

## ANALISIS FITOKIMIA ENCENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DAN EFEKNYA SEBAGAI AGEN PHOTOREDUKSI Fe<sup>3+</sup>

Johnly A. Rorong<sup>1</sup> dan Edi Suryanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sam Ratulangi, Manado

Diterima 25-01-2010; Diterima setelah direvisi 17-02-2010; Disetujui 25-02-2010

### ABSTRACT

Rorong *et al.*, 2010. Phytochemical Analyzes of Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) and Its Effect as Fe<sup>3+</sup> Photoreduction Agen.

*Eichhornia crassipes* is a weeds to people. The objectives of this research were to analyze phytochemical content and photoreduction activity. Phytochemical content that analyzed were total phenolic, total flavonoid and condensed tannin. Photoreduction activity were done using reduction of Fe<sup>3+</sup> to Fe<sup>2+</sup>. The highest total phenolic, flavonoid and condensed tannin were extracted with water in leaves, 26.327, 3.191, 25.300 mg/kg respectively. Photoreduction activity of enceng gondok decreases Fe<sup>3+</sup> concentration from 9,111 to 1,500 ppm. Enceng gondok posses photoreduction activity because it has phenolic, flavonoid and condensed tannin content.

**Keywords** : Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*), phytochemical, photoreduction

### PENDAHULUAN

Negara Indonesia berlimpah dengan kekayaan akan hayati, hutan yang terbentang pada ribuan pulau mengandung berbagai jenis flora. Salah satu dari sekian banyak keanekaragaman flora di di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dapat mengembangkan perakaran di dalam lumpur pada air yang dangkal, serta memiliki kandungan senyawa-senyawa kimia adalah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*).

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang mengambang di permukaan air (gulma), memiliki daun yang tebal dan “gelembung” yang membuatnya mengapung. Gangguan yang diakibatkan oleh tanaman eceng gondok ini antara lain adalah eceng gondok dapat menyebar di area yang luas dan menutupi permukaan air, dapat mengurangi cahaya yang masuk ke dalam badan air, yang mengakibatkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut yang dalam air. Gangguan lain berupa pendangkalan akibat eceng gondok yang mati dan mengendap di dasar badan air, meningkatkan persaingan dengan tumbuhan lain. Selain itu juga mengurangi keindahan (Muladi, 2001). Di samping eceng gondok merugikan, juga memberikan manfaat bagi manusia, terutama bila kepentingan manusia terhadap tumbuhan tersebut bersifat subyektif. Adapun manfaat tanaman eceng gondok adalah sebagai berikut (1) dapat menambah kesuburan tanah terutama dalam hal bahan organik, (2) sebagai bahan industri kertas, (3) sebagai medium penanaman jamur merang, (4)

isolator logam-logam berat, (5) sebagai penghasil gas bio dan bahan kerajinan (Sukman dan Yakup, 2002).

Tanah merupakan campuran dari berbagai mineral, bahan organik dan air yang dapat mendukung kehidupan tanaman. Tanah umumnya mempunyai struktur yang lepas dan mendukung bahan-bahan padat dan rongga-rongga udara. Warna tanah dipengaruhi oleh adanya unsur Mn dan Fe, kandungan Mn pada tanah membuat tanaman berwarna coklat kehitaman sedangkan tanah berwarna merah kecoklatan merupakan tanah yang mengandung Fe atau basi. Bagian-bagian mineral dari tanah dibentuk dari batuan induk oleh proses-proses pelapukan fisik, kimia dan biologis. Susunan bahan organik tanah terdiri dari sisa-sisa biomas tanaman dari berbagai tingkat penguraian atau pembusukan (Achmad, 2004).

Ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat produksi suatu tanaman. Selain karbon, hidrogen, dan oksigen yang disuplai dari air dan udara merupakan unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman, ada tiga belas unsur lainnya yang dibutuhkan yang dikenal dengan unsur hara, yang dibagi atas 2 kelompok, yaitu 6 unsur hara makro yang meliputi nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium dan belerang; serta 7 unsur sebagai unsur hara mikro yang meliputi boron, tembaga, seng, molibdenum, klor, mangan dan besi (Foth, 1984). Ketersediaan unsur hara dalam tanah yang dimanfaatkan tumbuhan bergantung pada senyawa faktor atau humus dan pH tanah. Nilai

pH (keasaman) tanah merupakan faktor yang penting dalam mempengaruhi kelarutan unsur dalam tanah yang cenderung setimbang dengan fase padat.

Keasaman tanah yang tinggi akan berpengaruh terhadap ketersediaan beberapa unsur hara. Hal ini disebabkan tingginya kelarutan aluminium pada tanah asam, akan bersifat toksik bagi tanaman. Kadar nitrogen, fosfor dan kalium daun kedelai sangat berkurang dengan meningkatnya kejenuhan Al. Keracunan Al akan mengurangi penyerapan unsur hara, salah satunya adalah unsur besi. Besi memegang peranan dalam sistem enzim dan diperlukan untuk sintesis klorofil. Defisiensi Fe menimbulkan gejala daun tanaman berwarna kuning terang, yang lebih nyata terlihat pada daun yang lebih muda. Area di antara urat daun sebagian besar terpengaruh dan urat daun tetap berwarna gelap, kondisi ini disebut *klorosis* (Foth, 1984).

