

**PENGENDALIAN ECENG GONDOK
PADA BERBAGAI TINGKAT SALINITAS MEDIA TUMBUH**



OLEH :

**IHSAN ARHAM
G111 06 006**

**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

ABSTRAK

IHSAN ARHAM (G11106006). Pengendalian Eceng Gondok Pada Berbagai Tingkat Salinitas Media Tumbuh (Dibimbing oleh **ELKAWAKIB SYAM'UN** dan **ABD. HARIS, B.**)

Penelitian ini berbentuk percobaan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat salinitas terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan eceng gondok. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2013 bertempat di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari satu factor yang terdapat enam perlakuan salinitas yakni 0 %, 0.5 %, 1 %, 1.5%, 2 %, dan 2.5 %. Media yang digunakan adalah media salin yang berasal dari air laut yang diencerkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon eceng gondok berbeda-beda terhadap setiap tingkatan salinitas terlihat dari data rata-rata tinggi tanaman yang diperoleh tumbuhan kontrol (16,40 cm), kadar garam 0,5% (15,68 cm), kadar garam 1% (15,10 cm), kadar garam 1,5% (14,58 cm), kadar garam 2% (13,96 cm), dan kadar garam 2,5% (13,50 cm). Rata-rata Jumlah daun yang diperoleh tumbuhan kontrol (8,12 helai), kadar garam 0,5% (6,75 helai), kadar garam 1% (5,87 helai), kadar garam 1,5% (5,25 helai), kadar garam 2% (5 helai), dan kadar garam 2,5% (4,62 helai). Rata-rata jumlah anakan tumbuhan kontrol (1 buah), kadar garam 0,5% (0 buah), kadar garam 1% (0 buah), kadar garam 1,5% (0 buah), kadar garam 2% (0 buah), kadar garam 2,5% (0 buah). Rata-rata volume akar tumbuhan kontrol (34,63 ml), kadar garam 0,5% (22,50 ml), kadar garam 1% (19,63 ml), kadar garam 1,5% (14,63 ml), kadar garam 2% (12,25 ml), kadar garam 2,5% (10,38 ml). Rata-rata Berat kering tajuk tumbuhan kontrol (2,56 gr), kadar garam 0,5% (1,36 gr), kadar garam 1% (1,20 gr), kadar garam 1,5% (1,08 gr), kadar garam 2% (0,96 gr), kadar garam 2,5% (0,75 gr). Rata-rata berat kering tumbuhan kontrol (4,40 gr), kadar garam 0,5% (2,55 gr), kadar garam 1% (2,33 gr), kadar garam 1,5% (1,88 gr), kadar garam 2% (1,63 gr), kadar garam 2,5% (1,35 gr).

Kata kunci : eceng gondok, pengendalian gulma, salinitas

KATA PENGANTAR

Puja dan Puji kehadirat Allah SWT, Tuhan semesta alam atas berkat dan limpahan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta taslim kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarganya yang maksum.

Skripsi dengan judul “Pengendalian Eceng Gondok Pada Berbagai Tingkat Salinitas Media Tumbuh” ini disusun berasal dari kerendahan hati dan kecintaan penulis untuk turut berperan dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Dengan penuh rasa hormat dan terimakasih penulis persembahkan kepada kedua orang tua penulis; Ayahanda (Alm.) Drs. Abd. Rahim dan Ibunda Hamawiyah atas segala ketulusan, kasih sayangnya dalam menjaga pertumbuhan penulis hingga saat ini serta segala do'a dan bimbingannya dalam mengarungi kehidupan.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, sehingga karya ilmiah sederhana ini dapat terlahir, tak terbayangkan tanpa bantuan mereka mustahil skripsi ini dapat terselesaikan. Maka dalam kesempatan ini, dengan penuh rasa bangga dan kerendahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Elkawakib Syam'un, MP selaku Ketua Jurusan dan Pembimbing I atas segala keikhlasannya dalam membimbing penulis.
2. Dr. Ir. Muh. Riadi, MP. selaku Sekretaris Jurusan atas segala dorongan semangat dan arahan selama penulis menjalankan masa studi.
3. Dr. Ir. Abd. Haris, B. M.Si. selaku pembimbing II atas segala keikhlasannya dalam membimbing penulis hingga selesainya skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Badron Zakaria, MS. selaku Penasehat Akademik penulis dalam menempuh masa studi.

5. Bapak Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr., PhD. dan Ibu Ir. Nurlina Kasim, M.Si. yang telah membantu dalam penyediaan fasilitas selama berlangsungnya penelitian yang penulis lakukan.
6. Bapak H. Hasbi Ali SH. MS atas segala dorongan semangat yang diberikan selama penulisan skripsi ini.
7. Adinda Dwi Rianisa M. Atas segala cinta kasih sayangnya, dan kesetiaannya dalam mendampingi penulis.
8. Seluruh sahabat seperjuangan Agronomi “Clone 06”
9. Rekan-rekan seperjuangan dalam mengarungi dunia mahasiswa dari Himagro, KEMA Faperta Unhas, Himpunan Mahasiswa Islam, Pusat Studi Demokrasi Unhas, FKK-HIMAGRI, ISMPI, PSIK Paramadina, serta Jasper Institute.

Akhirnya segala kemuliaan dan kehormatan kembali kupersembahkan kepada Allah SWT serta Rasulullah SAW semoga kiranya dalam segala lindungan-Nya skripsi ini dapat bermanfaat kepada khalayak yang membacanya.

Makassar, Oktober 2013

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.3 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Botani Eceng Gondok	6
2.2 Ekologi Eceng Gondok	7
2.3 Ciri-ciri Metabolisme Eceng Gondok	8
2.4 Salinitas	9
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Bahan dan Alat	16
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Persiapan	17
3.4.2 Pembuatan Media Perlakuan	17

3.4.3 Penanaman dan Perawatan	18
3.4.4 Batas Pengamatan	19
3.5 Parameter Pengamatan	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Penelitian Pendahuluan	21
4.2 Perubahan Fisik Eceng Gondok	21
4.3 Hasil	23
4.3.1 Tinggi Tanaman	23
4.3.2 Jumlah Daun	24
4.3.3 Jumlah Anakan	25
4.3.4 Volume akar	26
4.3.5 Berat Kering Tajuk	27
4.3.6 Berat Kering Akar	28
4.3.7 Berat Kering Tumbuhan	29
4.3.8 Nisbah Perbandingan Berat kering akar dan berat kering tajuk daun	30
4.4 Pembahasan	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Teks

1. Rata-rata tinggi tanaman eceng gondok (cm)	24
2. Rata-rata jumlah daun eceng gondok (buah)	25
3. Rata-rata jumlah anakan eceng gondok (buah)	26
4. Rata-rata volume akar eceng gondok (ml)	26
5. Rata-rata berat kering tajuk eceng gondok (gram)	27
6. Rata-rata berat kering akar eceng gondok (gram)	28
7. Rata-rata berat kering tumbuhan eceng gondok (gram)	29
8. Nisbah perbandingan rata-rata berat kering tajuk dan berat kering akar eceng gondok (gram)	30

Lampiran

1. a. Rata-rata tinggi tanaman (cm)	45
b. Sidik ragam rata-rata tinggi tanaman	45
2. a. Rata-rata jumlah daun (helai)	46
b. Sidik ragam rata-rata jumlah daun	46
3. a. Rata-rata volume akar (ml)	47
b. Sidik ragam volume akar	47
4. a. Rata-rata berat kering tajuk (gram)	48
b. Sidik ragam berat kering tajuk	48
5. Rata-rata berat kering akar (gram)	49
b. Sidik ragam berat kering akar	49
6. a. Rata-rata berat kering tanaman (gram)	50
b. Sidik ragam rata-rata berat kering tanaman	50

DAFTAR GAMBAR

Lampiran

1. Denah Percobaan	51
2. Pengambilan Anakan	52
3. Seleksi Anakan Sebelum Diadaptasikan	52
4. Eceng Gondok pada Saat Diadaptasikan	53
5. Pembuatan Media Perlakuan	53
6. Tumbuhan Eceng Gondok 1 Hari Setelah Perlakuan	54
7. Tumbuhan Eceng Gondok Yang Mati Keracunan Salinitas	55
8. Kontrol Perlakuan	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman air yang dapat tumbuh dengan cepat di daerah tropis. Tanaman ini mampu beradaptasi dengan baik, sehingga penyebarannya pun sangat cepat (Rahmaningsih, 2006).

Eceng gondok didatangkan ke Indonesia pada tahun 1894 dari Brazil untuk koleksi Kebun Raya Bogor. Ternyata dengan cepat menyebar ke beberapa perairan di Pulau Jawa. Tanaman keluarga *Pontederiaceae* ini juga mampu mendatangkan manfaat lain, yaitu sebagai biofilter cemaran logam berat, sebagai bahan kerajinan dan campuran pakan ternak (Mukti, 2008). Akan tetapi kebanyakan orang mengenal eceng gondok sebagai tumbuhan pengganggu (gulma) di perairan karena pertumbuhannya sangat cepat.

Eceng gondok sangat merugikan manusia yang memanfaatkan daerah perairan. Eceng gondok dapat mengakibatkan meningkatnya evapotranspirasi (penguapan dan hilangnya air melalui daun-daun tanaman) karena daun-daunnya yang lebar dan serta pertumbuhannya yang cepat. Menurunnya jumlah cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (DO: Dissolved Oxygens). Bahkan tumbuhan eceng gondok yang sudah mati pun sangat mengganggu karena akan turun ke dasar perairan sehingga mempercepat terjadinya proses pendangkalan.

Eceng gondok juga dapat mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya. Pertumbuhannya yang sangat cepat dan menutupi permukaan air menghalangi perahu yang melintas bahkan dapat merusak motor yang terdapat pada perahu.

Perkembangan eceng gondok yang sangat cepat membuat tanaman pengganggu ini sulit dikendalikan, hal ini dikarenakan eceng gondok memiliki akar yang cukup kuat. Ardiwinata (1950) dalam Sadrianti (2010) menjelaskan bahwa bagian akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut dan berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Sebagian besar peranan akar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air. Terdapat kantung akar pada ujung akar yang mana di bawah sinar matahari kantung akar ini berwarna merah, susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air.

