 | BNT 1% = 2,02 |
|-----------|--------------|------------|---------------|
| T1 | 2,7 | A | A |
| T2 | 3,65 | A | AB |
| T3 | 5,52 | B | B |

Menurut Benjamin Lakitan (1993), fotosintesa tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan air. Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesis, terutama karena pengaruhnya terhadap turgiditas sel penjaga stomata. Jika kekurangan air, maka turgiditas sel akan menurun. Hal ini akan menyebabkan menutupnya stomata daun. Penutupan stomata daun akan menghambat serapan CO₂ yang dibutuhkan untuk sintesa karbohidrat. Pada kondisi tanaman kelebihan air, stomata tanaman akan membuka untuk melakukan proses transpirasi yang tinggi. Aktifitas fotosintesa yang dilakukan oleh tanaman berpengaruh terhadap berat kering tanaman.

akan dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh tersedianya larutan nutrisi yang dekat dengan permukaan akar sehingga proses penyerapan unsur hara lebih baik.

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan lama dan tinggi pengendalian berpengaruh sangat nyata terhadap berat akar caisim. Hasil analisis keragaman menunjukkan interaksi antara perlakuan lama pengendalian dan tinggi genangan tidak nyata pada berat segar tanaman caisim. Interaksi lama dan tinggi pengendalian yang tidak nyata menunjukkan bahwa faktor lama pengendalian dan faktor tinggi genangan tidak bisa diamati secara bersamaan.

Jumlah unsur hara dan air yang dapat diserap tanaman tergantung pada kesempatan untuk mendapatkan air dan unsur hara tersebut dalam media tanam. Karena kebutuhan tanaman akan unsur hara dan air terbatas, maka peranan luas permukaan akar dan jumlah unsur hara yang tersedia dalam media perakaran akan saling mengisi. Misalnya, apabila unsur hara dan air tersedia dalam jumlah yang cukup seperti pada kultur larutan, akar dengan luas permukaan yang sempit akan dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Hal tersebut menyebabkan perbedaan jumlah daun, tinggi tanaman dan total luas daun yang nyata.

Hasil uji BNT (Tabel 5) menunjukkan bahwa penambahan lama waktu pengendalian dari 10 menit, 15 menit hingga 20 menit terjadi peningkatan nilai berat segar akar yang nyata hingga sangat nyata. Perbedaan lama kontak perakaran tanaman caisim dengan unsur hara yang tanaman menyebabkan penyediaan unsur hara yang berbeda. Pengendalian yang paling lama akan menyebabkan penyediaan unsur hara yang lebih baik. Perkembangan sel sel akar caisim lama, sehingga perkembangan sel sel akar caisim yang baik. Perkembangan sel sel akar caisim menyebabkan terbentuknya jaringan akar caisim yang baik pula.

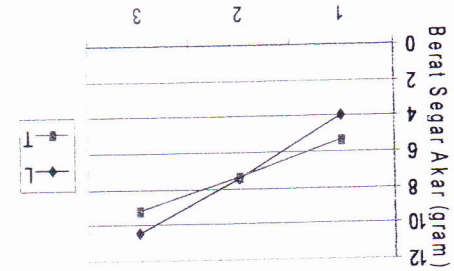
Tabel 5. Uji hasil BNT pengaruh lama pengendalian terhadap berat segar akar (gram)

| Perlakuan | hasil | BNT 5% | BNT 1% |
|-----------|-------|--------|--------|
| L1 | 3,98 | a | A |
| L2 | 7,48 | b | B |
| L3 | 10,47 | c | B |

Berat kering tanaman mencerminkan status nutrisi tanaman, karena berat kering tergantung dari laju fotosintesis dan respirasi. Semakin kecil berat kering tanaman menunjukkan semakin sedikit unsur hara yang terdapat pada tanaman tersebut. Hal tersebut akan mengakibatkan berkurangnya hasil produksi (Fitter dan Hay, 1998).

