

## Determination of Chlorophyll Levels of Water Kale Plants (*Ipomoea aquatica* Forks) Experiencing Nutrient Deficiencies

Sumiati<sup>1\*</sup>, M. Fatih Salsabila<sup>1</sup>, M Akmal Surur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia;

<sup>2</sup>Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia;

### Article History

Received : December 08<sup>th</sup>, 2022

Revised : December 30<sup>th</sup>, 2022

Accepted : January 09<sup>th</sup>, 2023

\*Corresponding Author:

**Sumiati,**

Universitas Islam Negeri  
Walisongo, Semarang, Jawa  
Tengah, Indonesia;

Email: [Sumiati@walisongo.ac.id](mailto:Sumiati@walisongo.ac.id)

**Abstract:** The effect of nutrient deficiency on plants can cause a decrease in plant growth and productivity. The decrease in biomass production is related to the decrease in photosynthesis rate caused by the inhibition of chlorophyll synthesis process. This study aims to determine the chlorophyll content of kale (*Ipomoea aquatica*) that experienced nutrient deficiencies. The type of research used is an experiment using a completely randomized design (CRD) with three replications. The treatment given was the provision of nutrient solutions: complete, -Ca, -S, -Mg, -K, -N, -P, Fe, -Micronutrients, distilled water and water. The solvent used for maceration was DMSO. The parameters observed were chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content of kale leaves. The results showed that the complete solution had the highest total chlorophyll content of 6.387 mg/L. While the distilled water solution has the lowest total chlorophyll content of 2.982 mg/L. The complete solution has all the nutrients needed by plants so that the growth and development process can run optimally, characterized by high chlorophyll content.

**Keywords:** chlorophyll; water spinach; nutritional deficiency

### Pendahuluan

Ketersediaan unsur hara yang cukup dalam media, menjadi factor penentu dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Pemberian pupuk atau hara yang tidak tepat berakibat pada pertumbuhan dan reproduksi tanaman yang tidak optimal, serta pemborosan tenaga dan biaya (Ruhnayat 2007). Kondisi lingkungan yang optimal diperlukan untuk mendukung kelangsungan hidup semua tanaman (Ruhnayat 2007). Kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan (optimal), tanaman akan mudah untuk mendapatkan suplai sumber unsur hara dan mineral sehingga menghindari terjadi kompetisi antar tanaman dalam mencukupi sumber makanannya.

Taraf kebutuhannya, nutrisi tumbuhan dibedakan menjadi 3 yaitu makronutrien, mikronutrien dan unsur ikutan (trace element).

Unsur hara makronutrien adalah unsur yang dibutuhkan dalam konsentrasi tinggi. Sedangkan unsur hara mikro hanya diperlukan dalam konsentrasi rendah. Unsur hara makronutrien terdiri dari N, P, K, Ca, Mg, dan S dan unsur hara mikronutrien meliputi Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, dan Cl (Susilawati, 2019).

Kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forks) termasuk salah satu jenis tanaman yang memiliki ketahanan toleransi terhadap ancaman yang cukup luas (Wang *et al.*, 2008). Pengaruh defisiensi nutrisi pada tanaman dapat menimbulkan penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta implikasi serius berupa kematian struktur jaringan dan berujung pada kematian tanaman pada jangka Panjang. Berkurangnya produksi biomasa berkaitan dengan menurunnya laju fotosintesis, yang disebabkan oleh terhambatnya proses sintesis klorofil (Kholidiyah, 2010).

Klorofil merupakan pigmen yang

terdapat pada tanaman dalam jumlah paling besar yang dialokasikan untuk aktivitas tanaman dengan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Pigmen ini juga yang mengakibatkan tanaman berwarna hijau. Klorofil paling banyak terdapat di bagian daun, sedangkan pada bagian akar, batang, bunga, buah dan biji terdapat klorofil dengan jumlah yang terbatas (Arrohmah, 2007).

Klorofil sangat bermanfaat bagi tubuh manusia yaitu membantu meningkatkan jumlah sel-sel darah, khususnya meningkatkan produksi hemoglobin dalam darah, meningkatkan system imunitas, membersihkan jaringan tubuh, dan melindungi DNA terhadap kerusakan (Hernes *et al.*, 2018). Klorofil yang dikonsumsi manusia bisa melindungi tubuh dari senyawa-senyawa karsinogenik, apabila makanan dan obat lainnya sudah tidak berfungsi lagi (Wignore, 1985). Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, penelitian tentang “Penentuan kadar klorofil tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forkss) yang mengalami defisiensi nutrisi” belum pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan klorofil pada tanaman yang kekurangan unsur hara.