Kehidupan organisme sangat tergantung pada faktor lingkungan baik lingkungan biotik maupun abiotik. Hubungan timbal balik antara organisme dan lingkungannya sangat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan suatu organisme. Lingkungan yang dimaksudkan terbagi atas dua yaitu faktor biologi dan faktor fisik.

Bagi organisme dengan habitat tumbuh di air, faktor fisika yang dimaksudkan adalah temperatur, cahaya, kecerahan, arus dan daya hantar listrik. Sedangkan faktor kimia di air antara lain kadar oksigen terlarut, pH, alkalinitas, kesadahan, BOD, COD, unsur-unsur dan zat organik terlarut (Suin, 2002).

Salinitas adalah konsentrasi rata-rata seluruh garam yang terdapat di dalam laut. Konsentrasi ini biasanya sebesar 3% dari berat seluruhnya. Konsentrasi garam-garam ini relatif sama dalam setiap contoh-contoh air laut, sekalipun mereka diambil dari tempat berbeda di seluruh dunia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan yang hidup di lingkungan yang memiliki kandungan salin akan terganggu pertumbuhannya. Seperti yang dilakukan oleh Sobhanian (2010) menunjukkan bahwa cekaman salinitas dapat menghambat pertumbuhan tanaman kedelai. Pertumbuhan tanaman kedelai tersebut terganggu melalui dua mekanisme karena efek osmotik atau defisit air karena salinitas; dan efek garam-garam spesifik atau kelebihan ion NaCl.

Yuniati, R., (2004) mengungkapkan bahwa salinitas mempengaruhi proses fisiologis yang berbeda-beda. Pada tanaman pertanian seperti jagung, kacang polong, dan tomat pertumbuhan dan berat kering mengalami penurunan jika tanaman ditumbuhkan dalam media salin. Pada kacang merah, pelebaran daun terhambat oleh cekaman salinitas karena berkurangnya tekanan turgor sel. Berkurangnya pelebaran daun dapat berakibat berkurangnya fotosintesis maupun produktivitas.

Lingkungan salin dapat juga menyebabkan ketidakseimbangan ketersediaan hara bagi tanaman, hal ini disebabkan karena kadar hara tertentu tersedia dalam jumlah yang tinggi dan dapat menekan ketersediaan unsur hara lainnya. Disamping itu adanya bahaya keracunan dari Na, Cl dan ion-ion lainnya (Gardner, Pearce, and Mitchell., 1991).

Potensi salinitas yang sangat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan suatu tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengendali eceng gondok. Hal tersebut dapat dilihat pada ekologi tumbuh eceng gondok sangat mudah ditemui di perairan yang sifatnya tawar, namun sangatlah sulit untuk ditemui di perairan payau bahkan di perairan yang tingkat salinitasnya tinggi. Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai pengendali alami yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan dan perkembangan eceng gondok.

Hutabarat dan Stewart (2000) menjelaskan bahwa daerah *estuarin* merupakan suatu wilayah perairan laut yang dapat dihuni oleh organisme-organisme tertentu yang telah menyesuaikan diri dengan kondisi salin. Eceng gondok merupakan tumbuhan perairan yang mudah beradaptasi. Akan tetapi di sisi lain salinitas merupakan faktor penghambat pertumbuhan dan perkembangan yang sangat kuat. Melihat permasalahan di atas, maka perlu dilakukan pengkajian yang lebih mendalam menyangkut berbagai aspek tentang hubungan salinitas dan pertumbuhan eceng gondok. Agar kemajuan upaya pengendalian eceng gondok dapat dilakukan lebih efektif dan efisien.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat salinitas terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan eceng gondok.

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi sumber informasi tingkat salinitas yang dapat digunakan untuk pengendalian eceng gondok.

1.3 Hipotesis

1. Terdapat salah satu tingkat salinitas yang menjadi batas adaptasi pertumbuhan eceng gondok.
2. Terdapat perbedaan karakter adaptasi eceng gondok pada cekaman salin yang berbeda.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman asli sungai Amazon Brazil dan telah di introduksi ke daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia (Langeland dan Burks, 1998 dalam Maysara 2010). Eceng gondok di Indonesia pada mulanya diperkenalkan oleh kebun raya Bogor pada tahun 1894 yang akhirnya berkembang di Sungai Ciliwung sebagai tanaman pengganggu atau gulma.

Menurut Sastroutomo (1990), secara botanis eceng gondok diklasifikasikan sebagai tumbuhan yang tergolong dalam divisi Embryophytasi Phonogama dengan sub divisi Spermatophyta. Tumbuhan berkeping satu (monocotyledoneae) ini berordo Ferinoseae yang berada dalam famili Pontederiaceae bergenus *Eichhornia*, tumbuhan ini dikenal dengan spesies *Eichhornia crassipes* (Mart) Solm.

Eceng gondok merupakan herba yang mengapung, menghasilkan tunas merayap keluar dari ketiak daun yang dapat tumbuh lagi menjadi tumbuhan baru dengan tinggi 0,4 – 0,8 m tumbuhan ini memiliki berupa daun-daun yang tersusun dalam bentuk radikal (*roset*). Setiap tangkai pada helaian daun yang dewasa memiliki ukuran pendek dan berkerut. Helaian daun (*lamina*) berbentuk bulat telur lebar dengan tulang daun yang melengkung rapat panjang 7-25 cm, gundul dan warna daun hijau licin mengkilat. (Hernowo, 1999 dalam Maysara 2010)

Bakal buah memiliki tiga ruang dan berisi banyak. Tangkai daun pada eceng gondok bersifat mendatangkan dan membangun spon yang membuat tumbuhan ini mengambang. Bunganya termasuk bunga majemuk berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak memiliki tiga ruang dan warna hijau. Akarnya merupakan akar serabut. (Artati dan Fadillah, 2006)

2.2 Ekologi Eceng Gondok

Eceng gondok merupakan gulma yang tumbuh di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dalam atau mengembangkan perakaran di dalam lumpur pada air yang dangkal (Pasaribu dan Sahwalita, 2007). Gulma air tersebut juga banyak terdapat di waduk-waduk (Artati dan Fadillah, 2006). Secara fisiologis, eceng gondok dapat berkembang biak secara cepat, baik secara vegetatif maupun secara generatif. Perkembangan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7 - 10 hari (Pasaribu dan Sahwalita, 2007).

Eceng gondok dapat hidup mengapung bebas di atas permukaan air dan berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Kemampuan tanaman inilah yang banyak digunakan untuk mengolah air buangan karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengolah air buangan domestic dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Eceng Gondok dapat menurunkan kadar BOD, partikel suspense secara biokimiawi dan mampu menyerap logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, dan Zn dengan baik, serta kemampuan menyerap logam persatuan berat kering Eceng Gondok lebih tinggi pada umur muda dari pada umur tua (Widianto, 1986 dalam Mukti, 2008).

2.3 Ciri-ciri Metabolisme Eceng Gondok

Eceng gondok memiliki daya adaptasi yang besar terhadap berbagai macam hal yang ada di sekelilingnya dan dapat berkembang biak dengan cepat. Eceng gondok dapat hidup di tanah yang selalu tertutup oleh air yang banyak mengandung makanan. Selain itu daya tahan eceng gondok juga dapat hidup di tanah asam dan tanah yang basah (Sastroutomo, 1991). Kemampuan eceng gondok untuk melakukan proses-proses pertumbuhan sebagai berikut :

a. Transpirasi

Jumlah air yang digunakan dalam proses pertumbuhan hanyalah memerlukan sebagian kecil jumlah air yang diadsorpsi atau sebagian besar dari air yang masuk ke dalam tumbuhan dan keluar meninggalkan daun dan batang sebagai uap air. Proses tersebut dinamakan proses transpirasi, sebagian menyerap melalui batang tetapi kehilangan air umumnya berlangsung melalui daun. Laju hilangnya air dari tumbuhan dipengaruhi oleh kuantitas sinar matahari dan musim penanaman. Laju transpirasi akan ditentukan oleh struktur daun eceng gondok yang terbuka lebar yang memiliki stomata yang banyak sehingga proses transpirasi akan besar dan beberapa faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, udara, cahaya dan angin (Marianto, 2003).

b. Fotosintesis

Fotosintesis adalah sintesa karbohidrat dari karbon dioksida dan air oleh klorofil. Menggunakan cahaya sebagai energi dengan oksigen sebagai produk tambahan.

Dalam proses fotosintesis ini, tanaman membutuhkan CO_2 dan H_2O dan dengan bantuan sinar matahari akan menghasilkan glukosa dan oksigen dan senyawa-senyawa organik lain. Karbondioksida yang digunakan dalam proses ini berasal dari udara dan energi matahari (Sastroutomo, 1991).

c. Respirasi

Sel tumbuhan dan hewan mempergunakan energi untuk membangun dan memelihara protoplasma, membrane plasma, dan dinding sel. Energi tersebut dihasilkan melalui pembakaran senyawa-senyawa. Dalam respirasi molekul gula atau glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) diubah menjadi zat-zat sederhana yang disertai dengan pelepasan energi (Tjitrosomo, 1983).

2.4 Salinitas

Salinitas atau kadar garam adalah rata-rata banyaknya kadar garam (dalam gram) yang terdapat dalam setiap 1.000 gram (1 kg) air laut (Samadi, 2007). Hutabarat dan Stewart (2000) juga menerangkan bahwa konsentrasi garam terbesar terdapat di laut, dengan kisaran kadar garam rata-rata sebesar 3% dari berat seluruhnya. Konsentrasi garam-garam ini relatif sama dalam setiap contoh-contoh air laut, sekalipun mereka diambil dari tempat berbeda di seluruh dunia.

Salinitas dapat menghambat pertumbuhan tanaman pada daerah yang kering atau sedang, dimana air hujan tidak mencukupi untuk mencuci kandungan garam dari akar tanaman (Schmidhalter dan Oertli, dalam Arzie, 2011). Tanah yang salin dapat menyebabkan buruknya perkecambahan dan pembentukan bibit (Afzal, Basra dan Iqbal, 2005).

Ashraf and Foolad (2005) menjelaskan bahwa salinitas juga dapat menunda pertumbuhan awal, menurunkan rata-rata dan meningkatkan ketidakseragaman pada perkecambahan, mengurangi tanaman yang tumbuh dan hasil panen. Kondisi lingkungan yang salin juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan benih berbagai komoditas.

