

Pengaruh Asam Humat pada Media Tanam Zeolit terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Vitamin C Sawi Hijau (*Brassica juncea*)

Istiq Fauziah, Elly Proklamasiningsih*, Iman Budisantoso

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

*Email : elly.proklamasi@gmail.com

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 08/08/2019

Disetujui : 18/10/2019

Abstract

Green mustard (*Brassicajuncea*) as one of the commonly consumed vegetables and acts as one of the main sources of vitamin C in addition to fruits. vitamin C is needed for the body because it has antioxidant. Humic acid is a component of organic acid soil which can increase the production of food crops and plantations. Zeolites have a hollow structure that allows use as a carrier of humic acid. Aside from being a carrier zeolite which is applied with humic acid can act as an ameliorant material, this is useful in increasing crop production. The objectives of this study are to determine the effect of humic acid with zeolite planting media on the growth and content of vitamin C on green mustard plants and determine the concentration of humic acid which most influences the growth and content of vitamin C in green mustard plants. The research was conducted at the Laboratory of Plant Physiology and Green House, Faculty of Biology, Jenderal Soedirman University, Purwokerto using an experimental method. The study was carried out from January to February 2019 using an experimental design namely Completely Randomized Design (CRD). The parameters were the number of leaves, wet weight and dry weight of roots, stems, leaves and C vitamin. The data obtained will be analyzed by analysis of variance at the confidence level of 95% and 99%, if the results are significantly different then continued with LSD at 95%. The results showed that application of humic acid in zeolite planting media had a very significant effect on growth and vitamin C content of green mustard greens. Humic acid with a concentration of 4 g.kg⁻¹ is the most efficient concentration in increasing growth and vitamin C content of green mustard greens.

Keywords: Vitamin C, Green mustard, Humic acid, Zeolite

Abstrak

Sawi hijau (*Brassica juncea*) sebagai salah satu sayuran yang umum dikonsumsi dan berperan sebagai salah satu sumber vitamin C utama disamping buah-buahan. Vitamin C sangat dibutuhkan untuk tubuh karena memiliki daya antioksidan. Asam humat merupakan komponen asam organik tanah yang dapat meningkatkan produksi tanaman pangan dan perkebunan. Zeolit memiliki struktur berongga yang digunakan sebagai pengikat asam humat. Selain sebagai karier zeolit yang diaplikasikan dengan asam humat dapat berperan sebagai bahan amelioran, hal ini bermanfaat dalam peningkatan produksi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek asam humat dengan media tanam zeolit terhadap pertumbuhan dan kandungan vitamin C pada tanaman sawi hijau dan mengetahui konsentrasi asam humat yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan vitamin C pada tanaman sawi hijau. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Green House, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto dengan menggunakan metode eksperimental. Penelitian dilaksanakan dari Januari 2019 hingga Februari 2019 menggunakan rancangan percobaan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Parameter yang digunakan yaitu jumlah daun, berat basah dan berat kering akar, batang, daun serta kandungan vitamin C. Data yang diperoleh akan dianalisis dengan analisis ragam pada taraf kepercayaan 95% dan 99%, analisis dilanjutkan dengan analisis BNT 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam humat pada media tanam zeolit memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan dan kandungan vitamin C sawi hijau. Asam humat dengan konsentrasi 4 g.Kg⁻¹ merupakan konsentrasi yang paling efisien dalam meningkatkan pertumbuhan dan kandungan vitamin C sawi hijau.

Kata kunci: Vitamin C Sawi hijau, Asam humat, Zeolit

PENDAHULUAN

Asam Humat merupakan salah satu komponen asam-asam organik penyusun tanah yang banyak mengandung humus (Noor, 2001). Asam humat memiliki struktur yang terdiri atas gugus -COOH, -OH fenolat, -OH alkoholat dan kuinon yang diikat

oleh cincin aromatik dan rantai alifatik (Alimin, 2000). Rahmawati (2004), menjelaskan bahwa pada gugus karboksilat aromatik, alifatik dan gugus -OH fenolat terdapat proton yang terdisosiasi atau ion-ion H⁺ yang menyebabkan adanya kapasitas tukar senyawa-senyawa humat dalam tanah. Kemampuan asam humat dalam pertukaran senyawa dalam tanah

ini dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan makronutrien seperti N dan P pada tanaman sayuran (Ayas & Gulser, 2005). Makronutrien yang tersedia akan digunakan tanaman dalam proses metabolisme tumbuhan (Darwati & Rosita, 1999).