## Bahan dan Metode

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rockwool, netpot, alumunium foil, plastik wrapping, kertas saring, kertas timbang, kertas label, tip, akuades, DMSO,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ , buffer, kertas pH,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan air. Sedangkan benih kangkung yang digunakan adalah benih kangkung merek INFARM.

### Metode

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan tiga kali. Perlakuan yang diberikan yaitu pemberian larutan nutrisi: komplit, -Ca, -S, -Mg, -K, -N, -P, Fe, -Mikronutrien, akuades dan air. Penentuan kadar

klorofil menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis.

### Preparasi benih kangkung

Benih kangkung dicuci dengan air mengalir sampai bersih, kemudian benih kangkung direndam. Buang benih kangkung yang mengapung karena benih tersebut tidak mampu berkecambah dan mengalami pertumbuhan yang lambat, dan selanjutnya benih kangkung ditiriskan

### Tahap semai

Benih kangkung di masukkan di dalam setiap lubang potongan rockwool. Setiap potongan rockwool di isi 3 atau 4 benih kangkung. Waktu penyemaian benih dilakukan sore hari sekitar pukul 16.00 - 17.00 WIB. Kemudian biarkan ditempat gelap selama 1 malam. Kondisi rockwool harus tetap lembab (tidak terlalu basah/kering), sehingga diperlukan pengecekan setiap hari. Tunggu semai dalam waktu  $\pm 2$  minggu. Pindahkan tanaman dilakukan setelah kangkung berdaun empat yang terdiri dari 2 daun lembaga dan 2 daun sejati atau sampai benih kangkung sudah tumbuh akar, batang dan daun. Pada tahap ini seleksi tanaman dilakukan, artinya hanya tanaman yang tumbuh bagus saja yang dipindahkan ke larutan nutrisi.

### Pemberian perlakuan larutan nutrisi pada tanaman kangkung

Pindahkan tanaman kangkung yang sudah berumur  $\pm 2$  minggu dengan cara memasukkan ke dalam netpot (rapikan akar terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam netpot agar akar tanaman mengarah kebawah netpot), kemudian letakkan netpot di dalam mulut botol percobaan. Tuang Larutan hara (sesuai formula/komposisi pada tabel) dan masukkan kedalam tiap botol percobaan sebanyak  $\pm 225 - 250$  ml (d disesuaikan dengan volume botol) sampai akar tanaman kangkung menyentuh larutan nutrisi. Letakkan tanaman kangkung di tempat yang terbuka (ruang terbuka ber-atap) dan terkena cukup sinar matahari. Periksa larutan setiap hari, jika larutan berkurang, maka tambahkan lagi dengan larutan nutrisi agar akar selalu menyentuh larutan. Larutan nutrisi diganti dengan larutan yang baru setiap satu minggu sekali selama 2 minggu

## Maserasi daun kangkung menggunakan DMSO (Hrscox and Israelstam. 1979)

Daun disuspensikan sebanyak 20 mg dalam tabung reaksi yang berisi 8 ml dimetil sulfoksida (DMSO). Tabung reaksi diinkubasi pada suhu 65°C selama 24 jam. Selanjutnya ambil filtratnya. Filtrat yang diperoleh ditambahkan dengan pelarut hingga volume mencapai 10 ml. Proses ini diikuti untuk semua perlakuan.

## Hasil dan Pembahasan

### Defisiensi nutrisi pada tanaman kangkung

Kebutuhan tanaman atas unsur hara tidak dapat digantikan oleh unsur lain. Kadar kebutuhan nutrisi setiap tanaman berbeda beda tergantung jenis dan umur tanaman. Pada tanaman yang kekurangan nutrisi untuk pertumbuhan maka akan mengalami defisiensi, yaitu keadaan dimana tanaman kekurangan unsur hara atau nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Kekurangan suatu unsur atau beberapa unsur hara akan mengakibatkan tanaman tidak tumbuh secara optimal (Sunardi *et al.*, 2013). Bahkan mengalami kematian muda yang ditandai oleh gejala-gejala awal pada bagian tanaman yang melakukan aktifitas fisiologis terbesar yaitu daun, seperti daun menguning, kering dan rontok.

Gejala defisiensi akan muncul sesuai dengan sifat dan jenis tanaman, sehingga dalam kejadian, banyak tanaman yang mengalami gejala secara cepat dan ada pula jenis tanaman yang lambat dalam menampilkan gejala visual kekurangan unsur hara. Tanaman kangkung yang diberi perlakuan aquades sebagai nutrisi pada pertumbuhannya memiliki gejala visual yaitu pertumbuhan tanaman kerdil dan daun berwarna hijau kekuningan, dan muncul bercak pada permukaan daun. Kekurangan unsur hara mineral merupakan factor utama penyebab gejala abnormal baik secara visual maupun pertumbuhannya. Tumbuhan memanfaatkan nutrisi dilingkungan untuk tumbuh dan berkembang. Ketersediaan nutrisi menjadi penting untuk pertumbuhan tumbuhan tersebut.