Secara umum tanaman mengambil ion  $Fe^{3+}$ , tetapi ion tersebut harus direduksi menjadi  $Fe^{2+}$ , paling tidak bila berasosiasi dengan suatu bahan faktor. Reaksi reduksi dan oksidasi terjadi pada hampir semua tanah, yang biasanya dikenal sebagai kondisi reaksi redoks tanah. Kondisi reaksi redoks tanah biasanya mempengaruhi stabilitas senyawa-senyawa mangan dan besi. Menurut Aiken *dkk.* (1985) bahan faktor dalam tanah dapat diklasifikasikan menjadi 3 fraksi yaitu: (1) humin, fraksi yang tidak larut dalam larutan asam maupun basa, (2) asam humat, fraksi yang larut dalam basa dan mengendap dengan pengasaman (3) asam fulvat, fraksi yang larut dalam larutan asam maupun dalam larutan basa.

Aiken *dkk.* (1985), mengindikasikan bahwa bahan faktor atau senyawa humat memiliki kemampuan untuk mereduksi beberapa ion logam teroksidasi. Dalam senyawa humat banyak terdapat gugus yang dapat dijadikan sebagai donor elektron, seperti gugus OH fenol dan gugus yang dapat berlaku sebagai akseptor elektron, yaitu gugus kuinon.

Sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu agar dapat memahami hubungan antara tanah yang berperan sebagai medium reaksi kimia tanah dan faktor-faktor yang berkaitan dengan kandungan fenolik, flavonoid dan tanin pada tumbuhan eceng gondok.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk Menganalisis kandungan total fenolik, flavonoid dan tanin dalam tumbuhan eceng gondok. Memperoleh informasi tentang ekstrak fenolik, flavonoid dan tanin dari tumbuhan eceng gondok dan kemampuannya berperan sebagai sensitizer alami dalam fotoreduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$ .

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Sampel yang digunakan adalah eceng gondok yang diperoleh dari Tondano Minahasa Utara. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini produksi E. Merck meliputi :

1. Pelarut untuk ekstraksi senyawa fenolik yaitu : akuades, metanol (20%, 40%, 60%, dan 80%)
2. Pereaksi untuk penentuan kandungan total fenolik yaitu : reagen Folin Ciocalteu 50%, natrium karbonat 2%
3. Pereaksi untuk penentuan kandungan total flavonoid yaitu : aluminium klorida 2% yang dilarutkan dalam metanol
4. Pereaksi untuk penentuan kandungan total tanin yaitu : vanillin 4%, metanol, asam klorida pekat

Bahan untuk larutan standar logam :  $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  25 mg/L dan 2,2 bipiridin 0,07%, bahan untuk kurva standar  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .

1. Ruang penyinaran berukuran 70 x 50 x 60 cm, yang dilengkapi dengan sumber cahaya fluoresen 80 watt
2. Peralatan penentuan kandungan total senyawa fenolik, flavonoid dan tanin yaitu : alat penggiling (*blender*), ayakan 40 mesh, vorteks, *rotary evaporator*
3. Peralatan analisis meliputi spektrofotometer UV-tampak

Peralatan penunjang seperti neraca analitik, alat-alat gelas meliputi : labutakar, tabung reaksi, batang pengaduk, Erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume, pipet mikro, corong gelas, gelas arloji, botol sampel, dan kertas saring.

### Pengambilan dan Persiapan Sampel

Tumbuhan eceng gondok diperoleh dari Tondano Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Tumbuhan eceng gondok yang digunakan sebagai sampel adalah daun, batang dan akar yang telah dikeringkan. Sampel kemudian digiling sampai berukuran 40 mesh kemudian disimpan pada suhu kamar.

### Ekstraksi Senyawa Fenolik, Flavonoid dan Tanin dari Tumbuhan Eceng Gondok

Sebanyak 5 gram serbuk eceng gondok diekstraksi secara maserasi dengan beberapa pelarut : 100 ml akuades panas, 100 ml metanol 20%, 40%, 60% dan 80% dalam erlenmeyer selama 24 jam, kemudian disaring. Setelah itu dilakukan evaporasi untuk memisahkan ekstrak dari pelarut. Filtrat yang

diperoleh dituangkan dalam wadah gelas arloji untuk menguapkan pelarut. Ekstrak pekat kemudian ditimbang dan dilarutkan kembali dengan metanol. Selanjutnya ekstrak disimpan pada suhu kamar sebelum dilakukan analisis dan pengujian aktivitas. Hasilnya dinyatakan dalam % rendemen per 5 g.

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{rendemen (g)}}{\text{berat ekstrak awal (g)}} \times 100\%$$

### Penentuan Kandungan Total Fenolik

Penentuan kandungan total fenol ekstrak ditentukan melalui uji Folin Ciocalteu (Conde, *et al.*, 1997). Larutan ekstrak sebanyak 0,1 mL dimasukan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambah 0,1 mL reagen Folin Ciocalteu 50%. Campuran tersebut divorteks selama 3 menit, lalu ditambah 2 mL larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%. Selanjutnya campuran diinkubasi dalam gelap selama 30 menit. Absorbansinya dibaca pada 750 nm dengan spektrofotometer. Hasilnya diplotkan terhadap kurva standar asam galat yang dipersiapkan dengan cara sama. Kandungan total fenol dinyatakan sebagai mg ekuivalen asam galat/kg ekstrak. Digunakan kurva standar asam galat dengan persamaan regresi :  $y = 0,0049x + 0,0605$ .