Hasil penelitian yang dilakukan Afzal dkk. (2005), menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh terhadap penurunan persentase perkecambahan, berat segar dan kering tunas dan akar, serta menghambat penyerapan berbagai nutrisi pada benih gandum (*Triticum aestivum*). Hal yang senada juga dikemukakan oleh Jamil dan Rha (2007) dari hasil penelitiannya yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan salin menyebabkan penurunan persentase perkecambahan, rata-rata panjang akar, dan bobot segar kecambah pada benih bit (*Beta vulgaris* L. cv. Tianjin qing pielan).

Gardner *et al.*, (1991) juga menjelaskan bahwa lingkungan salin dapat mengakibatkan tidak seimbangnya ketersediaan hara bagi tanaman, hal ini disebabkan karena kadar hara tertentu yang tersedia dalam jumlah yang tinggi dapat menekan unsur hara lainnya. Salinitas juga dapat mengakibatkan keracunan Na^+ , Cl^- dan ion-ion lainnya.

Menurut Suwarno (1985) banyaknya Na^+ di dalam tanah menyebabkan berkurangnya Ca^+ , Mg^{2+} , dan K^+ yang dapat ditukar, yang berarti menurunnya ketersediaan unsur-unsur tersebut bagi tanaman. Sari, Darmanti dan Hastuti (2006) menambahkan bahwa banyaknya ion Cl^- yang diserap oleh akar tanaman menyebabkan rendahnya penyerapan kation lain seperti NO_3^- , sehingga asam

amino yang terbentuk semakin sedikit. Defisiensi nitrogen menyebabkan daun berwarna kuning dan keriting seperti gejala yang muncul pada tanaman yang ditumbuhkan pada media tanah yang diberi perlakuan NaCl. Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ dan berperan penting sebagai katalisator berbagai enzim. Berkurangnya kalium menyebabkan aktivitas enzim seperti nitrat reduktase yang mengubah NO_3 menjadi NH_3 sebagai penyusun protein akan menurun.

Menurut Kim (1998), salinitas tanah ditetapkan dengan mengukur daya hantar listrik (DHL) dalam mmhos/cm pada ekstrak jenuh tanah. Tanah salin dicirikan oleh DHL melebihi 4 mmhos/cm yang diukur pada suhu $25^\circ C$. Pemilihan nilai kritis untuk DHL pada 4 mmhos/cm dilaporkan didasarkan atas kemungkinan tingkat kerusakan tanaman akibat garam. Perkecambahan benih dan awal pertumbuhan tanaman merupakan tahapan yang paling peka terhadap cekaman salinitas pada hampir semua jenis tanaman pangan (Sivritepe dkk., 2003 dalam Ashraf and Foolad, 2005).

Ketahanan terhadap salinitas dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor fisiologis (Flowers, 2004). Suwarno (1985) menjelaskan bahwa pengaruh salinitas terhadap tanaman mencakup tiga aspek yaitu: mempengaruhi tekanan osmosa, keseimbangan hara, dan pengaruh racun. Disamping itu, NaCl dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah dan selanjutnya berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Berkurangnya laju dan kualitas pertumbuhan tanaman pada kondisi salin dapat disebabkan karena menurunnya potensial air dari substrat tempat tumbuh,

meningkatnya penyerapan Na^+ dan Cl^- , atau keduanya (Yuniati, 2004). Tanaman yang dihadapkan pada potensial osmotik yang rendah dari larutan tanah bergaram akan terkena resiko *physiological drought* karena tanaman-tanaman tersebut harus mempertahankan potensial internal osmotik yang lebih rendah dalam rangka untuk mencegah pergerakan air akibat osmosis dari akar ke tanah. Tanaman mungkin akan menyerap ion untuk mempertahankan potensial osmotik internal yang rendah, namun hal ini akan menyebabkan kelebihan ion yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya penurunan pertumbuhan pada beberapa tanaman (Greenway dan Munns, 1980). Sipayung (2006) menambahkan bahwa salinitas tanah akan menghambat pembentukan akar-akar baru, penurunan permeabilitas akar terhadap air sehingga akar tanaman mengalami kesukaran dalam menyerap air karena tingginya tekanan osmosis larutan dalam media tumbuh.

Salinitas mempengaruhi proses fisiologis yang berbeda-beda. Pada tanaman pertanian seperti jagung, kacang polong, dan tomat pertumbuhan dan berat kering mengalami penurunan jika tanaman ditumbuhkan dalam media salin. Pada kacang merah, pelebaran daun terhambat oleh cekaman salinitas karena berkurangnya tekanan turgor sel. Berkurangnya pelebaran daun dapat berakibat berkurangnya fotosintesis maupun produktivitas (Yuniati, 2004).

Dari penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2006) ditemukan bahwa pengaruh cekaman salinitas terhadap tanaman padi adalah berkurangnya tinggi tanaman dan jumlah anakan, pertumbuhan akar terhambat, berkurangnya bobot 1.000 gabah dan kandungan protein total dalam biji karena penyerapan Na yang berlebihan, dan berkurangnya bobot kering tanaman. Zhou, X. Wang, Jiao, Liao,

Chen, Ma, J. Wang, Xiong, Zhang, and Deng (2007) menambahkan bahwa gejala keracunan garam pada tanaman padi berupa terhambatnya pertumbuhan, ujung-ujung daun berwarna keputihan dan sering terlihat bagian-bagian yang klorosis pada daun. Menurut Doorenbos, Kassam and Bentvelsen (1979) kemampuan tanaman menyerap air pada lingkungan bergaram akan berkurang, sehingga gejala yang ditimbulkan mirip dengan gejala kekeringan. Gejala yang tampak seperti daun cepat menjadi layu, terbakar, pertumbuhan daun yang kecil, dan pada akhirnya tanaman akan mati seperti kekeringan.

Poljakoff (1975) dalam Arzie (2011) menyatakan bahwa salinitas tanah dapat menekan laju fotosintesis per satuan luas daun. Fotosintesis berkurang sebanding dengan peningkatan salinitas tanah. Mekanisme utama penekanan laju fotosintesis terjadi karena menutupnya stomata sebagai akibat dari kemampuan tanaman dalam menyerap air berkurang. Sari *dkk.* (2006) menambahkan bahwa menutupnya stomata pada daun akan memotong suplai CO₂ ke sel-sel mesofil, sehingga fotosintesis terhambat dan fotosintat yang terbentuk sedikit. Pada awal perkembangan daun, fotosintat ditahan untuk mengembangkan daun secara cepat, setelah daun berkembang penuh dengan kandungan pati yang tinggi maka fotosintat akan ditranslokasi ke daun-daun yang lebih muda, sehingga ketersediaan sejumlah asimilat sangat mempengaruhi pembentukan daun.

Tanaman sampai batas-batas tertentu masih dapat mengatasi tekanan osmotik yang tinggi akibat tingginya kandungan garam dalam tanah. Toleransi tanaman terhadap salinitas dapat dinyatakan dalam berbagai cara diantaranya kemampuan tanaman untuk hidup pada tanah salin, produksi yang dihasilkan pada

tanah salin, persentase penurunan hasil setiap unit peningkatan salinitas tanah (Mass dan Hofmann, 1998).

Marschner (1998) menyatakan ion seperti Natrium dan Klorida, yang lazim terdapat pada tanah bergaram dapat merusak organel sel, mengganggu fotosintesis dan respirasi, serta menghambat sintesis protein dan mendorong kekurangan ion. Levitt (1980) menyatakan bahwa keracunan Na^+ maupun Cl^- dapat ditandai dengan mengeringnya tepi bagian ujung daun. Gejala tersebut sangat sulit dibedakan dengan gejala kekeringan.

Tanaman dapat menghindari terjadinya ketidakseimbangan hara atau keracunan dengan empat cara yaitu: eksklusi, ekskresi, sekresi dan dilusi. Eksklusi terjadi secara pasif dengan adanya dinding sel yang tidak permeable terhadap ion-ion dari garam tersebut. Ekskresi dan sekresi merupakan pemompaan ion secara aktif masing-masing ke luar tanaman dan ke dalam vakuola. Dilusi dapat terjadi dengan adanya pertumbuhan yang cepat. Hal ini disimpulkan dari hasil analisis bahwa bagian yang tumbuh cepat mengandung Na^+ dan Cl^- lebih rendah dari bagian yang tumbuh lambat (Levitt, 1980).

Menurut Levitt (1980) tanaman dapat toleran terhadap NaCl karena mempunyai kemampuan menahan pengaruh racun dari NaCl dan ketidakseimbangan hara. Toleransi terhadap defisiensi K dapat dimiliki tanaman yang mampu memanfaatkan Na untuk menggantikan sebagian K yang dibutuhkan. Johnson (1991) menambahkan bahwa toleransi pada garam nampaknya berhubungan dengan ketidakmampuan tanaman yang rentan untuk mengurangi pengangkutan ion Na^+ dan Cl^- ke pucuk. Mekanisme morfologi

adalah kemampuan tanaman menyesuaikan diri dengan mengubah bentuk tubuhnya, pada tanaman mekanisme morfologi terhadap ketahanan salinitas dapat dilihat dari ukuran daun lebih kecil, jumlah stomata lebih sedikit, berkurangnya diferensiasi dan perkembangan jaringan pembuluh. Mekanisme fisiologis adalah kemampuan tanaman menyesuaikan diri terhadap tekanan osmotik yang mencakup penyerapan maupun akumulasi ion-ion dan sintesis senyawa organik, mengatur konsentrasi garam dalam sitoplasma melalui transport membran, dan ketahanan relatif membran dalam mengatur transfer ion dan solut lainnya dari sitoplasma dan vakuola serta organel lainnya (Mass dan Hofmann, 1998).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan yang berlangsung pada bulan Mei sampai Juni 2013 bertempat di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tunas tanaman eceng gondok, air tawar, lumpur dan air laut.