Menurut Ayas & Gulser (20015) kerja asam humat dalam penyerapan makronutrien dapat meningkat apabila diaplikasikan dengan zeolit sebagai media tanam. Zeolit merupakan mineral silikat berongga yang mempunyai Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang bervariasi antara 80 sampai 180 meq/100 g media tanam. Senda *et al.* (2009) menjelaskan bahwa tingginya KTK pada zeolit menyebabkan meningkatnya kemampuan dalam pertukaran kation. Rongga pada struktur zeolit memiliki ukuran yang sesuai dengan ion amonium, sehingga daya serap zeolit terhadap amonium tinggi. Menurut Heil (2005), peningkatan serapan N pada tumbuhan ini dapat meningkatkan kandungan klorofil, hal ini akan mengakibatkan meningkatkannya laju fotosintesis.

Peningkatan proses laju fotosintesis pada tumbuhan akan meningkatkan fotosintat. Glukosa sebagai salah satu fotosintat digunakan sebagai prekursor biosintesis vitamin C (Carr & Frei, 1999). Biosintesis vitamin C yang terjadi melalui jalur asam D-glukoronat dan L-gulonat dimulai dari Glukosa 6-P yang mengalami isomerisasi menjadi Glukosa 1-P. Selanjutnya glukosa 1-p akan bereaksi dengan UTP membentuk UDP-Glukosa yang kemudian mengalami oksidasi pada rantai C keenam dalam suatu reaksi dua tahap dan akan terbentuk D-glukoronat 1-P. D-glukoronat 1-P ini akan mengalami defosforilasi membentuk D-glukoronat yang selanjutnya akan direduksi menjadi L-gulonat dan kemudian akan dioksidasi oleh enzim L-gulonolaktor dehidrogenase membentuk 2-keto L-gulonolakton. Selanjutnya 2-keto L-gulonolakton akan mengalami isomerisasi membentuk L-Askorbat (Wirahadikusumah, 1985).

Vitamin C memiliki manfaat untuk kesehatan manusia seperti berperan sebagai antioksidan efektif atau mengatasi radikal bebas (Taylor, 1993). Selain itu vitamin C berperan penting pada pembentukan kolagen intraseluler dan pembentukan hormon steroid (Winarno, 2002). Safaryani *et al.* (2007), menjelaskan bahwa vitamin C dapat menghaluskan kulit dan menghambat proses penuaan dini. Peran lain vitamin C menurut Almatsier (2005), yaitu ikut serta dalam pembentukan sel-sel darah merah dan sum-sum tulang. Vitamin ini juga diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan gigi serta penurunan kadar kolesterol.

Sumber vitamin C yang dibutuhkan dapat diperoleh dari berbagai tanaman sayuran, salah satunya adalah tanaman sawi hijau (Joshi & Swami, 2009). Sawi hijau berperan penting bagi kesehatan tubuh karena memiliki kandungan zat esensial beragam yang dibutuhkan bagi tubuh. Selain zat esensial, sayuran ini juga mengandung beberapa

vitamin dan zat gizi lain yang dibutuhkan oleh tubuh (Haryanto *et al.*, 2002). Kandungan yang terdapat pada tanaman sawi hijau meliputi protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C (Syafi'ah, 2014).

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui pengaruh asam humat pada media tanam zeolit terhadap pertumbuhan dan kandungan vitamin C sawi hijau; 2) Menentukan konsentrasi asam humat yang paling efisien terhadap pertumbuhan dan kandungan vitamin C sawi hijau.