### Penentuan Kandungan Total Flavonoid

Prosedur penentuan kandungan flavonoid menggunakan metode Meda *et al.* (2005). 2 mL sampel ditambahkan dengan 2 mL aluminium klorida 2% yang telah dilarutkan dalam etanol, kemudian divorteks dan ditera pada  $\lambda$  415 nm. Kandungan total flavonoid dinyatakan sebagai ekuivalen kuersetin dalam mg/kg ekstrak. Kurva kalibrasi dipersiapkan pada cara yang sama menggunakan kuersetin sebagai standar dengan persamaan regresi :  $y = 0,0278x - 0,0022$ .

### Penentuan Kandungan Total Tanin

Kandungan tanin sampel ditentukan menurut metode Julkunen-Titto (1985). Sebanyak 0,1 mL larutan sampel dimasukkan dalam tabung reaksi yang dibungkus aluminium foil, lalu ditambahkan 2 mL larutan vanillin 4% (b/v) dalam metanol dan divorteks. Setelah itu ditambahkan 1 mL HCl pekat dan divorteks lagi. Absorbansi sampel dibaca pada panjang  $\lambda$  500 nm setelah campuran diinkubasi selama 20 menit pada suhu kamar. Kandungan tanin terkondensasi dinyatakan sebagai ekuivalen katekin dalam mg/kg ekstrak. Kurva kalibrasi dipersiapkan pada cara yang sama menggunakan katekin sebagai standar dengan persamaan regresi :  $y = 0,001x + 0,0037$ .

## Fotoreduksi Fe(III) Dengan Ekstrak Eceng Gondok

Pengaruh ekstrak eceng gondok terhadap fotoreduksi Fe(III) menggunakan metode Saragih (2002) yang dimodifikasi. Ekstrak eceng gondok 200 ppm diinteraksikan dengan 20 mL larutan logam NH<sub>4</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O pada konsentrasi 25 ppm yang dilarutkan di dalam akuades (larutan infus). Sampel diambil sebanyak 20 mL dan dimasukkan ke dalam botol serum berukuran 25 mL kemudian botol ditutup dengan sumbat karet. Sampel tersebut diletakkan ke dalam kotak cahaya fluoresen berdaya 80 watt selama 4 kali iluminasi yaitu 0, 1, 3, dan 5 jam. Setelah selesai penyinaran, dilakukan analisis kadar besi tereduksi. Eksperimen yang sama dilakukan tanpa ekstrak fenolik dan kemudian pada kondisi tanpa cahaya.

### Penentuan Kandungan Besi Tereduksi

Interaksi ekstrak eceng gondok dengan besi dievaluasi efeknya terhadap fotoreduksi ion Fe<sup>3+</sup>. Sampel 2 mL dicampur dengan 0,5 mL 2,2 biperidin 0,07% dan divortex selama 2 menit dan absorbansi sampel dibaca pada panjang  $\lambda$  520 nm dengan menggunakan spektroskopi UV-vis pada suhu kamar. Kandungan besi yang tereduksi dinyatakan sebagai mg/kg dengan kurva kalibrasi dipersiapkan dengan cara yang sama menggunakan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O sebagai standar dengan persamaan regresi :  $y = 0,009x + 0,012$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi Tumbuhan Eceng Gondok

Rendemen dari hasil ekstraksi sampel 5 g daun, batang dan akar tumbuhan eceng gondok, dengan 5 jenis pelarut yang berbeda sebanyak 100 ml dapat dilihat dalam tabel berikut:

**Tabel 1.** Hasil ekstrak pekat tumbuhan eceng gondok

Perlakuan	Rendemen (%) ekstrak eceng gondok			Warna
	Daun	Batang	Akar	
A	8.352	7.320	3.692	Coklat
M.20	8.136	6.720	2.264	Coklat
M.40	6.846	4.774	2.106	Coklat
M.60	6.478	4.120	2.074	Coklat
M.80	1.850	2.958	1.992	Coklat

Keterangan :

A = ekstrak eceng gondok dari pelarut akuades; M.20 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 20%; M.40 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 40%; M.60 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 60%; M.80 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 80%.

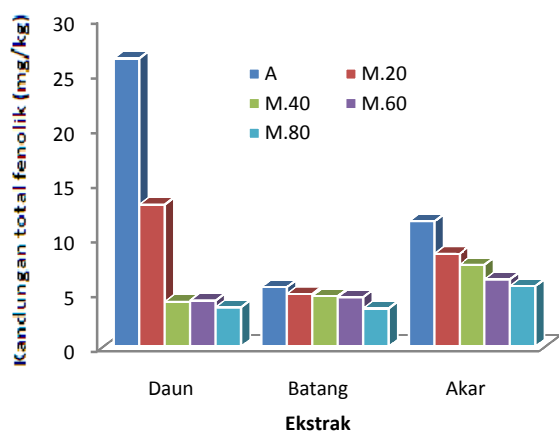
Dalam penelitian ini menggunakan metode ekstraksi maserasi yang umum terhadap tumbuhan. Sampel yang digunakan adalah daun, batang dan akar tumbuhan eceng gondok yang telah dikeringkan. Sampel tersebut digiling hingga halus dengan *blender*, dan diayak dengan ayakan ukuran 40 mesh. Bubuk halus yang diperoleh ditimbang sebanyak 5 g dan dimaserasi dengan 5 jenis pelarut polar yaitu akuades, metanol 20%, 40%, 60% dan 80% untuk mengetahui pelarut yang efektif menghasilkan jumlah tertinggi rendemen ekstrak dan kandungan total fenolik, flavonoid dan tanin. Maserasi dilakukan selama 24 jam, kemudian dilakukan penyaringan dengan kertas saring dan filtrat yang diperoleh dievaporasi untuk menguapkan pelarut dari ekstrak.