Adapun alat-alat yang dipakai untuk penelitian ini adalah meteran, ember, timba, DHL meter, gelas ukur, oven, timbangan analitik dan kamera.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dalam *screenhouse* dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam perlakuan dan setiap perlakuan diulang empat kali. Setiap unit perlakuan terdapat dua unit perlakuan sehingga jumlah keseluruhan terdapat empat puluh delapan unit perlakuan. Enam perlakuan yang dimaksudkan adalah sebagai berikut :

S0 = Kadar garam 0%

S1 = Kadar garam 0,5%

S2 = Kadar garam 1%

S3 = Kadar garam 1.5%

S4 = Kadar garam 2%

S5 = Kadar garam 2,5%

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan

Wadah media tumbuh eceng gondok yang digunakan adalah ember berukuran 20 liter. Ember yang digunakan sesuai dengan jumlah unit perlakuan dan ditata sesuai dengan denah rancangan penelitian ini. Ember-ember tersebut kemudian diisi dengan tanah lumpur setebal 3 cm. Setelah itu ember-ember tersebut diisi air tawar hingga penuh.

Tunas eceng gondok yang diambil dari danau diseleksi. Tunas dipilih dengan memilih ukuran dan bobot yang relatif sama sebanyak 48 tunas. Tunas-tunas tersebut lalu diadaptasikan pada media yang telah disiapkan sebelumnya. Proses adaptasi dilakukan selama seminggu dengan mengamati keseragaman pertumbuhan eceng gondok.

3.4.2 Pembuatan Media Perlakuan

Pemberian perlakuan dilakukan setelah proses adaptasi dilakukan. Media yang digunakan berasal dari air laut yang telah diencerkan. Pengenceran dilakukan untuk menurunkan konsentrasi NaCl pada air laut agar sesuai dengan konsentrasi tingkat salinitas pada setiap perlakuan. Pengenceran dilakukan dengan mengikuti kaidah rumus pengenceran oleh Wilhelm Ostwald (1900) yakni:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

Ket : M1 = Konsentrasi larutan yang akan diencerkan

V1 = Volume larutan yang akan diencerkan

M2 = Konsentrasi larutan setelah diencerkan

V2 = Volume larutan setelah diencerkan

Dimisalkan konsentrasi yang ingin dibuat adalah 0,5% pada volume 20 L dan konsentrasi air laut yang digunakan adalah 4% maka untuk pengenceran dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$4 \times V1 = 0,5 \times 20$$

$$4 \times V1 = 10$$

$$V1 = \frac{10}{4}$$

$$V1 = 2,5 \text{ L}$$

Media dibuat dengan menggunakan 2,5 L air laut kemudian ditambahkan dengan air tawar hingga mencapai 20 L atau sejumlah 17,5 L lalu diaduk agar proses pengenceran sempurna. Agar lebih meyakinkan dapat digunakan alat ukur DHL.

3.4.3 Penanaman dan Perawatan

Proses penanaman dilakukan dengan menyiapkan media tumbuh sesuai dengan denah yang telah dibuat. Setelah itu tunas-tunas yang telah dipilih sebelumnya diletakkan di permukaan air dalam wadah ember. Setiap ember ditanam masing-masing satu mata tunas.

Perawatan dilakukan dengan membersihkan permukaan media dan menjaga jumlah debit air dalam wadah sesuai dengan awal penanaman. Pembersihan dilakukan setiap hari, sedangkan pengontrolan media dilakukan setiap empat hari. Pengontrolan debit air ini bukan hanya memperhatikan volume media tetapi juga dengan mengukur tingkat salinitasnya. Pengontrolan dilakukan dengan menggunakan DHL meter untuk mengukur tingkat salinitas media, jika

kadar garam meningkat maka ditambahkan air tawar hingga volume dan kadar garamnya kembali pada kondisi semula.

3.4.4 Batas Pengamatan

Indikasi yang dapat dilihat untuk menentukan batas atau akhir dilakukannya penelitian ini adalah ketika tunas utama yang dikembangkan telah memunculkan bunga atau ketika tanaman tersebut mati.

3.5 Parameter Pengamatan

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengamatan setiap minggu dengan parameter pengamatan sebagai berikut :

1. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal akar hingga ujung daun tertinggi dengan menggunakan meteran. Diukur pada saat batas pengamatan.
2. Jumlah daun (helai), dengan menghitung jumlah daun yang telah terbentuk sempurna. Diukur pada saat batas pengamatan.
3. Jumlah anakan (buah), dihitung dengan mengamati setiap mata tunas yang telah tumbuh dan membentuk tanaman baru.
4. Volume akar (ml), dihitung dengan menggunakan gelas ukur dengan mengamati pertambahan volume fluida yang terdapat dalam gelas ukur. Diukur pada saat batas pengamatan.
5. Berat kering tajuk (g), dihitung dengan menggunakan timbangan analitik setelah sampel dikeringkan dalam oven selama dua kali 24 jam dalam suhu 105°C.

6. Berat kering akar (g), dihitung dengan menggunakan timbangan analitik setelah sampel dikeringkan dalam oven selama dua kali 24 jam dalam suhu 105°C.
7. Berat kering tumbuhan (g), dihitung dengan menjumlahkan bobot kering tajuk dengan bobot kering akar selama dua kali 24 jam dalam suhu 105°C.
8. Nisbah perbandingan berat kering akar dan berat kering tajuk, dihitung dengan membandingkan berat kering akar dan berat kering tajuk.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penelitian Pendahuluan

Eceng gondok yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari danau Universitas Hasanuddin, Makassar. Eceng gondok yang digunakan merupakan anakan termuda dari indukan-indukan yang ditemui sebanyak mungkin, lalu kemudian anakan tersebut dipindahkan ke lokasi penelitian.

Secara ideal tanaman yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran dan bobot yang seragam. Namun, banyaknya faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan, fisik, fisiologi dan ukuran tanaman. Untuk meminimalisasi variasi maka dipilih anakan eceng gondok yang memiliki ukuran, berat, dan jumlah daun yang hampir seragam. Ukuran tanaman yang dipilih bervariasi antara 10 – 10,5 cm dan berat basah antara 9 – 15 g. Sedangkan jumlah daun anakan bervariasi antara 3 – 4 helai daun.

Setelah disortasi anakan-anakan tersebut dimasukkan ke dalam media tanpa perlakuan salinitas agar pertumbuhan tetap normal. Hal ini dilakukan agar anakan mampu tumbuh di lingkungannya yang baru. Masa adaptasi ini dilakukan selama satu minggu sehingga variasi tinggi tanaman menjadi berbeda dengan kisaran antara 12,1 – 13,5 cm.

4.2 Perubahan Fisik Eceng Gondok

Salinitas merupakan salah satu faktor yang bisa mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu. Menurut Tarigan (1996) pengaruh salinitas

terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada jumlah garam yang ada di dalam tanah, jenis dan varietas tanaman, serta jumlah dan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Desai, Kotecha, and Salunkhe (1997) menyatakan bahwa cekaman salinitas berpengaruh pada perkecambahan melalui pencegahan pengambilan air dengan tekanan osmotik dan masuknya ion beracun bagi perkembangan embrio atau kecambah.

Perubahan fisik tanaman jelas terlihat sejak satu hari setelah pemberian perlakuan. Pada umumnya tanaman mengalami gangguan pada daun. Tampilan daun berubah menjadi layu dengan ukuran dampak yang bervariasi pada setiap perlakuan. Variasi ukuran daun yang berubah terlihat berbanding lurus dengan tingkat salinitas yang diberikan, atau dengan kata lain semakin tinggi tingkat salinitas yang diberikan semakin luas pula ukuran daun yang mengalami gangguan.

Perlakuan Salinitas 0,5% ditemukan garis daun yang memucat. Terlihat garis-garis daun yang warnanya berbeda dengan permukaan daun lainnya. Begitu juga dengan perlakuan salin 1 %, 1.5 % dan 2 %. Namun garis serupa layu tadi tidak hanya muncul di permukaan namun bagian permukaan daun akan tetapi juga merambah ke tepi daun. Hal yang berbeda juga dari eceng gondok yang diberi garam 2 % ialah gelembung pengapung juga mengalami perubahan warna. Sedangkan perlakuan salinitas 2.5 % tidak hanya perubahan serupa, akan tetapi tepi daun terjadi pengerutan dan menggulung.

Kondisi tersebut dapat dipastikan bahwa salinitas sangat mengganggu jaringan daun tumbuhan eceng gondok. Gangguan pada daun berdampak pada

tidak berjalannya proses fotosintesis dengan baik dan metabolisme tanaman pun tidak berjalan dengan baik.

Selain layu, tidak terlihat secara kasat mata perubahan fisik tanaman. Tanaman eceng gondok yang diberi cekaman salinitas tidak bertahan lama. Eceng gondok yang ditumbuhkan pada salinitas 0,5 % mati pada umur 18 hari setelah perlakuan. Eceng gondok yang ditumbuhkan pada salinitas 1 % mati pada umur 16 hari setelah perlakuan. Eceng gondok yang ditumbuhkan pada salinitas 1,5 % mati pada umur 10 hari setelah perlakuan. Eceng gondok yang ditumbuhkan pada salinitas 2 % mati pada umur 8 hari setelah perlakuan. Sedangkan eceng gondok yang ditumbuhkan pada salinitas 2,5 % mati pada umur 5 hari setelah perlakuan.

Tumbuhan kontrol tidak mati dan dapat tumbuh dengan baik. Bahkan bunga dan anakan muncul. Tumbuhan kontrol pada ulangan ke tiga misalnya, eceng gondok memunculkan tangkai bunganya. Anakan terlihat pada 16 hari setelah perlakuan atau 23 hari setelah eceng gondok dipindah tumbuhkan ke lokasi penelitian. Hal tersebut menunjukkan bahwa salinitas memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan eceng gondok. Perlakuan salinitas menghambat pertumbuhan dan perkembangan eceng gondok.

4.3 Hasil

4.3.1 Tinggi Tanaman

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (kadar garam 0 %) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi yang berbeda nyata dengan media yang diberi perlakuan garam 1.5 %, 2 %, dan 2.5 %. Akan tetapi tidak berbeda nyata dengan yang diberi perlakuan kadar garam 0.5 % dan 1 %.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman eceng gondok (cm) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar garam (%)	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)	NP BNJ $\alpha = 0.01$
0	16.40 ^a	1.37404
0.5	15.67 ^{ab}	
1	15.10 ^{ab}	
1.5	14.57 ^b	
2	13.96 ^b	
2.5	13.50 ^b	

Keterangan: Angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ $\alpha 0.01$

Hasil pengamatan yang dilakukan menunjukkan dengan jelas pengaruh tingkat salinitas yang diberikan pada tumbuhan eceng gondok. Tinggi tanaman dan sidik ragamnya disajikan pada lampiran 1a dan 1b. Sidik ragam menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman eceng gondok.