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam peningkatan mutu pangan terutama pada sayuran sawi hijau. Selain itu penelitian dapat juga dijadikan sebagai acuan dalam pengolahan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas kandungan gizi sawi hijau.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji sawi hijau, asam humat, etanol 96%, H₂SO₄ 5%, amonium molibdat 5%, asam oksalat, asam askorbat, dan media tanam zeolit, sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya Spektrofotometer UV-Vis.

Metode yang dilakukan adalah metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak lengkap. Perlakuan terdiri dari 5 konsentrasi asam humat berbeda yaitu 0 g.kg⁻¹, 4 g.kg⁻¹, 8 g.kg⁻¹, 12 g.kg⁻¹ dan 16 g.kg⁻¹ yang diberikan pada bibit sawi hijau berumur 21 hari setelah tanam (hst) (Sarno & Fitria, 2012). Media tanam yang digunakan adalah zeolit. Semua perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi Jumlah Daun, Berat Basah tanaman dan Berat Keringtanaman serta kandungan vitamin C.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto dan di Green House, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Penelitian berlangsung dari Januari 2019 hingga Februari 2019.

Pengukuran kandungan vitamin C dimulai dengan pembuatan larutan stok vitamin C konsentrasi 1000 ppm. Pembuatan larutan ini dilakukan dengan menimbang asam askorbat sebanyak 25 mg kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml dan dilarutkan dengan asam oksalat sampai tanda batas. Selanjutnya kurva standar dibuat dengan cara larutan stok vitamin C konsentrasi 1000 ppm dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml, masing-masing sebanyak 0,2 ml, 0,3 ml, 0,4 ml, 0,5 ml, 0,6 ml, 0,7 ml dan 0,8 ml, kemudian ditambahkan H₂SO₄ 5% sebanyak 4 ml dan amonium molibdat 5% hingga tanda batas. Larutan yang sudah dibuat diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang, kemudian diukur serapan pada panjang gelombang 570 nm.

Selanjutnya dilakukan penentuan kadar vitamin C pada sampel. Pengukuran ini dilakukan dengan menimbang 10 mg ekstrak etanol daun sawi hijau. Kemudian ekstrak etanol dimasukkan dalam 25 ml dan dilarutkan dengan etanol 96% sampai tanda batas. Selanjutnya larutan yang dibuat dipipet 1 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan ditambahkan H₂SO₄ 5% sebanyak 4 ml serta amonium molibdat 5% hingga tanda batas. Kemudian larutan dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Setelah inkubasi serapan diukur pada panjang gelombang 570 nm dan nilai absorbansi dicatat serta dihitung kadar vitamin C dengan rumus $y = ax + b$. Dimana x adalah konsentrasi (mg.g⁻¹) dan y adalah hasil absorbansi. Nilai a dan b merupakan nilai konstanta dan arah regresi yang diperoleh dari kurva standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan 4 g.kg⁻¹ adalah konsentrasi asam humat yang paling efisien dalam meningkatkan pertumbuhan sawi hijau. Peningkatan pertumbuhan sawi hijau dengan pemberian asam humat pada media tanam zeolit berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan unsur hara pada media tanam, terutama unsur esensial. Pemberian asam humat juga tidak dapat lebih tinggi dari 4 g.kg⁻¹, hal ini berkaitan dengan asam humat yang berlebih dapat merubah sifat kimia media tanam.