C. Berat Segar Akar

Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat segar akar caisim pada perlakuan lama pengendalian 20 menit menunjukkan berat segar akar yang tertinggi, yaitu 10,47 gram. Sedangkan perlakuan lama pengendalian 10 menit menunjukkan hasil terendah, yaitu 3,98 gram. Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat segar akar caisim pada perlakuan tinggi pengendalian 12 cm menunjukkan berat segar akar yang tertinggi, yaitu 9,22 gram. Sedangkan perlakuan tinggi pengendalian 6 cm menunjukkan hasil terendah, yaitu 5,34 gram. Secara garis rerata berat segar akar caisim dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata rata berat segar akar caisim pada berbagai perlakuan

Akar merupakan komponen pokok tanaman baik fungsi maupun jumlahnya. Fungsi utama akar ialah absorpsi air dan zat yang terlarut, mengokohkan tegak tanaman dan sebagai alat penyimpanan bahan makanan. Akar merupakan vegetatif utama yang memasok air, mineral dan bahan bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh luas media yang dapat dijajah oleh akar (Tisdale dan Nelson, 1985). Faktor yang mempengaruhi pola penyebaran akar antara lain adalah penghalang mekanis, suhu tanah, aerasi, ketersediaan air dan ketersediaan unsur hara (Benjamin Lakitan, 1993). Perkembangan akar pada model tanam kultur larutan, akar dengan luas permukaan yang sempit

harus dikeringkan dan akan didapat berat kering tanaman. Berat tanaman digunakan untuk menganalisis faktor faktor yang mempengaruhi hasil dan perkembangan tanaman serta untuk memperkirakan produksi bersih hasil fotosintesa tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Semakin sedikit berat kering tanaman menunjukkan semakin sedikit unsur hara yang terdapat pada tanaman. Produksi tanaman biasanya lebih akurat dinyatakan dengan ukuran bahan kering bila dibandingkan dengan ukuran berat basah. Berat kering tanaman merupakan berat segar tanaman yang dikeringkan di dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam. Pengeringan pada suhu 70°C selama 48 jam akan menghasilkan berat kering yang baik pada parameter yang diamati karena sel sel tanaman tidak akan hangus pada suhu tersebut.

Berat kering tanaman merupakan parameter tanaman yang paling baik digunakan dalam melakukan pengamatan tanaman tidak termasuk akar karena pengukuran dilakukan kadar yang terkandung di tanaman sangat minimum.

Menurut Karsono *et al.* (2002), kelembaban dianggap baik bagi perkembangan tanaman jika RH-nya (*relative humidity*) sekitar 75%. Pada kondisi itu, tanaman dapat tumbuh dengan tegar, karena turgor (tekanan sel) berkembang cukup baik, jaringan kuat, dan proses fisiologinya berjalan lancar. Jika kelembaban terlampaui rendah, evapotranspirasi yang berlangsung cukup kecil atau tenaga isap penguapan sangat kecil, sehingga hanya sedikit unsur hara yang terserap keatas. Kelembaban yang terlalu rendah akan menyebabkan hasil fotosintesa tanaman yang rendah, karena unsur yang diangkut oleh akar hanya unsur ringan seperti nitrogen dan molekul air. Hal tersebut menyebabkan pembentukan sel yang tidak sempurna, sehingga berat kering tanaman rendah.

Hasil analisis keragaman, menunjukkan perlakuan lama penggenangan, dan perlakuan tinggi penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tanaman caisim yang dihasilkan, tetapi interaksi antara perlakuan lama penggenangan dan tinggi genangan berpengaruh tidak nyata terhadap berat segar tanaman caisim. Interaksi lama dan tinggi penggenangan yang tidak nyata menunjukkan bahwa faktor lama penggenangan dan faktor tinggi genangan tidak bisa diamati secara bersamaan.

Selanjutnya, hasil uji BNT (Tabel 3) menunjukkan bahwa penambahan lama waktu penggenangan dari 10 menit, 15 menit hingga 20

menit mengakibatkan peningkatan nilai berat kering tanaman yang sangat nyata. Durasi penggenangan media tanam caisim yang berbeda menyebabkan penyerapan unsur hara yang berbeda beda. Durasi penggenangan yang paling lama menyebabkan tanaman lebih lama menyerap unsur hara untuk kebutuhan proses fotosintesis. Berat kering tanaman sebagai bagian dari hasil fotosintesis tanaman akan bertambah bila unsur hara tanaman lebih tersedia.