Salah satu parameter pertumbuhan yang dapat dilihat secara nyata adalah tinggi tanaman. Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati sebagai indikator pertumbuhan. Selain faktor internal, tinggi tanaman juga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cahaya, air, dan hara di lingkungan tumbuh tanaman.

4.3.2 Jumlah Daun

Data tentang jumlah daun dan sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 2a dan 2b. Sidik ragam menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun eceng gondok.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol menghasilkan jumlah daun tertinggi berbeda nyata dengan seluruh perlakuan yang diberikan salin. Akan tetapi terdapat perbedaan pengaruh yang sangat nyata antara 0.5 % dengan 2.5 %.

Sedangkan pemberian garam 1.5 % dan 2 % tidak berbeda nyata dengan yang diberikan garam 2.5 % maupun 1 %.

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun eceng gondok (helai) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar Garam (%)	Rata-rata Jumlah Daun	NP BNJ $\alpha = 0,01$
0	8,12 ^a	1,0672
0.5	6,75 ^b	
1	5,87 ^b	
1.5	5,25 ^{bc}	
2	5,00 ^{bc}	
2.5	4,62 ^c	

Keterangan: Angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ $\alpha 0.01$

Daun merupakan organ fotosintetik utama dalam tubuh tanaman, di mana terjadi proses perubahan energi cahaya menjadi energi kimia dan mengakumulasikan dalam bentuk bahan kering. Dalam analisis pertumbuhan, perkembangan daun menjadi perhatian utama.

4.3.3 Jumlah Anakan

Tabel 3 menerangkan bahwa hasil pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini tidak ditemukan adanya anakan selain pada tanaman kontrol. Ini menunjukkan bahwa salinitas sangat menghambat munculnya anakan baru tanaman eceng gondok. Anakan yang ditemui pada tanaman kontrol masing-masing terdapat satu anakan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa salinitas pada media tumbuh sangatlah menghambat berkembangnya eceng gondok. Karena dengan tidak adanya anakan yang tumbuh, maka dapat dipastikan perkembangan eceng gondok yang sangat cepat dapat dikendalikan dengan salinitas.

Tabel 3. Rata-rata jumlah anakan eceng gondok (buah) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar garam (%)	Rata-rata Jumlah Anakan
0	1
0.5	0
1	0
1.5	0
2	0
2.5	0

4.3.4 Volume Akar

Akar merupakan bagian terpenting pada tanaman. Akar merupakan salah satu pintu masuknya hara yang dibutuhkan tanaman. Akar senantiasa bergerak untuk mempermudah tanaman dalam mencari hara.

Volume akar tanaman eceng gondok dan sidik ragamnya dapat dilihat pada lampiran 3a dan 3b. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa salinitas memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume akar.

Tabel 4. Rata-rata volume akar eceng gondok (ml) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar Garam (%)	Rata-rata Volume Akar	NP BNJ $\alpha = 0.01$
0	34,62 ^a	3,6105
0.5	22,50 ^b	
1	19,62 ^b	
1.5	14,62 ^c	
2	12,25 ^{cd}	
2.5	10,37 ^d	

Keterangan: Angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ $\alpha 0.01$

Tabel 4 menunjukkan bahwa tanaman kontrol (S0) dengan volume akar tertinggi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yakni yang diberi cekaman salinitas. Pemberian kadar garam 0.5 % dan 1 % berbeda nyata dengan dengan media dengan kadar garam 1.5 %, 2 % dan 2.5 %. Begitu juga pemberian perlakuan dengan kadar garam 1.5 % berbeda nyata dengan 2.5 % namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan kadar garam 2 %.

4.3.5 Berat Kering Tajuk

Tajuk adalah keseluruhan bagian tumbuhan, terutama pohon, perdu, atau liana, yang berada di atas permukaan tanah yang menempel pada batang utama. Tajuk eceng gondok dapat dilihat dari atas permukaan media. Data rata-rata berat kering tajuk dapat dilihat pada lampiran 4a dan 4 b. Dari tabel tersebut terlihat dapat dilihat bahwa salinitas memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap berat kering tajuk.

Tabel 5. Rata-rata berat kering tajuk eceng gondok (gram) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar Garam (%)	Rata-rata Berat Kering Tajuk	NP BNJ $\alpha = 0.01$
0	2,56 ^a	1.4389
0.5	1.36 ^a	
1	1.20 ^{ab}	
1.5	1.07 ^{ab}	
2	0.96 ^b	
2.5	0.75 ^b	

Keterangan: Angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ $\alpha 0.01$

Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa tumbuhan control menghasilkan nilai berat kering daun tertinggi yang berbeda nyata dengan perlakuan garam 2 % dan

2.5 % dengan nilai paling rendah. Akan tetapi baik perlakuan control maupun yang diberi garam 2.5 % tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian garam 1 % dan 1.5 %.

4.3.6 Berat Kering Akar

Akar merupakan organ tumbuhan yang berfungsi menyerap hara yang dibutuhkan tanaman dari media tumbuhnya. Akar senantiasa bergerak untuk mempermudah tanaman dalam mencari hara. Kinerja akar sangat dipengaruhi oleh media tumbuhnya. Maka dari itu akar merupakan bagian yang penting dalam proses pertumbuhan tumbuhan.

Tabel 6. Rata-rata berat kering Akar eceng gondok (gram) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar Garam (%)	Rata-rata Berat kering Akar	NP BNJ $\alpha = 0.01$
0	1.84 a	0.312769
0.5	1.30 b	
1	1.01 bc	
1.5	0.80 c	
2	0.66 c	
2.5	0.60 c	

Keterangan: Angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a, b, c) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ $\alpha 0.01$

Tabel 6 menerangkan bahwa nilai rata-rata berat kering akar eceng gondok pada perlakuan kontrol adalah nilai tertinggi. Nilai tersebut berbeda nyata dengan perlakuan pemberian garam 0.5 %, 1 %, 1.5 %, 2 %, dan 2.5 %. Rata-rata berat kering akar pada media perlakuan 0.5 % berbeda nyata pula dengan perlakuan garam 1.5 %, 2 % dan 2.5 % tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1 %.

Kondisi yang hampir sama terjadi pada pengamatan volume akar. Hal ini membuktikan bahwa salinitas pada media tumbuh eceng gondok sangat menekan laju pertumbuhan akar eceng gondok dan dapat disimpulkan bahwa akar eceng gondok tidak dapat berkembang dengan baik pada media salin. Gejala-gejala tersebut diduga karena adanya NaCl menyebabkan ion-ion pada akar tidak seimbang sehingga tanaman kekurangan unsur hara.

4.3.7 Berat Kering Tumbuhan

Berat kering tumbuhan merupakan gambaran utama atas kemampuan tanaman mengikat hara yang diserap. Data rata-rata berat kering tanaman dapat dilihat pada lampiran 5a dan 5b. Dari data tersebut dapat disimpulkan perlakuan salinitas memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap berat kering tanaman.

Tabel 7. Rata-rata berat kering tanaman eceng gondok (gram) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar Garam (%)	Rata-rata Berat kering tumbuhan	NP BNJ $\alpha = 0.01$
0	4,40 a	1.4389
0.5	2,55 ^b	
1	2.32 ^b	
1.5	1.87 ^b	
2	1.62 ^b	
2.5	1.35 ^b	

Keterangan: Angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ $\alpha 0.01$

Data tabel 7 menunjukkan bahwa tanaman kontrol menghasilkan berat kering tanaman tertinggi berbeda sangat nyata jika dibandingkan dengan seluruh perlakuan yang diberikan salinitas (0.5 %, 1 %, 1.5 %, 2 % dan 2.5 %).

Sari dkk. (2006) menjelaskan bahwa hasil berat kering tanaman merupakan keseimbangan antara pengambilan CO₂ untuk fotosintesis dan pengeluaran CO₂ melalui respirasi. Pangaribuan (2001) juga menyatakan bahwa salinitas yang tinggi menyebabkan ketidakseimbangan proses respirasi dan fotosintesis. Apabila respirasi lebih besar dari pada fotosintesis maka berat kering tanaman semakin berkurang.

4.3.8 Nisbah perbandingan berat kering akar dan berat kering tajuk daun

Perbandingan antara berat kering akar dan berat kering tajuk dilakukan untuk mengetahui mekanisme penekanan salinitas terhadap pertumbuhan eceng gondok.

Tabel 7. Nisbah perbandingan rata-rata berat kering tajuk dan berat kering akar eceng gondok (gram) yang ditumbuhkan pada media salin

Kadar Garam	Rata-rata nisbah berat kering tajuk dan berat kering akar	NP BNJ $\alpha = 0.05$
0	1.33 ^a	0,582
0.5	1.01 ^a	
1	1.16 ^a	
1.5	1.34 ^a	
2	1.47 ^a	
2.5	1.24 ^a	

Keterangan: Angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a, b) berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ $\alpha 0.05$

Tabel 7 menjelaskan bahwa nilai tertinggi nisbah perbandingan rata-rata berat kering tajuk dan berat kering akar eceng gondok yang ditumbuhkan pada media salin ditemukan pada perlakuan 2 %, sedangkan terendah ditemukan pada perlakuan 0.5 %. Meskipun pada hasil uji BNJ pada taraf $\alpha 0.05$ menunjukkan hasil bahwa keenam perlakuan tidak berbeda nyata, namun data tersebut

menunjukkan bahwa pertumbuhan tajuk daun lebih besar dibanding pertumbuhan akar.

Hal tersebut berarti bahwa perlakuan salin yang diberikan sangat mempengaruhi laju pertumbuhan akar dibanding pertumbuhan daun.

4.4 Pembahasan

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa salinitas memberikan pengaruh sangat nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan eceng gondok. Meski demikian, terdapat perbedaan pengaruh pada setiap tingkat salinitas yang diberikan. Pengaruh salinitas tersebut terlihat berbanding lurus dengan rendahnya nilai parameter pertumbuhan eceng gondok.