Unsur hara pada media tanam umumnya tersedia dalam bentuk yang tidak dapat diserap langsung oleh tanaman atau berikatan dengan ion logam yang tidak dapat diserap oleh tanaman. Ketersediaan unsur hara tersebut dapat meningkat dengan adanya pertukaran kation. Pertukaran kation yang terjadi dapat meningkat dengan penggunaan zeolit sebagai media tanam. Hal ini dikarenakan zeolit memiliki KTK yang tinggi sehingga pertukaran kation yang terjadi pada media tanam dapat meningkat. Hal tersebut sesuai dengan Senda *et al.* (2009), yang menjelaskan bahwa tingginya KTK pada zeolit menyebabkan peningkatan kemampuan pertukaran kation. Mumpton & Fishman (1977), menjelaskan bahwa zeolit merupakan mineral kristalin yang termasuk dalam kelompok tektosilikat atau alumino-silikat yang terhidrasi dengan kation alkali dan alkali tanah. Alkali yang terdapat pada struktur zeolit seperti kalium, natrium, kalsium dan magnesium mengisi rongga kerangka dan berstruktur tiga dimensi. Pond & Mumpton (1984), juga menjelaskan bahwa pada zeolit kation-kation yang dapat dipertukarkan dalam kerangka tidak terikat secara kuat, sehingga kation tersebut dapat dipertukarkan secara mudah. Selain karena KTK yang tinggi, zeolit dapat membantu meningkatkan pertukaran kation karena struktur rongga yang sesuai dengan ion amonium. Hal ini sesuai dengan Suwardi (1995), zeolit memiliki rongga yang sesuai dengan ukuran ion amonium

sehingga zeolit memiliki daya serap yang tinggi terhadap ion amonium.

Tabel 1. Hasil Uji BNT Jumlah Daun, Berat Basah dan Berat Kering pada Pemberian Asam Humat dalam Media Tanam Zeolit

Perlakuan	Jumlah Daun	Berat Basah	Berat Kering
AH0 (kontrol)	4,00 bc	1,79a	0,16b
AH1 (4 g.kg ⁻¹)	5,33a	2,34a	0,22a
AH2 (8 g.kg ⁻¹)	5,67a	1,92ab	0,17b
AH3 (12 g.kg ⁻¹)	3,33c	1,21b	0,12c
AH4 (16 g.kg ⁻¹)	4,33b	2,04a	0,18ab
BNT 0,05	0,816	0,552	0,043

Asam humat yang diberikan pada media tanam zeolit akan mengikat ion logam yang sebelumnya berikatan dengan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, sehingga unsur hara akan lebih mudah diserap oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wahyuningsih *et al.* (2016), bahwa asam humat dapat mengikat dan membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang sebelumnya berikatan dengan unsur yang ada pada media tanam. Pengikatan ion tersebut karena pada asam humat terdapat gugus karboksilat dan fenolat. Menurut Rahmawati (2004), pada gugus karboksilat aromatik, alifatik dan gugus -OH fenolat asam humat terdapat proton yang terdisosiasi yang menyebabkan adanya kapasitas tukar senyawa-senyawa humat dalam tanah.

Ketersediaan unsur esensial pada media tanam akan membuat unsur tersebut lebih mudah diserap oleh tanaman. Unsur-unsur esensial yang tersedia berperan dalam memperbaiki sistem perakaran pada tanaman. Unsur hara yang diserap tanaman akan digunakan untuk melakukan metabolisme akar, sehingga pertumbuhan akar dapat meningkat. Peningkatan pertumbuhan akar tersebut akan meningkatkan penyerapan unsur hara yang lain. Hermawan (2012), melaporkan bahwa konsentrasi asam humat yang optimum dapat memperbaiki pertumbuhan akar sehingga baik untuk pertumbuhan bagian atas tanaman. Pertumbuhan akar yang baik dipengaruhi oleh unsur hara yang tersedia pada media tanam. Unsur tersebut akan diserap tanaman untuk digunakan dalam pertumbuhan. Menurut Leiwakabessy *et al.* (2003), unsur hara yang diserap oleh tanaman akan digunakan untuk metabolisme akar, sehingga pertumbuhan akar meningkat. Peningkatan pertumbuhan akar ini akan mempengaruhi penyerapan unsur lain yang diperlukan untuk metabolisme tanaman secara keseluruhan. Unsur-unsur yang diserap tanaman akan dimanfaatkan untuk metabolisme primer, salah satunya adalah proses fotosintesis. Proses tersebut menghasilkan fotosintat yang akan digunakan oleh tanaman untuk

pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setyanti *et al.* (2013), yang melaporkan bahwa unsur hara esensial pada media tanam dapat mempengaruhi proses metabolisme primer.