Tabel 3. Uji hasil BNT pengaruh lama penggenangan terhadap berat kering tanaman (gram)

| Perlakuan | rerata hasil | BNT = 1,47 | 5% BNT = 2,02 | 1% BNT |
|-----------|--------------|------------|---------------|--------|
| L1 | 1,88 | A | | A |
| L2 | 3,77 | B | | A |
| L3 | 6,22 | C | | B |

Hasil uji BNT (Tabel 4) menunjukkan penambahan tinggi penggenangan dari 6 cm menjadi 9 cm terjadi peningkatan berat kering tanaman yang tidak nyata, tetapi terjadi peningkatan yang nyata hingga sangat nyata jika dilakukan penggenangan setinggi 12 cm.

Tabel 4. Uji hasil BNT pengaruh tinggi penggenangan terhadap berat kering tanaman (gram)

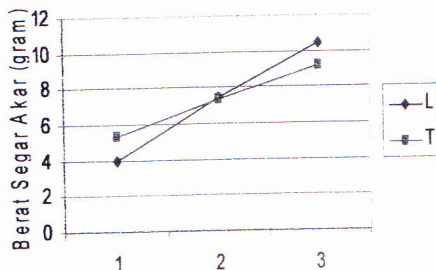
| Perlakuan | Rerata hasil | BNT = 1,47 | 5% BNT = 2,02 | 1% BNT |
|-----------|--------------|------------|---------------|--------|
| T1 | 2,7 | A | | A |
| T2 | 3,65 | A | | AB |
| T3 | 5,52 | B | | B |

Menurut Benjamin Lakitan (1993), fotosintesa tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan air. Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesis, terutama karena pengaruhnya terhadap turgiditas sel penjaga stomata. Jika kekurangan air, maka turgiditas sel akan menurun. Hal ini akan menyebabkan menutupnya stomata daun. Penutupan stomata daun akan menghambat serapan CO₂ yang dibutuhkan untuk sintesa karbohidrat. Pada kondisi tanaman kelebihan air, stomata tanaman akan membuka untuk melakukan proses transpirasi yang tinggi. Aktifitas fotosintesa yang dilakukan oleh tanaman berpengaruh terhadap berat kering tanaman.

Berat kering tanaman mencerminkan status nutrisi tanaman, karena berat kering tergantung dari laju fotosintesis dan respirasi. Semakin kecil berat kering tanaman menunjukkan semakin sedikit unsur hara yang terdapat pada tanaman tersebut. Hal tersebut akan mengakibatkan berkurangnya hasil produksi (Fitter dan Hay, 1998).

C. Berat Segar Akar

Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat segar akar caisim pada perlakuan lama penggenangan 20 menit menunjukkan berat segar akar yang tertinggi , yaitu 10,47 gram. Sedangkan perlakuan lama penggenangan 10 menit menunjukkan hasil terendah, yaitu 3,98 gram. Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat segar akar caisim pada perlakuan tinggi penggenangan 12 cm menunjukkan berat segar akar yang tertinggi , yaitu 9,22 gram. Sedangkan perlakuan tinggi penggenangan 6 cm menunjukkan hasil terendah, yaitu 5,34 gram. Secara grafis rerata berat segar akar caisim dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata rata berat segar akar caisim pada berbagai perlakuan

Akar merupakan komponen pokok tanaman baik fungsi maupun jumlahnya. Fungsi utama akar ialah absorpsi air dan zat yang terlarut, mengokohkan tegak tanaman dan sebagai alat penyimpan bahan makanan. Akar merupakan vegetatif utama yang memasok air, mineral dan bahan bahan yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh luas media yang dapat dijelajah oleh akar (Tisdale dan Nelson, 1985).