Hasil Uji BNP_{0,01} menunjukkan bahwa nilai tertinggi seluruh parameter yakni rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, volume akar, berat kering daun dan berat kering tanaman diperoleh oleh tanaman kontrol dengan tinggi tanaman rata-rata 16,40 cm, jumlah daun rata-rata 8,12 helai, jumlah anakan rata-rata 1 buah, volume akar rata-rata 34,625 ml, berat kering tajuk rata-rata 2,56 gram, dan berat kering tanaman rata-rata 4,40 gram.

Hasil pengamatan tersebut membuktikan bahwa salinitas menjadi faktor penghambat pertumbuhan eceng gondok. Tumbuhan kontrol merupakan eceng gondok yang tidak diberikan perlakuan salin, sehingga tidak memperoleh pengaruh dari salinitas yang diberikan. Suwarno (1985) dalam Arzie (2011) menjelaskan bahwa pengaruh salinitas terhadap tanaman mencakup tiga aspek yaitu: mempengaruhi tekanan osmosa, keseimbangan hara, dan pengaruh racun. Pessarakli (1991) menambahkan bahwa cekaman salinitas menyebabkan

penyerapan hara dan pengambilan air terhalang, sehingga menyebabkan pertumbuhan abnormal dan terjadi penurunan hasil.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa eceng gondok yang tumbuh di lingkungan salin tidak tumbuh dengan baik, terlihat dari pertumbuhan eceng gondok yang tidak signifikan setelah diberi perlakuan salin. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Pratama (2010) yang menyatakan bahwa pengaruh NaCl terhadap pertumbuhan akar belum dapat ditentukan secara pasti apakah disebabkan oleh pengaruh osmotik atau karena keracunan ion tertentu. Hirrel (1998) dalam Arzie (2011) menerangkan bahwa analisis yang dilakukan terhadap pertumbuhan akar bayam yang ditumbuhkan pada tanah yang mengandung garam menunjukkan bahwa rendahnya potensial air karena larutan NaCl adalah pembatas yang sangat penting dalam pertumbuhan akar. Pengaruh utama NaCl terhadap pertumbuhan akar umumnya dikarenakan karena gaya osmotik dan bukan karena toksisitas ion tertentu.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tinggi eceng gondok yang ditumbuhkan pada media salin terlihat lebih rendah dibanding dengan media kontrol. Hal ini terjadi akibat pengaruh dari garam-garam pada media terhadap metabolisme pertumbuhan eceng gondok. Hakim, (1986) dalam Sari dkk. (2006) menjelaskan bahwa adanya garam-garam dalam media tumbuh berpengaruh terhadap penurunan kemampuan tanaman untuk mengabsorpsi air sehingga jumlah air dalam sel tanaman semakin berkurang dan dapat menaikkan titik layu tanaman. Hal ini didukung oleh Pangaribuan, (2001) yang menyatakan bahwa adanya NaCl mengakibatkan peningkatan transpirasi. Peningkatan laju transpirasi

akan menurunkan jumlah air tanaman sehingga tanaman menjadi layu. Hal inilah yang menyebabkan tinggi eceng gondok rendah pada media yang diberi perlakuan salin.

Sedikitnya jumlah daun pada eceng gondok yang ditumbuhkan di media salin diakibatkan berkurangnya ketersediaan air dan unsur hara pada tanaman. Penurunan ini disebabkan adanya larutan NaCl pada media mengakibatkan jumlah air dan unsur hara pada tanaman semakin berkurang sehingga proses metabolisme terhambat. Penurunan jumlah air menyebabkan penurunan fotosintesis sehingga ketersediaan karbohidrat menurun. Karbohidrat sangat diperlukan untuk proses awal pembentukan jaringan seperti akar, batang, dan daun, sehingga penurunan karbohidrat menyebabkan pembentukan jaringan tanaman terhambat. Gardner dkk, (1991) menyatakan bahwa proses diferensiasi sel pada tahap perkembangan jaringan primer sangat memerlukan karbohidrat untuk penebalan dinding sel epidermis batang dan perkembangan akar maupun batang. Pembelahan sel-sel inisial di daerah meristem sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, hormon dan lingkungan. Perlakuan larutan NaCl juga mempengaruhi sintesis hormon IAA. Berkurangnya IAA menyebabkan proses pembelahan dan perkembangan sel terhambat sehingga jaringan yang terbentuk sedikit.

Tumbuhan eceng gondok yang diberi perlakuan salin mengalami kondisi stress, sehingga pertumbuhannya sangat terganggu. Salinitas sangat mengganggu pertumbuhan akar. Marschner (1998) menyatakan ion seperti Natrium dan Klorida, yang lazim terdapat pada tanah bergaram dapat merusak organel sel, mengganggu fotosintesis dan respirasi, serta menghambat sintesis protein dan

mendorong kekurangan ion. Levitt (1980) menyatakan bahwa keracunan Na maupun Cl dapat ditandai dengan mengeringnya tepi bagian ujung daun. Gejala tersebut sangat sulit dibedakan dengan gejala kekeringan. Hasil penelitian yang dilakukan Afzal dkk. (2005), menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh terhadap penurunan persentase perkecambahan, berat segar dan kering tunas dan akar, serta menghambat penyerapan berbagai nutrisi pada benih gandum (*Triticum aestivum*).

Akar eceng gondok tidak dapat berkembang dengan baik pada media salin. Gejala-gejala tersebut diduga karena adanya NaCl menyebabkan ion-ion pada akar tidak seimbang sehingga tanaman kekurangan unsur hara khususnya NPK. Hal ini didukung oleh Pangaribuan (2001) yang menyatakan bahwa hambatan pertumbuhan tanaman oleh cekaman garam dapat menurunkan penyerapan nitrogen, kalium dan phosphor. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk H_4^+ (ammonium) dan NO_3^- (nitrat). Terbatasnya ketersediaan karbohidrat akan menurunkan penyerapan NH_4^+ . Banyaknya ion Cl^- yang diserap oleh akar tanaman menyebabkan rendahnya penyerapan kation lain seperti NO_3^- . Hal inilah yang menyebabkan volume akar eceng gondok menjadi lebih rendah jika ditumbuhkan pada media salin.

Tidak munculnya anakan pada eceng gondok yang ditumbuhkan pada media salin disebabkan ketidakseimbangan ion pada akar. Konsentrasi NaCl pada media menyebabkan akumulasi ion Na^+ yang berlebihan sehingga akan merusak permeabilitas dinding sel dengan cara menggantikan ion Ca^+ di dinding sel akar. Rosmarkam dan Yuwono (2001) menyatakan bahwa kalsium berperan sebagai penguat dinding sel, meningkatkan pembelahan sel di daerah meristem, membantu

penyerapan nitrat dan mengatur ketersediaan air dalam sel. Sehingga berkurangnya kalsium menyebabkan pertumbuhan akar terhambat. Perlakuan NaCl juga mempengaruhi sintesis hormone giberelin pada akar. Berkurangnya GA akan menghambat pembentukan tunas baru. Pessarakli (1991) menegaskan bahwa tanaman dalam keadaan stres air menunjukkan penurunan GA yang sangat cepat.

Beragamnya hasil berat kering tajuk eceng gondok menunjukkan adanya pengaruh salinitas terhadap perkembangan daun eceng gondok. Kandungan NaCl pada media tumbuh menyebabkan penurunan turgor sel sehingga stomata menutup. Fitter dan Hay (1992) dalam Sari dkk. (2006) menyatakan bahwa penurunan stomata pada daun akan memotong suplai CO₂ ke sel-sel mesofil sehingga fotosintesis terhambat dan fotosintat yang terbentuk sedikit. Pada awal perkembangan daun, fotosintat ditahan untuk mengembangkan daun secara cepat. Setelah daun berkembang penuh dengan kandungan pati yang tinggi maka fotosintat akan ditranslokasi ke daun-daun yang lebih muda. Sehingga ketersediaan sejumlah asimilat sangat mempengaruhi pembentukan daun. Hal ini jugalah yang memicu semakin rendahnya berat kering tajuk pada eceng gondok yang ditumbuhkan pada media salin.

Beberapa proses fisiologis dan biokimia terlibat dalam mekanisme toleransi dan adaptasi tanaman terhadap salinitas. Sebagai contoh (i) cekaman garam menginduksi akumulasi senyawa organik spesifik di dalam sitosol sel yang dapat bertindak sebagai osmoregulator; (ii) tanaman juga dapat mencegah akumulasi Na dan Cl dalam sitoplasma melalui eksklusi Na dan Cl ke lingkungan

eksternal (media tumbuh); (iii) kompartementasi ke dalam vakuola atau mentranslokasi Na dan Cl ke jaringan-jaringan lain (Marchner, 1998). Tanaman dapat menghindari terjadinya ketidakseimbangan hara atau keracunan dengan empat cara, yaitu: eksklusi, ekskresi, sekresi dan dilusi. Eksklusi terjadi secara pasif dengan adanya dinding sel yang tidak permeabel terhadap garam atau ion-ion dari garam tersebut. Ekskresi dan sekresi merupakan pemompaan ion secara aktif masing-masing ke luar tanaman dan ke dalam vakuola. Sedangkan dilusi dapat terjadi dengan adanya pertumbuhan yang cepat. Hal ini disimpulkan dari hasil analisis bahwa bagian yang tumbuh cepat mengandung Na^+ dan Cl^- lebih rendah dari bagian yang tumbuh lambat (Levitt, 1980).

Terganggunya pertumbuhan eceng gondok dapat dipengaruhi oleh terhambatnya penyerapan hara pada tumbuhan tersebut. Hal ini terjadi karena adanya interaksi antagonis oleh ion Na dan Cl yang ada pada garam terhadap hara yang dibutuhkan oleh eceng gondok. Menurut Salisbury and Ross (1995) bahwa masalah potensial lainnya bagi tanaman pada daerah tersebut adalah dalam memperoleh K^+ yang cukup. Masalah ini terjadi karena ion natrium bersaing dalam pengambilan ion K^+ . Tingginya penyerapan Na^+ akan menghambat penyerapan K^+ . Menurut Grattan and Grieve (1999) dalam Yildirim, Taylor and Spittler (2006), salinitas yang tinggi akan mengurangi ketersediaan K^+ dan Ca^{2+} dalam larutan tanah dan menghambat proses transportasi dan mobilitas kedua unsur hara tersebut ke daerah pertumbuhan tanaman (growth region) sehingga akan mengurangi kualitas pertumbuhan baik organ vegetatif maupun reproduktif. Salinitas tanah yang tinggi ditunjukkan dengan kandungan ion Na^+ dan Cl^- tinggi

akan meracuni tanaman dan meningkatkan pH tanah yang mengakibatkan berkurangnya ketersediaan unsur-unsur hara mikro (FAO, 2005).