Rendemen terbanyak dihasilkan dari pelarut akuades pada daun tumbuhan eceng gondok. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa pelarut akuades yang dipanaskan adalah pelarut terbaik untuk mendapatkan hasil ekstrak terbanyak. Hal ini disebabkan senyawa fenol cenderung mudah larut dalam air karena umumnya komponen-komponen aktif secara biologis dari bahan organik berikatan dengan gula sebagai glikosida, dan biasanya terdapat dalam vakuola sel dan kelarutannya dalam air akan bertambah jika gugus hidroksil makin banyak (Achmad, 2004).

## Penentuan Kandungan Total Fenolik, Flavonoid dan Tanin

### Penentuan Kandungan Total Fenolik

Kandungan total fenolik dari ekstrak tumbuhan eceng gondok yang dihasilkan dari 5 jenis pelarut yang berbeda pada konsentrasi 100 ppm dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :



**Gambar 1.** Kandungan total fenolik dari 5 ekstrak tumbuhan eceng gondok (A = ekstrak eceng gondok dari pelarut akuades; M.20 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 20%; M.40

= ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 40%; M.60 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 60%; M.80 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 80%).

Dari Gambar 1 dapat dilihat dari 3 sampel ekstrak tumbuhan eceng gondok dengan 5 jenis pelarut berbeda kandungan total fenolik terbanyak terdapat pada ekstrak daun dan akar tumbuhan eceng gondok dengan pelarut akuades masing-masing mempunyai nilai rata-rata yaitu 26,327 mg/kg untuk daun dan 11,429 mg/kg untuk akar. Hal ini kemungkinan bisa disebabkan karena senyawa fenolik yang terdapat pada daun dan akar eceng gondok memiliki kepolaran yang lebih mendekati air. Jika dikaitkan dengan penerapan penelitian ini akan lebih bermanfaat karena air sangat baik untuk lingkungan dibandingkan dengan metanol. Sedangkan untuk batang eceng gondok memiliki kandungan fenolik jauh lebih rendah, dapat dilihat pada pelarut akuades memiliki angka 5,408 yang diikuti metanol. Kemungkinan disebabkan adanya faktor-faktor yang dapat menurunkan komponen fenolik untuk mendonorkan atom hidrogennya.

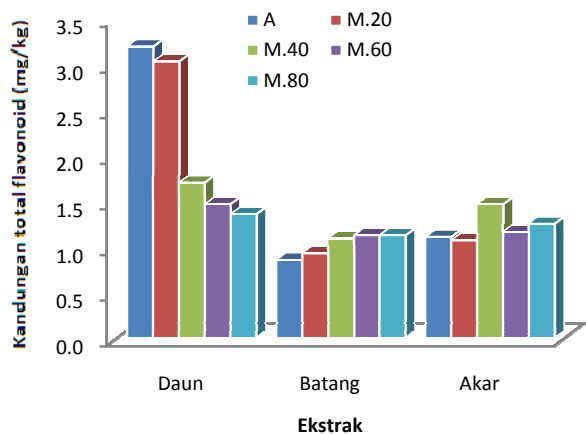
Penentuan kandungan total fenolik ini bertujuan untuk mengetahui potensi senyawa fenolik dari tumbuhan eceng gondok untuk mereduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$  dalam 3 sampel. Dalam penelitian ini, kandungan total fenolik dalam sampel ekstrak eceng gondok diukur dengan standar asam galat (mg/kg). Penggunaan asam galat sebagai standar dikarenakan senyawa ini mempunyai gugus hidroksil dan ikatan rangkap yang terkonjugasi pada masing-masing cincin benzene yang menyebabkan senyawa ini sangat efektif untuk membentuk senyawa kompleks dengan reagen folin-Ciocalteu, sehingga reaksi yang terjadi lebih sensitif dan intensif (Julkunen-Titto, 1985).

Kandungan total fenolik dalam sampel ditentukan berdasarkan kemampuan senyawa fenolik dalam ekstrak tumbuhan eceng gondok bereaksi dengan asam fosfomolibdat-fosfotungstat dalam reagen Folin-Ciocalteu (kuning) yang mengalami perubahan warna menjadi biru, semakin tua intensitas warna larutan menunjukkan kadar total fenol dalam sampel semakin besar (Shahidi, 1995 dalam Tombiling, 2009).

Tinggi rendahnya kandungan total fenolik dalam sampel ekstrak eceng gondok berhubungan langsung dengan aktivitasnya sebagai penyumbang elektron dalam fotoreduksi  $Fe^{3+}$ . Aiken *dkk.* (1985), mengindikasikan bahwa senyawa fenolik memiliki kemampuan untuk mereduksi beberapa ion logam teroksidasi. Dalam senyawa fenolik banyak terdapat gugus yang dapat dijadikan sebagai donor elektron, seperti gugus OH fenol.

## Penentuan Kandungan Total Flavonoid

Kandungan total flavonoid dari ekstrak tumbuhan eceng gondok yang dihasilkan dari 5 jenis pelarut yang berbeda pada konsentrasi 100 ppm dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Kandungan total flavonoid dari 5 ekstrak tumbuhan eceng gondok (A = ekstrak eceng gondok dari pelarut akuades; M.20 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 20%; M.40 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 40%; M.60 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 60%; M.80 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 80%).