Faktor yang mempengaruhi pola penyebaran akar antara lain adalah penghalang mekanis, suhu tanah, aerasi, ketersediaan air dan ketersediaan unsur hara (Benjamin Lakitan, 1993). Perkembangan akar pada model tanam kultur larutan, akar dengan luas permukaan yang sempit

akan dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh tersedianya larutan nutrisi yang dekat dengan permukaan akar sehingga proses penyerapan unsur hara lebih baik.

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan lama dan tinggi penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap berat segar akar caisim. Hasil analisis keragaman menunjukkan interaksi antara perlakuan lama penggenangan dan tinggi genangan tidak nyata pada berat segar tanaman caisim. Interaksi lama dan tinggi penggenangan yang tidak nyata menunjukkan bahwa faktor lama penggenangan dan faktor tinggi genangan tidak bisa diamati secara bersamaan.

Jumlah unsur hara dan air yang dapat diserap tanaman tergantung pada kesempatan untuk mendapatkan air dan unsur hara tersebut dalam media tanam. Karena kebutuhan tanaman akan unsur hara dan air terbatas ,maka peranan luas permukaan akar dan jumlah unsur hara yang tersedia dalam media perakaran akan saling mengisi. Misalnya, apabila unsur hara dan air tersedia dalam jumlah yang cukup seperti pada kultur larutan, akar dengan luas permukaan yang sempit akan dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995). Hal tersebut menyebabkan perbedaan jumlah daun, tinggi tanaman dan total luas daun yang nyata.

Hasil uji BNT (Tabel 5) menunjukkan bahwa penambahan lama waktu penggenangan dari 10 menit, 15 menit hingga 20 menit terjadi peningkatan nilai berat segar akar yang nyata hingga sangat nyata. Perbedaan lama kontak perakaran tanaman caisim dengan unsur hara tanaman menyebabkan penyerapan unsur hara yang berbeda. Penggenangan yang paling lama akan menyebabkan penyerapan unsur hara yang lebih lama, sehingga perkembangan sel sel akar caisim lebih baik. Perkembangan sel sel yang baik menyebabkan terbentuknya jaringan akar caisim yang baik pula.

Tabel 5. Uji hasil BNT pengaruh lama penggenangan terhadap berat segar akar (gram)

| Perlakuan | rerata hasil | BNT 5% = 2,24 | BNT 1% = 3,07 |
|-----------|--------------|---------------|---------------|
| L1 | 3,98 | a | A |
| L2 | 7,48 | b | B |
| L3 | 10,47 | c | B |

Hasil uji BNT (Tabel 6) menunjukkan penambahan tinggi penggenangan dari 6 cm menjadi 9 cm terjadi peningkatan berat segar akar yang tidak nyata, tetapi terjadi peningkatan yang nyata hingga sangat nyata jika tinggi genangan ditingkatkan dari 6 cm menjadi 12 cm. Unsur hara dapat diserap oleh akar tanaman jika berada pada permukaan akar. Penambahan tinggi genangan menyebabkan akar lebih mudah dalam menyerap unsur hara yang terlarut dalam nutrisi. Sebagian unsur hara yang diserap digunakan untuk pertumbuhan akar.

Pertumbuhan sistem perakaran tanaman akan menyimpang dari kondisi idealnya, jika kondisi tanah sebagai tempat tumbuhnya tidak pada kondisi optimal. Sebagai contoh jika muka air tanahnya dangkal, karena akar tidak dapat melangsungkan metabolismenya secara normal (*aerobik*) pada kondisi tanah yang jenuh air. Perkembangan sistem percabangan akar akan lebih terangsang pada tempat tempat dimana air dan unsur hara lebih tersedia (Benjamin Lakitan, 1993)

Tabel 6. Uji hasil BNT pengaruh tinggi penggenangan terhadap berat segar akar (gram)

| Perlakuan | rerata hasil | BNT 5% = 2,24 | BNT 1% = 3,07 |
|-----------|--------------|---------------|---------------|
| T1 | 5,34 | a | A |
| T2 | 7,37 | ab | AB |
| T3 | 9,22 | b | B |

Menurut Salisbury dan Ross (1987), air merupakan substansi yang penting bagi pertumbuhan tanaman, air berfungsi sebagai senyawa pembentuk sel, pelarut dan pengangkut hara, bahan baku pada proses fotosintesis tanaman, berperan dalam fase pemanjangan dan pembesaran sel. Ketersediaan air yang baik didukung dengan ketersediaan unsur hara yang cukup pada sistem hidroponik, maka tanaman akan tumbuh baik.