Demikian pula dengan hasil penelitian Yousfi, Wissal, Mahmoudi, Abdelly and Gharsally (2007) bahwa salinitas menyebabkan penurunan secara drastis terhadap konsentrasi ion Fe di daun maupun akar pada tanaman gandum. Penurunan tersebut disebabkan karena berkurangnya penyerapan Fe pada kondisi salinitas tinggi.

Dari hasil uji $BNJ_{0,01}$ Pada beberapa parameter pengamatan juga terlihat ada beberapa perlakuan yang tidak memberikan pengaruh salinitas. Misalnya tinggi tanaman, tumbuhan kontrol tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan 0.5 % dan 1 %. Begitu juga dengan berat kering tajuk, data yang diperoleh menunjukkan bahwa salinitas tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada perlakuan 0.5 %, 1 %, dan 1.5 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada beberapa hal tumbuhan eceng gondok mampu bertahan dan beradaptasi dari cekaman salin.

Tanaman dapat menghindari terjadinya ketidakseimbangan hara atau keracunan dengan empat cara yaitu: eksklusi, ekskresi, sekresi dan dilusi. Eksklusi terjadi secara pasif dengan adanya dinding sel yang tidak permeable terhadap ion-ion dari garam tersebut. Ekskresi dan sekresi merupakan pemompaan ion secara aktif masing-masing ke luar tanaman dan ke dalam vakuola. Dilusi dapat terjadi dengan adanya pertumbuhan yang cepat. Hal ini disimpulkan dari hasil analisis bahwa bagian yang tumbuh cepat mengandung Na^+ dan Cl^- lebih rendah dari bagian yang tumbuh lambat (Levitt, 1980).

Menurut Levitt (1980) tanaman dapat toleran terhadap NaCl karena mempunyai kemampuan menahan pengaruh racun dari NaCl dan ketidakseimbangan hara. Toleransi terhadap defisiensi K^+ dapat dimiliki tanaman yang mampu memanfaatkan Na^+ untuk menggantikan sebagian K^+ yang dibutuhkan. Johnson (1991) menambahkan bahwa toleransi pada garam nampaknya berhubungan dengan ketidakmampuan tanaman yang rentan untuk mengurangi pengangkutan ion Na^+ dan Cl^- ke pucuk. Mekanisme morfologi tanaman terhadap ketahanan salinitas dapat dilihat dari ukuran daun lebih kecil, jumlah stomata lebih sedikit, berkurangnya diferensiasi dan perkembangan jaringan pembuluh. Mekanisme fisiologis adalah kemampuan tanaman menyesuaikan diri terhadap tekanan osmotik yang mencakup penyerapan maupun akumulasi ion-ion dan sintesis senyawa organik, mengatur konsentrasi garam dalam sitoplasma melalui transport membran, dan ketahanan relatif membran dalam mengatur transfer ion dan solut lainnya dari sitoplasma dan vakuola serta organel lainnya (Mass dan Hofmann, 1998).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan salinitas yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan eceng gondok.
2. Tumbuhan eceng gondok tidak dapat tumbuh dengan baik pada media yang diberi perlakuan salin 0.5 %, 1 %, 1.5 %, 2 %, dan 2.5 %.
3. Tingkat salinitas yang paling menghambat pertumbuhan adalah perlakuan kadar garam 2,5 % dimana eceng gondok mati pada umur 5 hari setelah perlakuan.

5.2 Saran

Untuk pengendalian eceng gondok dapat dilakukan dengan pemberian salin pada tumbuhan eceng gondok. Eceng gondok yang tumbuh pada daerah aliran sungai dapat dikendalikan dengan membiarkannya hanyut ke daerah muara dengan kadar garam mulai dari 0,5%.

Diharapkan pada penelitian selanjutnya tentang pengendalian eceng gondok, dapat ditemukan formula atau kiat yang dapat mempermudah proses pengendalian eceng gondok.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, I., S.M.A. Basra, dan A. Iqbal. 2005. *The effects of seed soaking with plant growth regulators on seedling vigor of wheat under salinity stress*. *J. Stress. Physiol. Biochem.* 1
- Artati EK. Dan Fadillah. 2006. *Delignifikasi dengan proses Organosolv*. <http://www.sirine.uns.ac.id/penelitian.php?act=detail&idp:347> [6 September 2012].
- Arzie, D. 2011. *Pengujian toleransi genotipe padi (Oryza sativa L.) Terhadap salinitas pada stadia perkecambahan*. Departement Agronomi dan Hortikultura, IPB, Bogor.
- Ashraf, M. and M.R. Foolad. 2005. *Pre-sowing seed treatment – a shotgun approach to improve germination, growth and crop yield under saline and non-saline conditions*. *Adv. Agron.* 88:223-271.
- Desai, B.B., P.M. Kotecha, and D.K. Salunkhe. 1997. *Seed Handbook: Biology, Production, Processing and Storage*. Marcel Dekke Inc. New York. USA
- Doorenbos, J., A.H. Kassam, and C.I.M. Bentvelsen. 1979. *Yield Response to Water*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2005. *20 Things on salinity*. <http://www.fao.com>. [22 Juni 2013]
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1992, *Fisiologi Lingkungan Tanaman* UGM Press. Yogyakarta.
- Flowers, T. J. 2004. *Improving crop salt tolerance*. *J. Exp. Bot.* 55(396):307-319.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Greenway, H. and R. Munns, 1980. *Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes*. *Plant Physiol* 31:149-190.
- Hakim. 1986. *Fisiologi Tanaman*. Penerbit Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Haryadi, S. S. dan S. Yahya. 1988. *Fisiologi Stress Lingkungan*. PAU IPB, Bogor.
- Hutabarat S. dan Stewart M.E., 2000, *Pengantar Oseanografi*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.

- Jamil, M., and E.S. Rha. 2007. *Gibberellic Acid (GA3) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress*. Pak. J. Biol. Sci. 10(4):654-658.
- Johnson, R.E. 1991. *Salinity resistance, water relations, and salt content of crested and tall whetgrass accessions*. Crop Sci. 31
- Kim, H. T. 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah (diterjemahkan dari: Principles of Soil Chemistry, penerjemah: H. G. Didiek, dan R. Bostang)*. Penerbit Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Levitt, J. 1980. *Responses of Plant to Environmental Stresses*. 2nd Edition. Academic Press. New York.
- Mass, E.V. and G.J. Hofmann. 1998. *Crop salt tolerance – current assessment*. Journal Irrigation Divison. 2
- Marianto, Lukito Adi. SP. 2003, *Tanaman Air*, Agro Media Pustaka
- Marschner, H. 1998. *Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition*. Academic Press. London.
- Maysara Ulfa, 2010, Skripsi, *Perkembangan Populasi Ikan Gabus Pada Berbagai Kepadatan Populasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) di Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo*, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Mukti M.A., 2008, Tugas Akhir, *Penggunaan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Pre-Treatment Pengolahan Air Minum Pada Air Selokan Mataram*, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Pangaribuan, N. 2001. *Hardening dalam Upaya Mengatasi Efek Salin pada Tanaman, Bayam (*Amaranthus sp*)*. www.ut.ac.id/imst/nurmala/hardening.htm. [14 Juli 2013]
- Pasaribu G. Dan Sahwalita. 2007. *Pengelolaan Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Kertas Seni*. <http://www.dephut.go.id/files/Gunawan.pdf>. [6 September 2012]
- Pessarakli, M. 1991. *Dry matter yield, nitrogen-15 absorption, and water uptake by green bean under sodium chloride stress*. Crop Sci. 31:1633-1640.
- Pratama, G.S. 2010. *Analisis Respon Toleransi Padi Nipponbare Transgenik terhadap Salinitas Tinggi*. Skripsi. Departemen Biokimia, Institut Pertanian. Bogor.

- Rahmaningsih H.D., 2006. Skripsi, *Kajian Penggunaan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Pada Penurunan Senyawa Nitrogen Efluen Pengolahan Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rahmawati. 2006. *Status perkembangan dan perbaikan genetik padi menggunakan teknik transformasi Agrobacterium*. Agrobiogen 2
- Rosmarkam, A dan N.M Yuwono. 2001. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3*. Penerbit ITB. Bandung
- Samadi. B. 2007. *Kentang dan Analisis Usahatannya*. Kanisius. Yogyakarta
- Sari, H.C., S. Darmanti, dan E.D. Hastuti. 2006. *Pertumbuhan tanaman jahe emprit (*Zingiber officinale* Var. *Rubrum*) pada media tanam pasir dengan salinitas yang berbeda*. Buletin Anatomi dan Fisiologi 14(2) Sastroutomo, 1991, *Ekologi Gulma*, Gramedia, Jakarta.
- Sastroutomo, S. S. 1991. *Ekologi Gulma*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Sipayung, R. 2006. *Stres garam dan mekanisme toleransi tanaman*. Hayati 5
- Suin, N.M., 2002. *Metoda Ekologi*, Universitas Andalas, Padang.
- Suwarno. 1985. *Pewarisan dan Fisiologi Sifat Toleran terhadap Salinitas pada Tanaman Padi*. Disertasi. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tarigan Amid S., 1996, *Pengaruh Salinitas Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Bermikoriza*. Jurusan Budidaya Pertanian, IPB, Bogor
- Tjitrosomo.S.S., 1983 *Botani Umum II*, Angkasa, Bandung.
- Yildirim, E., A.G. Taylor and T.D. Spittler. 2006. *Ameliorative Effects of Biological Treatments on Growth of Squash Plant Under Salt Stress*. Scientia Horticulturae 111 (2006) 1-6. Elsevier. <http://www.sciencedirect.com> [6 Agustus 2013]
- Yuniati, R. 2004. *Penapisan galur kedelai *Glycine max* (l.) Merrill toleran terhadap NaCl untuk penanaman di lahan salin*. Makara Sains 1
- Yousfi, S., M.S. Wissal, H. Mahmoudi, C. Abdelly and M. Gharsally. 2007. *Effect of Salt on Physiological Responses of Barley to Iron Deficiency*. *Journal of Plant Physiology and Biochemistry*. Elsevier. <http://www.sciencedirect.com> [13 Agustus 2013]