Unsur nitrogen memberikan peran penting dalam pertumbuhan tanaman, keadaan tanaman yang kerdil disebabkan oleh kandungan unsur N yang kurang dalam media. Fungsi utama N adalah

menyediakan gugus amino dalam asam amino. N juga diproduksi dalam nukleotida, dimana itu terjadi dalam struktur cincin purin dan pirimidin. Nukleotida berperan penting dalam homeostatis energi, sinyal dan regulasi protein. Selain itu N sangat penting dalam biokimia, banyak senyawa non-protein seperti koenzim, pigmen fotosintesis, metabolit sekunder dan poliamina. Pasokan yang cukup NO<sub>3</sub> disimpan dalam vakuola dimana secara signifikan berkontribusi pada generasi turgor (Orsel *et al.*, 2002).

Proses asimilasi N pada tumbuhan yaitu N perlu direduksi menjadi 3 keadaan valensinya (Orsel *et al.*, 2002). Dua enzim penting, nitrat reductase dan nitrit reductase memastikan bahwa bentuk umum di mana N adalah diambil dari (NO<sub>3</sub>) yang diubah menjadi ammonium. Reduksi nitrat dapat terjadi pada akar dan pucuk, tetapi dipisahkan secara spasial antara sitoplasma tempat reduksi nitrat terjadi pada plastida/kloroplas. Gejala defisiensi unsur nitrogen pada tanaman secara visual terlihat pertumbuhan tanaman terhambat, daun menguning (klorosis), pembuahan tidak sempurna (buah kerdil/kecil) dan cepat masak sebelum waktunya (Susilawati, 2019).



**Gambar 1.** Larutan Aquades (Dokumentasi pribadi)

Kekurangan unsur Phosphore (P) dan kalium (K) juga menyebabkan tanaman mengalami pertumbuhan yang terlambat dan kerdil. Tidak seperti N dan S, P tetap dalam keadaan teroksidasi. Sebagai P anorganik dapat ditemukan sebagai Pi terlarut (Orthophosphate) atau sebagai PP (Phosphophosphate). P organik terikat pada gugus hidroksil gula dan alcohol melalui esterifikasi. Peran penting P dalam banyak aspek seluler metabolisme juga terlihat dari sejumlah besar P yang disimpan dalam biji untuk memungkinkan perkembangan embrio, perkecambahan dan pertumbuhan bibit.

Defisiensi unsur P menyebabkan penurunan taraf fotosintesis yang cepat. Hal ini disebabkan peran penting P dalam fiksasi karbon yang melibatkan gula pospat. Hal ini menjadikan kandungan klorofil tanaman yang defisiensi unsur P memiliki jumlah kandungan total klorofil yang lebih sedikit.

$K^+$  dibutuhkan oleh tanaman untuk reaksi metabolisme karena berperan dalam mengaktifkan banyak enzim. Peran dominan  $K^+$  dalam penyediaan homeostatis turgor dan air terbukti dalam proses seperti transportasi zat terlarut yang didorong oleh tekanan tinggi di xilem dan floem. Contohnya termasuk perubahan bukaan stomata melalui pengambilan dan pelepasan. Oleh karena itu, pemberian  $K^+$  dan  $K^+$  sangat mempengaruhi homeostatis air tanaman.



**Gambar 2.** Larutan Kumplit (Dokumentasi pribadi)

Hasil berbeda ditunjukkan pada tanaman kangkung yang diberi perlakuan larutan hara komplit memiliki pertumbuhan tanaman normal dan warna daun hijau. Gejala visual merupakan sinya yang ditunjukkan oleh suatu tanaman tentang keadaan tumbuhan tersebut. Warna hijau segar, batang, besar, akar banyak dan kokoh merupakan penampakan visual yang menunjukkan kecukupan unsur hara di sekitar tanaman tersebut, sehingga proses pertumbuhan berjalan secara optimal. D'Amico-Damião et al., (2022) menjelaskan bahwa ketersediaan unsur di suatu lingkungan merupakan kondisi penting untuk meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, dan kualitas tanaman.