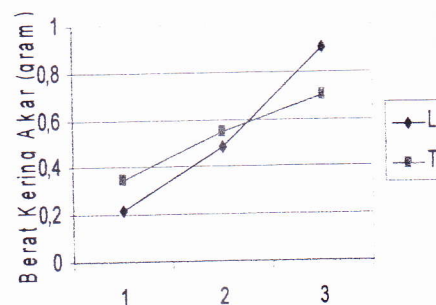
D. Berat Kering Akar

Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat kering akar caisim pada perlakuan lama penggenangan 20 menit menunjukkan berat kering akar yang tertinggi, yaitu 0,9 gram. Sedangkan perlakuan lama penggenangan 10 menit menunjukkan hasil terendah, yaitu 0,22 gram. Hasil pengamatan pertambahan rata rata berat kering akar caisim pada perlakuan tinggi

penggenangan 12 cm menunjukkan berat kering akar yang tertinggi, yaitu 0.7 gram. Sedangkan perlakuan tinggi penggenangan 6 cm menunjukkan hasil terendah, yaitu 0,35 gram. Secara grafis rerata berat kering akar caisim dapat dilihat pada Gambar 4.

Laju pertumbuhan tanaman dan berat kering ditentukan oleh banyaknya akar tanaman. Semakin sedikit akar tanaman menyebabkan laju pertumbuhan tanaman terganggu dan pada akhirnya akan menghambat penambahan berat kering berangkasan tanaman (Minwal, 2002).

Hasil analisis keragaman, menunjukkan perlakuan lama, dan perlakuan tinggi genangan berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering akar caisim. Tetapi hasil analisa keragaman menunjukkan interaksi antara perlakuan lama penggenangan dan tinggi genangan berpengaruh tidak nyata terhadap berat kering akar tanaman caisim.



Gambar 4. Rata rata berat kering akar caisim pada berbagai perlakuan

Selanjutnya, hasil uji BNT (Tabel 7) menunjukkan penambahan lama penggenangan dari 10 menit, 15 menit hingga 20 menit terjadi peningkatan nilai berat kering akar yang sangat nyata. Perbedaan lama kontak perakaran tanaman caisim dengan unsur hara tanaman menyebabkan penyerapan unsur hara yang berbeda. Penggenangan yang paling lama akan menyebabkan penyerapan unsur hara yang lebih lama, sehingga perkembangan sel sel akar caisim lebih baik. Penyerapan unsur hara yang baik oleh akar menyebabkan proses fotosintesa yang baik. Berat kering akar sebagai cerminan hasil fotosintesa akan meningkat jika perakaran lebih lama dalam menyerap unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi.

Tabel 7. Uji hasil BNT pengaruh lama penggenangan terhadap berat kering akar (gram)

| Perlakuan | rerata hasil | BNT 5% = 0,24 | BNT 1% = 0,33 |
|-----------|--------------|---------------|---------------|
| L1 | 0,22 | a | A |
| L2 | 0,48 | b | A |
| L3 | 0,9 | c | B |

Hasil uji BNT (Tabel 8) menunjukkan bahwa pada penentuan tinggi penggenangan dari 6 cm menjadi 9 cm terjadi peningkatan berat kering akar yang tidak nyata, tetapi terjadi peningkatan yang nyata hingga sangat nyata pada tinggi 12 cm. Unsur hara dapat diserap oleh akar tanaman jika berada pada permukaan akar. Penambahan tinggi genangan menyebabkan akar lebih mudah dalam menyerap unsur hara yang terlarut dalam nutrisi. Fotosintesa tanaman akan berjalan baik bila unsur hara yang tersedia cukup.