Zhou, J., X. Wang, Y. Jiao, Y. Qin, X. Liu, K. He, C. Chen, L. Ma, J. Wang, L. Xiong, Q. Zhang, L. Fan, and X.W. Deng. 2007. *Global genome expression analysis of rice in response to drought and high salinity stresses in shoot, flag, leaf, and panicle*. *Plant Mol Biol* 63:

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1a. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)

Perlakuan	Kelompok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
S0	16.65	16.60	16.55	15.80	65.60	16.40
S1	16.10	16.00	14.90	15.70	62.70	15.68
S2	15.70	15.50	15.05	14.15	60.40	15.10
S3	15.50	13.90	14.35	14.55	58.3	14.58
S4	15.15	13.75	13.45	13.50	55.85	13.96
S5	14.25	12.70	13.65	13.40	54.00	13.50
Jumlah	93.35	88.45	87.95	87.10	356.85	89.21

Tabel Lampiran 1b. Sidik ragam Rata-rata Tinggi Tanaman

SK	DB	JK	KT	F. HIT	F. TABEL	
					0.05	0.01
Kelompok	3	3.9595	1.3198	5.8791**	3.287	5.417
Perlakuan	5	23.3172	4.6634	20.7732**	2.901	4.556
Galat	15	3.3674	0.2245			
Total	23	30.6441				

KK 7.73 %

Keterangan : **= Sangat nyata, * = Nyata, tn= Tidak nyata

Tabel Lampiran 2a. Rata-rata Jumlah Daun (Helai)

Perlakuan	Kelompok				Jumlah	Rata2
	I	II	III	IV		
S0	9	8	8	7.5	32.5	8.13
S1	7.5	6.5	7	6	27	6.75
S2	6.5	5.5	5.5	6	23.5	5.88
S3	5.5	5	5.5	5	21	5.25
S4	5.5	5	4.5	5	20	5.00
S5	5	4.5	4	5	18.5	4.63
Jumlah	39	34.5	34.5	34.5	142.5	35.63

Tabel Lampiran 2b. Sidik Ragam Rata-rata Jumlah daun

SK	DB	JK	KT	F. HIT	F. TABEL	
					0.05	0.01
Kelompok	3	2.5313	0.8438	6.2308	3.287	5.417
Perlakuan	5	34.0938	6.8188	50.3538	2.901	4.556
Galat	15	2.0313	0.1354			
Total	23	38.6563				

KK 6.198 %

Keterangan : **= Sangat nyata, * = Nyata, tn= Tidak nyata

Tabel Lampiran 3a. Rata-rata Volume akar (ml)

Perlakuan	Kelompok				Jumlah	Rata2
	I	II	III	IV		
S0	39	34	32.5	33	138.5	34.63
S1	27.5	21	19.5	22	90	22.50
S2	21	19	19.5	19	78.5	19.63
S3	16.5	13	13	16	58.5	14.63
S4	15.5	10	10.5	13	49	12.25
S5	12.5	9	9.5	10.5	41.5	10.38
Jumlah	132	106	104.5	113.5	456	114

Tabel Lampiran 3b. Sidik Ragam Volume akar

SK	DB	JK	KT	F. HIT	F. TABEL	
					0.05	0.01
Kelompok	3	79.75	26.5833	17.1505**	3.287	5.417
Perlakuan	5	1583.50	316.7000	204.3226 **	2.901	4.556
Galat	15	23.25	1.5500			
Total	23	1686.50				

KK 6.55 %

Keterangan : **= Sangat nyata, * = Nyata, tn= Tidak nyata

Tabel Lampiran 4a. Rata-rata Berat Kering Tajuk (gram)

Perlakuan	Kelompok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
S0	4.65	1.55	2.35	1.7	10.25	2.56
S1	2.4	0.8	1.25	1	5.45	1.36
S2	1.85	0.85	1.2	0.9	4.8	1.20
S3	1.4	1.15	0.9	0.85	4.3	1.08
S4	1.35	1.1	0.75	0.65	3.85	0.96
S5	1.05	0.65	0.7	0.6	3	0.75
Jumlah	12.7	6.1	7.15	5.7	31.65	7.91

Tabel Lampiran 4b. Sidik ragam Rata-rata Berat Kering Tajuk

SK	DB	JK	KT	F. HIT	F. TABEL	
					0.05	0.01
Kelompok	3	5.2803	1.7601	7.1494**	3.287	5.417
Perlakuan	5	8.2909	1.6582	6.7355**	2.901	4.556
Galat	15	3.6928	0.2462			
Total	23	17.2641				

KK 37.62 %

Keterangan : **= Sangat nyata, * = Nyata, tn= Tidak nyata

Tabel Lampiran 5a. Rata-rata Berat kering Akar (gram)

Perlakuan	Kelompok				Jumlah	Rata2
	I	II	III	IV		
S0	2.30	1.60	1.80	1.65	7.35	1.83
S1	1.65	1.20	1.25	1.10	5.20	1.30
S2	1.20	0.80	1.10	0.95	4.05	1.01
S3	0.95	0.75	0.70	0.80	3.20	0.80
S4	0.90	0.55	0.55	0.65	2.65	0.66
S5	0.75	0.50	0.55	0.60	2.40	0.60
Jumlah	7.75	5.40	5.95	5.75	24.85	6.21

Tabel Lampiran 5b. Sidik Ragam Rata-rata Berat kering akar

SK	DB	JK	KT	F. HIT	F. TABEL	
					0.05	0.01
Kelompok	3	0.5511	0.1837	15.7940**	3.287	5.417
Perlakuan	5	4.3918	0.8784	75.5122**	2.901	4.556
Galat	15	0.1745	0.0116			
Total	23	5.1174				

KK 25.73 %

Keterangan : **= Sangat nyata, * = Nyata, tn= Tidak nyata

Tabel Lampiran 6a. Rata-rata Berat kering tumbuhan (gram)

Perlakuan	Kelompok				Jumlah	Rata2
	I	II	III	IV		
S0	6.95	3.15	4.15	3.35	17.6	4.40
S1	3.6	2	2.5	2.1	10.2	2.55
S2	3.5	1.65	2.3	1.85	9.3	2.33
S3	2.35	1.9	1.6	1.65	7.5	1.88
S4	2.25	1.65	1.3	1.3	6.5	1.63
S5	1.8	1.15	1.25	1.2	5.4	1.35
Jumlah	20.45	11.5	13.1	11.45	56.5	14.13

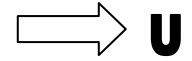
Tabel Lampiran 6b. Sidik Ragam Rata-rata Berat kering tumbuhan

SK	DB	JK	KT	F. HIT	F. TABEL	
					0.05	0.01
Kelompok	3	9.1838	3.0613	9.2789**	3.287	5.417
Perlakuan	5	23.9771	4.7954	14.5352**	2.901	4.556
Galat	15	4.9487	0.3299			
Total	23	38.1096				

KK 24.399 %

Keterangan : **= Sangat nyata, * = Nyata, tn= Tidak nyata

Gambar Lampiran 1. Denah Percobaan



ULANGAN 1		ULANGAN 2		ULANGAN 3		ULANGAN 4	
S4	S4	S3	S3	S0	S0	S3	S3
S2	S2	S0	S0	S5	S5	S1	S1
S5	S5	S4	S4	S4	S4	S2	S2
S0	S0	S1	S1	S2	S2	S5	S5
S1	S1	S2	S2	S3	S3	S0	S0
S3	S3	S5	S5	S1	S1	S4	S4



Gambar Lampiran 2. Pengambilan Anakan



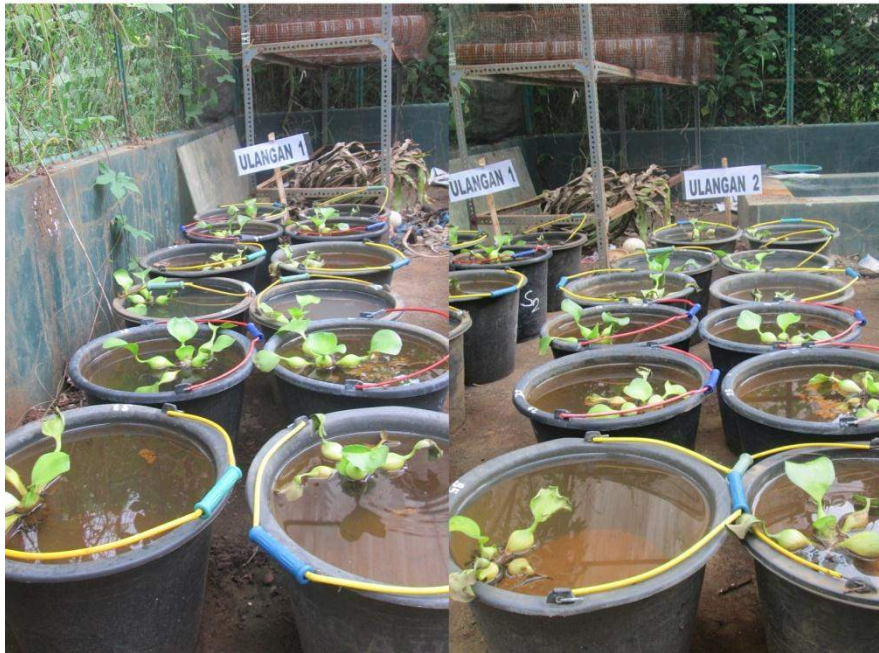
Gambar Lampiran 3. Seleksi Anakan Sebelum Diadaptasikan



Gambar Lampiran 4. Eceng Gondok pada Saat Diadaptasikan



Gambar Lampiran 5. Pembuatan Media Perlakuan



Gambar Lampiran 6. Tumbuhan Eceng Gondok 1 Hari Setelah Perlakuan



Gambar Lampiran 7. Tumbuhan Eceng Gondok Yang Mati Keracunan Salinitas



Gambar Lampiran 8. Kontrol Perlakuan