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat kandungan total flavonoid terbanyak terdapat pada sampel daun A (ekstrak dari pelarut akuades). Hasil ini menunjukkan adanya hubungan yang positif antara kandungan flavonoid dengan kandungan fenolik dari kelima ekstrak daun tumbuhan eceng gondok. Dari hasil pengujian sampel berwarna kuning-oranye yang menunjukkan adanya senyawa flavonoid dalam sampel. Menurut Yen dan Duh (1994), makin cepat nilai absorbansi turun, makin potensial flavonoid tersebut dalam mendonorkan hidrogen.

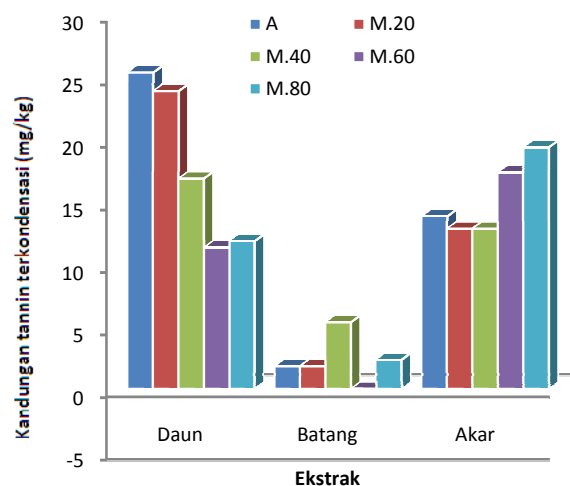
Namun lain halnya pada batang eceng gondok mengalami peningkatan tidak begitu besar pada akuades seiring bertambahnya pelarut metanol. Sedangkan pada akar eceng gondok memiliki nilai tertinggi pada M.40 jika dibandingkan dengan pelarut akuades dan pelarut metanol lainnya ternyata memiliki kesamaan aktivitas yaitu sama-sama meningkat dengan tingkat selisih yang tidak signifikan. Dalam penelitian ini, kandungan total flavonoid dalam sampel ekstrak eceng gondok diukur dengan standar kuersetin (mg/kg).

Flavonoid dapat mengamankan sel dari senyawa oksigen reaktif (ROS) dan mampu mengkhelat Fe. Komponen organik tersebut dapat berfungsi sebagai

agen pengkhelat Fe karena adanya satu gugus karboksil dan satu gugus fenolik atau dua gugus karboksil yang berdekatan bereaksi dengan ion Fe membentuk suatu kompleks yang stabil.

## Penentuan Kandungan Total Tanin

Kandungan total tanin dari ekstrak tumbuhan eceng gondok yang dihasilkan dari 5 jenis pelarut yang berbeda pada konsentrasi 100 ppm dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini :



**Gambar 3.** Kandungan total tanin dari 5 ekstrak tumbuhan eceng gondok (A = ekstrak eceng gondok dari pelarut akuades; M.20 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 20%; M.40 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 40%; M.60 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 60%; M.80 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 80%).

Penentuan kandungan total tanin dinyatakan sebagai milligram katekin per kilogram ekstrak. Hasil yang didapatkan sejalan dengan uji fenolik dan flavonoid, di mana sampel yang mengandung total tanin paling tinggi terdapat pada sampel daun (pelarut akuades) yaitu 25,300 diikuti sampel M.20 yaitu 23,800 mg/kg. Hal ini dikarenakan pada daun terdapat dinding sel yang banyak mengandung selulosa yang merupakan senyawa karbohidrat, yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa oleh asam. Grafik terlihat menurun pada M.40, M.60 sedangkan M.80 mengalami kenaikan dengan selisih 0,5%. Senyawa tanin merupakan metabolit sekunder yang memiliki karakteristik rasa sepat dan berwarna coklat serta secara alamiah larut dalam air membentuk kompleks polifenol sehingga ekstrak daun eceng gondok dengan pelarut akuades dan M.20 mengandung tanin yang lebih banyak dibandingkan dengan 3 pelarut lainnya

yang mengandung methanol  $\geq 40\%$ . Namun lain halnya pada batang eceng gondok dengan M.60 tidak menunjukkan adanya kandungan tanin yang terdeteksi, ini dilihat dari hasil yang didapat yaitu -0.196, sehingga untuk batang eceng gondok hanya memiliki kandungan tanin yang rendah. Dan berbanding terbalik pada akar eceng gondok memiliki kandungan tanin yang paling tinggi dimulai dari M.80 hingga grafik terlihat mulai menurun pada M.60, M.40, M.20 hingga akuades.

### Efek Ekstrak Tumbuhan Eceng Gondok Terhadap Fotoreduksi $\text{Fe}^{3+}$ Yang Diinduksi Sumber Cahaya Fluoresen

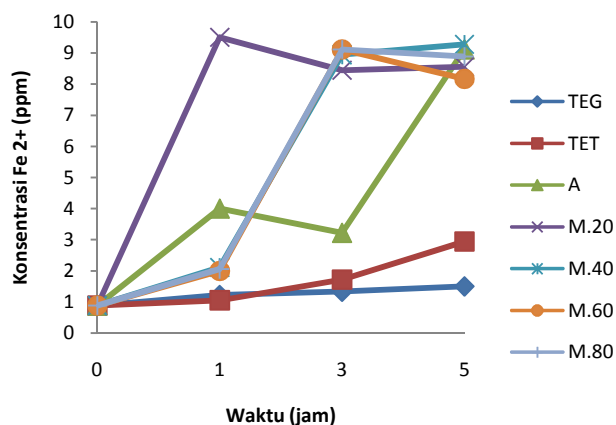
Pengaruh ekstrak eceng gondok terhadap fotoreduksi  $\text{Fe(III)}$  dapat dilihat dari pembentukan  $\text{Fe(II)}$  sebagai hasil reduksi. Fotoreduksi dilakukan untuk mempercepat reaksi reduksi yang diinginkan. Dalam penelitian ini digunakan sumber cahaya dari fluoresen yang berdaya 80 watt untuk mempercepat reduksi  $\text{Fe(III)}$  dengan konsentrasi ekstrak eceng gondok 200 ppm.