### Penampakan Fisik Tanaman Kangkung Dengan Perlakuan

Perlakuan larutan nutrisi yang diberikan pada tanaman kangkung memberikan dampak yang nyata pada fase tinggi suatu tanaman (Tabel 1). Perlakuan kumplit memiliki hasil rata-rata tinggi yang paling besar yaitu 32,83 cm. Sedangkan hasil rata-rata tinggi terendah terdapat pada larutan aquades, dan air. Ketersediaan unsur di suatu lingkungan merupakan kondisi penting untuk meningkatkan pertumbuhan, produktivitas, dan kualitas tanaman (D'Amico-Damião et al., 2022).

**Tabel 1.** Pertumbuhan tinggi tanaman kangkung

No.	Perlakuan Larutan Nutrisi	Tinggi Tanaman Ulangan ke-			Rata-rata Tinggi Tanaman
		1	2	3	
1	Komplit	34.50	32.50	31.50	32.83
2	Def.- Ca	30.00	26.50	27.00	27.83
3	Def- S	30.50	28.70	26.50	28.57
4	Def- Mg	32.50	28.00	27.50	29.33
5	Def- K	28.00	27.00	31.50	28.83
6	Def- N	14.50	13.50	13.00	13.67
7	Def- P	27.50	25.50	25.50	26.17
8	Def- Fe	34.00	30.50	30.50	31.67
9	Def- Mikronutrien	30.00	29.50	27.00	28.83
10	Aquades	11.00	11.00	11.00	11.00
11	Air	14.00	14.50	14.50	14.33

### Kadar total klorofil tanaman kangkung

Larutan kumplit memiliki nilai kandungan klorofil total paling tinggi yaitu 6,387 mg/L. Sedangkan pada larutan aquades memiliki total kandungan klorofil paling rendah yaitu 2,982 mg/L. hal ini disebabkan pada larutan kumplit,

nutrisi tanaman berupa zat hara dan mineral terpenuhi dengan cukup, sehingga proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat berjalan secara maksimal. Pertumbuhan yang baik ditandai dengan keadaan fisik tanaman yang sehat dan hijau. Berbeda dengan tanaman

pada larutan aquades yang mana memang dalam larutan ini hanya terdapat larutan aquades. Dimana kita ketahui bahwa aquades merupakan air murni yang tidak memiliki unsur mineral.

Larutan aquades, larutan defisiensi unsur N, Mg and Fe juga menunjukkan nilai total klorofil yang lebih rendah jika dibandingkan dengan larutan kumplit. Konsentrasi hara yang tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman dalam melaksanakan proses fisiologisnya, menyebabkan proses pertumbuhan dan perkembangan yang lambat dan secara visual

menunjukkan gejala abnormal dalam warna atau struktur (Maulana *et al.*, 2020). Fungsi utama N adalah menyediakan gugus amino dalam asam amino (Orsel *et al.*, 2002). N juga diproduksi dalam nukleotida, dimana itu terjadi dalam struktur cincin purin dan pirimidin. Nukleotida berperan penting dalam homeostatis energi, sinyal dan regulasi protein. Selain itu N sangat penting dalam biokimia, banyak senyawa non-protein seperti koenzim, pigmen fotosintesis, metabolit sekunder dan poliamina.

**Tabel 2.** Kandungan klorofil maserat daun kangkung menggunakan pelarut DMSO

No.	Perlakuan Larutan Nutrisi	Pelarut DMSO		Kandungan Klorofil (mg/L)		
		Rata – rata nilai absorbansi 645 nm	Rata - rata Nilai Absorbansi 663 nm	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil Total
1	Komplit	0.171	0.366	4.184	2.205	6.387
2	Def.- Ca	0.120	0.254	2.904	1.552	4.454
3	Def- S	0.122	0.253	2.881	1.611	4.491
4	Def- Mg	0.126	0.244	2.756	1.745	4.499
5	Def- K	0.115	0.228	2.590	1.565	4.154
6	Def- N	0.124	0.271	3.112	1.570	4.681
7	Def- P	0.115	0.251	2.883	1.450	4.332
8	Def- Fe	0.115	0.238	2.709	1.521	4.229
9	Def-Mikronutrien	0.130	0.301	3.477	1.567	5.043
10	Aquades	0.078	0.175	2.017	0.966	2.982
11	Air	0.093	0.174	1.959	1.323	3.281

Defisiensi unsur Mg pada larutan def-Mg, tentu akan berakibat pada kandungan total klorofil tanaman tersebut. Unsur Mg<sup>2+</sup> mungkin sangat dikenal karena posisi sentralnya di molekul klorofil, yang mana ia berkoordinasi secara kovalen dengan empat atom nitrogen dari cincin porfirin (Arrohmah,2007). Lebih lanjut Mg<sup>2+</sup> memiliki peran penting dalam fotosintesis, terutama dalam kapasitas mempromosikan reaksi terang di stroma.