Tabel 8. Uji hasil BNT pengaruh tinggi penggenangan terhadap berat kering akar (gram)

| Perlakuan | rerata hasil | BNT 5% = 0,24 | BNT 1% = 0,33 |
|-----------|--------------|---------------|---------------|
| T1 | 0,35 | a | A |
| T2 | 0,55 | ab | AB |
| T3 | 0,7 | b | B |

Interaksi lama dan tinggi penggenangan yang tidak nyata menunjukkan bahwa faktor lama penggenangan dan faktor tinggi genangan tidak bisa diamati secara bersamaan.

Pada tanaman terdapat hubungan timbal balik antara pertumbuhan tunas dan akar. Pertumbuhan tunas yang baik menyebabkan pembentukan daun yang baik pula, sehingga penyerapan atau penerimaan sinar matahari menjadi lebih baik dan akan mempercepat laju fotosintesis. Akibatnya karbohidrat yang dihasilkan lebih banyak yang kemudian digunakan untuk pertumbuhan akar, daun dan tunas. Harman dan Kester (1983), menyatakan pertumbuhan akar yang lebih baik, menyebabkan unsur hara dan air yang diserap lebih banyak.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah, dilakukan penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Hasil analisa keragaman menunjukkan bahwa perlakuan lama penggenangan dan perlakuan tinggi genangan berpengaruh nyata terhadap berat segar caisim, berat kering caisim, berat segar akar dan berat kering akar. Tetapi interaksi kedua perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap seluruh peubah yang diamati.
2. Lama penggenangan 20 menit menghasilkan produktivitas caisim segar tertinggi, yaitu 1,401 kg/m² dibandingkan dengan perlakuan lama penggenangan 10 menit dan 15 menit.
3. Tinggi genangan 12 cm menghasilkan produktivitas caisim segar tertinggi, yaitu 1,212 kg/m² jika dibandingkan dengan perlakuan tinggi genangan 6 cm dan 9 cm.

B. Saran

1. Lama penggenangan yang dilakukan pada hidroponik *ebb and flow* sebaiknya menggunakan lama penggenangan 20 menit dan
2. Tinggi penggenangan yang diberi sebaiknya menggunakan tinggi genangan 12 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Guritno dan S.M. Sitompul. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Benjamin Lakitan. 1993. *Dasar dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Eko, H. Tina, S. Estu, R. 2002. *Sawi dan Selada*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hanafiah, K.A. 1997. *Rancangan Percobaan*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Hansen, V.E dan W. Israelsen. 1992. *Dasar Dasar dan Praktek Irigasi (Terjemahan)*. Erlangga. Jakarta.

- Heru, P dan Yovita H. I. 2002. *Hidroponik Sayuran Semusim Untuk Bisnis dan Hobi*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kadariah. 1998. *Analisa Ekonomi Proyek*. Lembaga Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Pendi, S. 2000. *Rancang Bangun Sistem Pengendalian pH Larutan Nutrisi Dengan Kontrol Logika Fuzzy Untuk Tanaman Hidroponik Sistem Ebb and Flow*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Prihmantoro, H. Dan Y. H. Indriani. 1995. *Hidroponik Sayuran Semusim untuk Hobi dan Bisnis*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahmat, R. 1994. *Bertanam Petsai & Sawi*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Ratri, S, E. 2001. *Pengendalian Lingkungan Mikro pada Budidaya Tanaman Krisan dalam Pot di PT. Saung Mirwan Bogor Jawa Barat*. Laporan Praktek Lapangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sudiby, K. Sudarmodjo dan Yos, S. 2002. *Hidroponik Skala Rumah Tangga*. Agro Media Pustaka. Tangerang.
- Widyastuti, E. 1994. *Green House, Rumah untuk Tanaman*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yudha, H.S. 2001. *Prospek Bisnis Hidroponik Modul Kuliah Pelatihan Aplikasi Teknologi Hidroponik untuk Pengembangan Agrobisnis Daerah Perkotaan*. Bogor, 1-12 Oktober 2001. CREATA Lembaga Penelitian – Institut Pertanian Bogor.