#### Cahaya Fluoresen

### Fotoreduksi $\text{Fe}^{3+}$ Yang Diinduksi Pada Sampel Daun Tumbuhan Eceng Gondok

Dari hasil kandungan total senyawa fenolik, flavonoid dan tanin pada daun tumbuhan eceng gondok kandungan senyawa fenolik terbanyak adalah ekstrak dengan pelarut akuades. Hal ini memungkinkan ekstrak pada pelarut akuades adalah ekstrak yang memiliki kemampuan terbesar dalam eksperimen fotoreduksi yang dilakukan. Gambar 4 menunjukkan konsentrasi  $\text{Fe}^{2+}$  yang terbentuk setelah dilakukan penambahan ekstrak tumbuhan daun eceng gondok terlabih setelah dilakukan pencahayaan dengan waktu tertentu. Dari gambar terlihat ekstrak dari pelarut akuades memiliki kemampuan untuk mereduksi  $\text{Fe}^{3+}$  menjadi  $\text{Fe}^{2+}$  dengan konsentrasi  $\text{Fe}^{2+}$  yang terbentuk setelah 5 jam dicahaya dengan sumber cahaya fluoresen berturut-turut adalah 9,111; 8,556; 9,278; 8,167; 8,889; 2,944 dan 1,500 ppm.

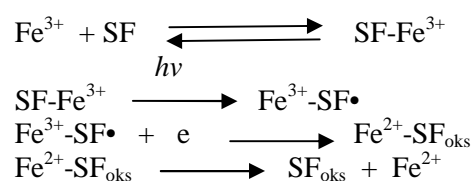
Ion  $\text{Fe}^{3+}$  dari larutan senyawa ammonium besi (III) sulfat (bening kekuningan) telah mengalami reduksi menjadi  $\text{Fe}^{2+}$  setelah penambahan ekstrak daun tumbuhan eceng gondok (kuning terang), hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan warna larutan menjadi kuning agak gelap. Perubahan warna menjadi lebih gelap. Perubahan warna menjadi lebih gelap (sekilas terlihat seperti ungu) semakin terlihat setelah larutan dicahaya.



**Gambar 4.** Efek ekstrak daun tumbuhan eceng gondok dengan konsentrasi 200 ppm terhadap fotoreduksi  $\text{Fe}^{3+}$  setelah disinari lampu *fluorescent* (A = ekstrak eceng gondok dari pelarut akuades; M.20 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 20%; M.40 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 40%; M.60 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 60%; M.80 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 80%)

Jika hasil fotoreduksi dengan adanya penambahan ekstrak dibandingkan dengan TEG terlihat perbedaan yang sangat signifikan. Hasil ini mengisyaratkan bahwa dengan adanya cahaya akan meningkatkan karakter ekstrak daun tumbuhan eceng gondok sebagai *sensitizer* dalam mereduksi  $\text{Fe}^{3+}$ .

Reduksi  $\text{Fe(III)}$  menjadi  $\text{Fe(II)}$  dengan adanya senyawa fenolik dari ekstrak daun tumbuhan eceng gondok dapat digambarkan dalam reaksi di bawah ini (Saragih 2002) :



Setelah dicahaya cuplikan sebanyak 2 ml diambil kemudian direaksikan dengan 2,2 bipiridin 0,07% membentuk kompleks warna orange-pink sehingga dapat dibaca oleh spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520nm.

Hasil ini memberikan masukan yang positif dalam pemanfaatan senyawa fenolik, flavonoid dan tanin dari daun tumbuhan eceng gondok sebagai pereduksi  $\text{Fe}^{3+}$ . Dimana  $\text{Fe}^{2+}$  fenolik merupakan kelat yang mantap sehingga besi terlindungi dari reaksi tanah dan akan mudah bermobilisasi dan diserap oleh tanaman (Buckman, 1982).

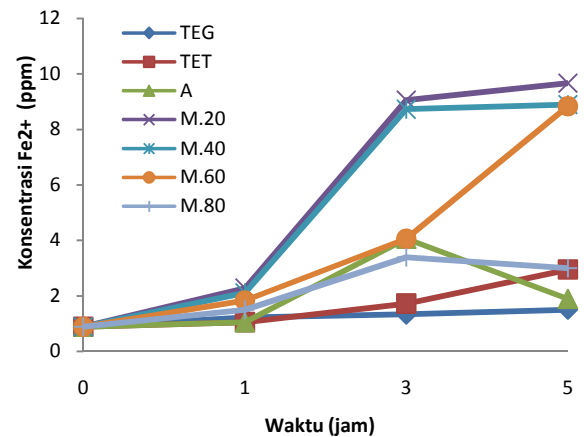
Dari grafik yang didapat tren  $Fe^{2+}$  terlihat naik tajam pada sampel M.20 dan air. Ini dikarenakan air di dalam sel-sel tanaman dipengaruhi oleh gaya serapan osmotik. Sel tanaman terdiri atas (1) dinding sel, memiliki kemampuan mengembang secara elastis, (2) protoplasma, berperan selaput yang semipermeabel sehingga air dapat melaluinya dengan bebas, sedangkan bahan-bahan terlarut serta bahan-bahan koloidal lainnya tertahan, dan (3) vakuola, berisi cairan sel dan beberapa bahan koloid. Kepekatan bahan-bahan terlarut dan bahan-bahan koloid dapat mereduksi aktivitas air di dalam sel (Soil Science Network, 1991).