Penggunaan asam humat juga tidak dapat berlebihan, hal ini berkaitan dengan konsentrasi asam humat yang berlebih akan merusak sifat kimia tanah. Asam humat yang berlebih dapat merubah kondisi media tanam menjadi asam, sehingga menghambat proses penyerapan unsur hara oleh tanaman. Penghambatan penyerapan unsur hara tersebut akan menghambat juga proses metabolisme primer, sehingga pertumbuhan tanaman juga terhambat. Selain menghambat penyerapan, kondisi yang terlalu asam juga dapat menyebabkan mikroorganisme mati, peningkatan toksisitas dan rusaknya akar tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hermawan (2012), bahwa asam humat yang terlalu banyak pada media tanam akan merubah sifat kimia media tanam, salah satunya adalah pH tanah yang menjadi asam, hal ini menyebabkan ketersediaan unsur hara menjadi lebih sedikit. Malhotra & Khan (1984), menjelaskan bahwa kondisi asam pada media tanam dapat menyebabkan gangguan biokimia maupun struktural. Secara biokimia dapat meningkatkan kadar Al, Fe dan Mn yang jika diserap secara berlebih akan menjadi racun dan dapat menghambat proses fotosintesis serta biosintesis protein dan lemak. Secara struktural kondisi asam dapat menyebabkan kerusakan pada struktur organ tanaman, seperti disorganisasi sel membran dan pecahnya inti sel.

Tabel 2. Hasil Uji BNT Kandungan Vitamin C pada Pemberian Asam Humat dalam Media Tanam Zeolit

Perlakuan	Kandungan Vitamin C
AH0 (kontrol)	1,56b
AH1 (4 g.kg ⁻¹)	1,44a
AH2 (8 g.kg ⁻¹)	1,32ab
AH3 (12 g.kg ⁻¹)	0,46a
AH4 (16 g.kg ⁻¹)	1,19ab
BNT 0,05	0,922

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata antar-perakuan pada uji BNT taraf kepercayaan 95 %.

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan 4 g.kg⁻¹ adalah konsentrasi asam humat memberikan pengaruh paling efisien dalam meningkatkan kandungan vitamin C sawi hijau. Peningkatan pertumbuhan sawi hijau dengan pemberian asam humat pada media tanam zeolit berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan unsur hara pada media tanam, terutama unsur esensial. Unsur-unsur hara yang tersedia dapat meningkat karena adanya

pemberian asam humat pada media tanam zeolit. Hal ini juga sesuai dengan hasil pengamatan pada pertumbuhan sawi hijau yang menunjukkan bahwa konsentrasi asam humat 4 g.kg⁻¹ adalah konsentrasi asam humat yang paling efisien dalam meningkatkan pertumbuhan sawi hijau

Peningkatan kandungan vitamin C pada sawi hijau dengan pemberian asam humat pada media tanam zeolit berkaitan dengan meningkatnya pertumbuhan tanaman sawi hijau. Hal ini berkaitan dengan prekursor yang digunakan pada biosintesis vitamin C merupakan hasil metabolisme primer yaitu glukosa. Glukosa yang dihasilkan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan, selain untuk pertumbuhan dapat juga digunakan untuk metabolisme sekunder, salah satunya adalah biosintesis vitamin C. Glukosa yang diperoleh akan masuk ke dalam jalur asam D-glukoronat dan L-gulonat, yang selanjutnya akan dibentuk menjadi L-Askorbat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Carr & Frei (1999), bahwa peningkatan laju fotosintesis pada tanaman akan meningkatkan fotosintat. Selain untuk pertumbuhan, hasil fotosintesis yang diperoleh dapat digunakan untuk proses metabolisme sekunder. Saifuddin (2014), menjelaskan bahwa material yang digunakan untuk proses metabolisme sekunder berasal dari hasil metabolisme primer. Menurut Wirahadikusumah (1985), glukosa sebagai salah satu hasil fotosintesis akan digunakan tanaman sebagai prekursor biosintesis vitamin C. Glukosa yang terbentuk akan masuk ke dalam jalur asam D-glukoronat dan L-gulonat yang selanjutnya akan dibentuk menjadi L-Askorbat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pemberian asam humat pada media tanam zeolit memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan vitamin C sawi hijau. Konsentrasi asam humat yang paling efisien dalam meningkatkan pertumbuhan dan kandungan vitamin C adalah konsentrasi 4 g.kg⁻¹ media tanam zeolit.