Layaknya tembaga, besi juga memiliki peran penting dalam kehidupan. Besi dapat menjadi logam redok-aktif dan terlibat dalam fotosintesis, respirasi mitokondria, asimilasi nitrogen, biosintesis hormone (etilen, asam giberelat, asam jasmonat), dan pertahanan pathogen. Terdapat hingga 80% besi seluler yang ditemukan pada kloroplas yang konsisten dengan fungsi utamanya dalam fotosintesis. Berdasarkan jenis ligan, besi protein dibagi menjadi tiga jenis: (1) protein dengan besi sulfur cluster (Fe-S), (2) proteinyang mengandung heme, dan (3) protein besi lainnya.

Faktor yang mempengaruhi pembentukan klorofil adalah pembawa faktor/faktor genetik, cahaya/sinar matahari, oksigen, gula/karbohidrat, unsur nitrogen, unsur magnesium, unsur besi, unsur Mn, unsur Cu, unsur Zn, unsur sulfur, air dan temperature (Hendriyani dan Setiari, 2009). Faktor utama pembentuk klorofil adalah nitrogen (N). Unsur N merupakan unsur hara makro. Unsur ini diperlukan oleh tanaman dalam jumlah banyak. Unsur N diperlukan oleh tanaman, salah satunya sebagai penyusun klorofil. Tanaman yang kekurangan unsur N akan menunjukkan gejala antara lain klorosis pada daun.

### Kesimpulan

Larutan perlakuan kumplit memiliki nilai kandungan klorofil total paling tinggi yaitu 6,387 mg/L. Sedangkan pada larutan aquades memiliki total kandungan klorofil paling rendah yaitu 2,982 mg/L. Larutan lengkap memiliki semua unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga proses pertumbuhan dan perkembangan



dapat berjalan optimal, ditandai dengan kandungan klorofil yang tinggi.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada UIN Walisongo Semarang yang telah membiayai penelitian ini secara penuh melalui anggaran BOPTN tahun 2022.

### Referensi

- Arrohmah. (2007). *Studi Karakteristik Klorofil Pada Daun Sebagai Material Photodetector Organic*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- D'Amico-Damião, Victor, Rafael Ferreira Barreto, Luis Felipe de Oliveira Garcia, John Silva Porto, Renato de Mello Prado, and Rogério Falleiros Carvalho. (2022). "Cryptochrome 1a of Tomato Modulates Nutritional Deficiency Responses." *Scientia Horticulturae* 291 (September 2021). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110577>.
- Hendriyani, Susanti, and Nintya Setiari. (2009). "Kandungan Klorofil Dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna Sinensis*) Pada Tingkat Penyediaan Air Yang Berbeda." *J. Sains & Mat.* 17 (3): 145–50.
- Hrscocx, J. D., and G. F. Israelstam. (1979). "A Method for the Extraction of Chlorophyll from Leaf Tissue without Maceration." *Can. J. Bot* 57: 1332–34.
- Kholidiyah. (2010). "Respon Biologis Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes* Solms) Sebagai Biomonitoring Pencemaran Logam Berat Cadmium (Cd) Dan Plumbum (Pb) Pada Sungai Pembuangan Lumpur Lapindo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo." In *Skripsi*. Malang: : Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Maulana, Mohammad Ato, Insan Wijaya, and Bejo Suroso. (2020). "Respon Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) Terhadap Pemberian Nutrisi Dan Beberapa Macam Media Tanam Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique)." *Agritrop* 18 (1): 38–50. URL: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/AGRITROP>.
- Orsel, M, S Filleur, V Fraiser, and F Daniel-Vedele. (2002). "Nitrate Transport in Plants: Which Gene and Which Control?" In *J Exp Bot*.
- Ruhnayat, Agus. (2007). "Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N , P , K Untuk Pertumbuhan Tanaman (*Vanilla Planifolia* Andrews)." *Litro* XVIII (1): 49–59.
- Sunardi, Adimihardja, and Mulyaningsih. (2013). "Pengaruh Nutrisi Terhadap Tanaman Kangkung." *Jurnal Pertanian ISSN 2087 4936* (April): 33–47.
- Wang, SK, CL Huang, SH Lee, YP Chen, and Chang. (2008). "Phytoextraction of Cadmium by *Ipomoea Aquatica* (Water Spinach) in Hydroponic Solution: Effects of Cadmium Speciation." *Chemosphere* 72: 666–72.
- Wignore, Ann. (1985). "The Wheatgrass Book." In *Avery Books*.