Sampel dengan konsentrasi ekstrak 200 ppm yang dicahaya dengan lampu *fluorescent* yang mendapatkan konsentrasi  $Fe^{2+}$  tereduksi terbanyak. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengaruh panas yang dihasilkan oleh lampu tersebut lebih tinggi. Panas yang dihasilkan oleh sumber cahaya ini lebih banyak mengeksitasi elektron yang akan digunakan untuk mereduksi  $Fe^{3+}$  sehingga  $Fe^{2+}$  yang terbentuk lebih banyak.

Menurut Fessenden dan Fessenden (1997), panjang gelombang UV atau tampak bergantung pada mudahnya eksitasi elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk promosi elektronnya akan menyerap pada panjang gelombang yang pendek. molekul yang memerlukan energi yang lebih sedikit akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih panjang. Senyawa yang menyerap cahaya dalam daerah tampak (yakni senyawa berwarna) mempunyai elektron yang lebih mudah dipromosikan dari pada senyawa yang menyerap panjang gelombang UV yang lebih pendek. Mekanisme yang mungkin terjadi diyakini karena adanya spesies  $Fe(OH)^{2+}$  dalam larutan (Saragih, 2002).

### Fotoreduksi $Fe^{3+}$ Yang Diinduksi Pada Batang Tumbuhan Eceng Gondok

Gambar 5 menunjukkan fotoreduksi  $Fe^{3+}$  pada batang eceng gondok pada konsentrasi 200 ppm. Hasil yang ditunjukkan pada gambar 7, berturut-turut 9,667; 8,889; 8,833; 3,000; 1,889; 2,944 dan 1,500 ppm. Hasil konsentrasi  $Fe^{2+}$  tertinggi yaitu dari ekstrak batang tumbuhan eceng gondok yang paling tinggi adalah pelarut M.20 dan diikuti M.40, M.60 M.80. Diketahui bahwa metanol juga merupakan pelarut yang bersifat protik (dalam hal ini dapat berperan sebagai pemberi proton). Lakitan (1995), kandungan logam  $Fe^{2+}$  pada batang juga tinggi, hal ini disebabkan karena batang menyerap unsur hara beserta logam yang berasal dari xilem akar yang diangkut melalui daerah gabungan xilem akar dan batang.

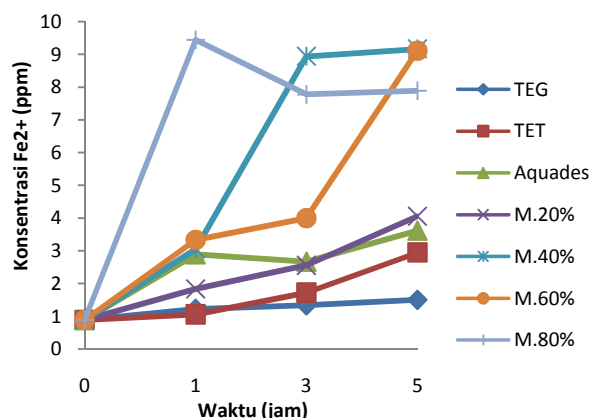


**Gambar 5.** Efek ekstrak batang tumbuhan eceng gondok dengan konsentrasi 200 ppm terhadap fotoreduksi  $Fe^{3+}$  setelah disinari lampu *fluorescent* (A = ekstrak eceng gondok dari pelarut akuades; M.20 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 20%; M.40 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 40%; M.60 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 60%; M.80 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 80%).

Aktivitas dari fotoreduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$  yang diinduksi cahaya 4000 lux mengalami peningkatan yang tidak begitu besar. Untuk pelarut air sendiri mengalami penurunan yang setara dengan larutan besi tanpa ekstrak tumbuhan eceng gondok keadaan terang (TET), sedangkan larutan tanpa ekstrak tumbuhan eceng gondok keadaan gelap (TEG) adalah paling rendah. Hal ini mungkin disebabkan adanya perubahan kandungan fenolik yang diakibatkan adanya cahaya sehingga dapat menurunkan kemampuan kandungan fenolik dari ekstrak batang tumbuhan eceng gondok untuk mengeksitasi elektronnya.

### Fotoreduksi $Fe^{3+}$ Yang Diinduksi Pada Akar Tumbuhan Eceng Gondok

Fotoreduksi  $Fe^{3+}$  pada akar tumbuhan eceng gondok pada konsentrasi 200 ppm. Konsentrasi  $Fe^{2+}$  yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan sampel ekstrak daun dan batang tumbuhan eceng gondok pada pembahasan sebelumnya, untuk pencahayaan pada ekstrak akar tumbuhan eceng gondok juga memperlihatkan hasil yang positif yaitu penambahan konsentrasi  $Fe^{2+}$  yang tereduksi seiring dengan meningkatnya waktu diinduksi terlihat pada Gambar 6..