DAFTAR REFERENSI

- Alimin, 2000. Fraksinasi Asam Humat dan Pengaruhnya pada Kelarutan Ion Logam Sang (II), Kadmium (II), Magnesium (II) dan Kalsium (II). Tesis Kimia. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Masah, Yogyakarta.
- Almatsier, 2005. *Prinsip-Prinsip Ilmu Gizi Dasar*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Ayas, H. & Gulser, F., 2005. The Effect of Sulfur and Humic Acid on Yield Components and Macronutrient Contents of Spinach. *Journal Biological Science*, 5(6), pp. 801-804.

- Carr, A.C. & Frei, B., 1999. Toward a New Recommended Dietary Allowance For Vitamin C based on Antioxidant and Health Effect in Humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), pp. 1086-1107.
- Darwati, I. & Rosita, S.M.D., 1999. Pengaruh Pemberian Asam Humat Terhadap Pertumbuhan Lempuyang Wangi. *Warta Tumbuhan Obat Indonesia*, 5(1), pp. 4-6.
- Haryanto, T., Suhartini & Rahayu, 2002. *Tanaman Sawi dan Selada*. Depok: Penebar Swadaya.
- Heil, C. A., 2005. Influence of Humic, Fulvic and Hydrophilic Acids on The Growth, Photosynthesis and Respiration of the Dinoflagellate *Prorocentrum Minimum* (Pavillard) Schiller. *Harmful Algae*, 4(3), pp. 603-618.
- Joshi, P.C. & Swami, A., 2009. Air Pollution Induced Changes in the Photosynthetic Pigments of Selected Plant Species. *Journal Environment Biology*, VIII(9), pp. 295-283.
- Leiwakabessy, F. M., Wahjudin, U. M. & Suwarno, 2003. *Kesuburan Tanah*. Bogor: Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Malhotra, S. S. & Khan, A. A., 1984. *Biochemical and Physiological Impact of Major Pollutants*. Canada: Northern Forestry Centre.
- Mumpton, F. A. & Fishman, P. H., 1977. The Application on Natural Zeolite in Animal Science and Aquaculture. *Journal Animal Science*, 45, pp. 1188-1203.
- Noor, M., 2001. *Pertanian Lahan Gambut (Potensi dan Kendala)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Pond, W. G. & Mumpton, F. A., 1984. *Zeolite Agriculture: Use of Natural Zeolites in Agriculture And Aquaculture*. New York: International Committee in Natural Zeolites, Westview Press, Brockport.
- Safaryani, N., Haryanti, S. & Hastuti, E. D., 2007. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Penurunan kadar Vitamin C Brokoli (*Brassica oleracea* L). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 15(2), pp. 39-45.
- Setyanti, H. Y., Anwar, S. & Slamet, W., 2013. Karakteristik Fotosintetik Dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (*Medicago sativa*) Pada Tinggi Pemotongan Dan Pemupukan Nitrogen Yang Berbeda. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), pp. 86-96..
- Suwardi, 1995. *Pemanfaatan Zeolit sebagai Media Tumbuh Tanaman*. Tokyo: PPI-Jepang.
- Taylor, A., 1993. Relationships Between Nutrition and Oxidation. *Journal of the American College of Nutrition*, 12(2), pp. 138-146.
- Wahyuningsih, Proklamasiningsih, E. & Dwiati, M., 2016. Serapan Fosfor dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*) pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Asam Humat. *Biosfera*, 33(2), pp. 66-70.
- Winarno, F. G., 2002. *Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura*. Bogor: M. Bio Press.
- Wirahadikusumah, M., 1985. *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid*. Bandung: Penerbit ITB.