**Gambar 6.** Efek ekstrak akar tumbuhan eceng gondok dengan konsentrasi 200 ppm terhadap fotoreduksi  $\text{Fe}^{3+}$  setelah disinari lampu *fluorescent* (A = ekstrak eceng gondok dari pelarut akuades; M.20 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 20%; M.40 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 40%; M.60 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 60%; M.80 = ekstrak eceng gondok dari pelarut metanol 80%.)

Pengujian aktivitas fenolik terhadap  $\text{Fe}^{3+}$  yang telah dicahaya adalah melihat pengaruh ekstrak dari tumbuhan eceng gondok terhadap kemampuan aktivitas  $\text{Fe}^{2+}$ . Tren angka naik juga terlihat berturut-turut adalah (M.40) 9,167; (M.60) 9,111; (M.80) 7,889; (M.20) 4,056; (A) 3,611; (TET) 2,944 dan (TEG) 1,500 ppm. Ini didasarkan pada hukum Hughes-Ingold dimana pengaruh pelarut prinsipnya membutuhkan waktu yang cepat kontribusi paling penting untuk solvasi, dan interaksi polar.

Hal ini mengindikasikan hanya dengan cahaya,  $\text{Fe}^{3+}$  mampu direduksi menjadi  $\text{Fe}^{2+}$ . Menurut Foth (1984), penyerapan ion di akar ini terjadi secara aktif dimana ion-ion masuk dari epidermis dan selanjutnya ditransportasikan ke sitoplasma atau sel-sel jaringan akar melewati epidermis masuk ke protoplas antar sel-sel jaringan akar yaitu kortek, endodermis, perisikel dan xilem.

Mekanisme yang mungkin terjadi menurut (Saragih, 2002), diyakini karena adanya spesies  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$  dalam larutan. Ion ferri hidroksida ini sensitif terhadap sinar dan mampu menyerap cahaya ultraviolet. Rendahnya efisiensi besi tereduksi pada radiasi larutan yang mengandung ferri hidroksida karena adanya reaksi balik antara produk  $\text{Fe}^{2+}$  cahaya dan radikal hidroksida. Reaksi yang dapat terjadi sebagai berikut :



Dari perbedaan perlakuan fotoreduksi dengan dan tanpa penambahan ekstrak akar tumbuhan eceng gondok menunjukkan bahwa keberadaan ekstrak dalam larutan  $\text{Fe}(\text{III})$  akan memperbesar efisiensi reduksi  $\text{Fe}(\text{III})$  secara signifikan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan, hasil kandungan fenolik ekstrak ekivalen dengan asam galat, kandungan total flavonoid ekstrak ekivalen dengan kuersetin serta kandungan total tanin menunjukkan daun, batang dan akar tumbuhan eceng gondok yang diekstrak dengan pelarut akuades memiliki kandungan fenolik, flavonid dan tanin tertinggi dibandingkan dengan pelarut metanol. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pelarut akuades merupakan pelarut paling tepat untuk mengekstrak. Dari data fotoreduksi yang ada, didapatkan informasi bahwa tumbuhan eceng gondok memiliki potensi dan mampu berperan sebagai sensitizer alami dalam fotoreduksi  $\text{Fe}^{3+}$  menjadi  $\text{Fe}^{2+}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. Kimia Lingkungan. Universitas Negeri Jakarta. Yogyakarta.
- Aiken, G. R., D. M. McKnight, R. L. Wershaw., and P. MacCarthy, 1985. "Humic Substances in Soil Sediment and Water : Geochemistry, Isolation, and Characterization", John Willey & Sons, New York.
- Buckman, H.O., and N. C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Terjemahan Soegiman. Bhrata Karya Aksara. Jakarta.
- Conde, E., E. Cadahia, M.C. Garcia-Vallejo, B.F.D. Simon, and J. R. G. Adrados.1997. Low Molecular Weight Polyphenol in Cork of *Quercus suber*. *J. Agric Food Chem.* (45): 2695-2700.
- Fessenden, R.J., dan J.S Fessenden. 1997. Kimia organik. Iiid 2, ed.ketiga. Erlangga, Jakarta.
- Foth, H.D., 1984, "Fundamental of Soil Science", Jhon Willey & Sons, New York.
- Julkunen-Tiitto, R. 1985. Phenolics Constituents in the Leaves of Northern Willows: Methods for the Analysis of Certain Phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 33: 213-217.
- Lakitan. 1995. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., Nacoulma, O. G. 2005. Determination of the Total Phenolic, Flavonoid, and Proline Contents in Burkina Fasan Money, as well as their Radical Scavenging Activity. *Food Chem.* 91: 571-577.
- Muladi, S. 2001. Kajian Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Industri dan Penyelamat Lingkungan Hidup di Perairan. Prosiding Seminar Nasional IV Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI). Samarinda.



Saragih, B.C. 2002. Isolasi asam humat dan aplikasinya sebagai sensitizer dalam fotoreduksi Fe(III), Program Pasca Sarjana, UGM, Yogyakarta.  
Soil Science Network (1991). "Kimia Tanah". DIKTI, (tidak dipublikasikan)

Tombiling, R. A, 2009. Aktivitas Antioksidan dari Sarang Semut (*Myrmecodia* sp) Yang Diperoleh Dari Beberapa Lokasi di Papua, Farmasi-UKIT, Manado.  
Yen, G.C. dan P. Duh. 1994. Antioxidative properties of Methanolic Extracts from Peanut Hulls. *J. Agric. Oil Chem. Soc.***70**:383-386.