

**IDENTIFIKASI NILAI KONSTANTA BENTUK DAUN UNTUK PENGUKURAN LUAS DAUN
METODE PANJANG KALI LEBAR PADA TANAMAN HORTIKULTURA DI TANAH GAMBUT**

*(Identification of Constanta Value of Leaf Shape for Leaf Area Measurement
Using Length Cross Width of Leaf of Horticulture Plant in Peat Soil)*

DJOKO EKO HADI SUSILO

Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Kehutanan
Universitas Muhammadiyah Palangkaraya
e-mail : masdjoko_ns@yahoo.co.id

ABSTRACT

The purpose of this research is to know and identification constanta value of leaf shape for leaf area measurement using length cross width of leaf of horticulture plant in peat soil. This research was conducted from February to May 2015 in Palangka Raya City, Central Kalimantan.

This research implemented by observed of leaf from 32 species of horticulture plant in peat soil. In every species, was observed 30 leaf (lamina). Measuring leaf area absolutelly using on grid paper or millimeter graph paper, and than measuring ratio if leaf area is can finding using length cross width of leaf.

Result of this research, showed that 32 species of horticulture plant in peat soil have regularity of leaf shape and can identified of constanta value for leaf area measurement using length cross width of leaf. Leaf area measurement using length cross width of leaf is alternative technique because easier (simple), quick (fast), low cost, and accurate to plant growth analysis for non-destructive methods. Leaf area measurement not explain plant growth only, but many purposes was can resulted from it. This research suggested to identification of constanta value of leaf shape for another species horticulture plant in peat soil cultivation.

Keywords: leaf area measurement, leaf area measurement methods, horticulture plant, peat soil

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi nilai konstanta bentuk daun untuk pengukuran luas daun menggunakan metode panjang kali lebar pada tanaman hortikultura yang dibudidayakan di tanah gambut. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Mei 2015 di Kota Palangka Raya Kalimantan Tengah.

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati daun pada 32 jenis tanaman hortikultura (tanaman sayuran, tanaman sayuran buah, tanaman buah, tanaman hias, dan tanaman berkhasiat obat). Setiap jenis tanaman yang daunnya mempunyai bentuk teratur tersebut diamati sebanyak 30 helai daun. Penghitungan luas daun masing-masing bentuk daun menggunakan metode kertas milimeter, setelah itu dibandingkan dengan luas daun apabila diukur menggunakan panjang kali lebar. Hasil perbandingan tersebut menghasilkan nilai konstanta (k) yang akan digunakan sebagai koefisien untuk membantu pengamatan pengukuran luas daun menggunakan metode panjang kali lebar (Sitompul dan Guritno, 1995).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebanyak 32 jenis tanaman hortikultura mempunyai bentuk daun teratur dan mampu diidentifikasi menghasilkan nilai konstanta (k) untuk pengukuran dan penghitungan luas daun menggunakan metode panjang kali lebar. Metode panjang kali lebar dalam pengukuran luas daun menjadi teknik alternatif karena mudah, cepat, biaya rendah dan tetap akurat dalam pelaksanaan analisis pertumbuhan tanaman secara non destruktif. Banyak manfaat lainnya dari hasil pengamatan dan pengukuran luas daun tanaman selain untuk mengetahui pertumbuhan. Disarankan mengidentifikasi daun beberapa jenis tanaman hortikultura lainnya yang dibudidayakan di tanah gambut agar diketahui nilai konstanta bentuk daunnya.

Kata kunci : pengukuran luas daun, metode pengukuran luas daun, tanaman hortikultura, tanah gambut

PENDAHULUAN

Tumbuhan maupun tanaman secara alami maupun dibudidayakan akan mengalami pertumbuhan. Secara prinsip, pertumbuhannya diindikasikan oleh pertumbuhan daun maupun kondisi peningkatan pertumbuhannya yang disebabkan dan mampu dijelaskan oleh adanya pertumbuhan daun.

Sebagai tumbuhan yang memiliki daun, tentu makna daun adalah sebagai salah satu organ yang merupakan suatu bagian tumbuhan yang penting. Daun merupakan organ tempat utama proses fotosintesis karena pada daun dewasa mengandung ratusan kloroplas yang berperan pada proses fotosintesis. Daun tanaman sebagai tempat proses pengolahan energi cahaya menjadi energi kimia dan karbohidrat (glukosa) yang diwujudkan dalam bentuk bahan kering, sehingga perkembangan daun layak sebagai parameter utama dalam analisis pertumbuhan tanaman (Salisbury dan Ross, 1995; Sitompul dan Guritno, 1995; Nugroho dan Yuliasmara, 2012). Besarnya peran daun dalam pertumbuhan tanaman inilah yang menyebabkan terjadinya perbedaan dalam produksi biomassa tanaman yang disebabkan oleh perbedaan kemampuan daun menghasilkan karbon reduksi untuk menghasilkan biomassa tanaman.

Berkaitan dengan daun, maka luas daun merupakan salah satu parameter penting yang diperlukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman, oleh karena itu diperlukan teknik pengukuran yang cepat dan tepat (Sitompul dan Guritno, 1995; Santoso dan Hariadi, 2008). Sedangkan Pandey dan Singh (2011) menyarankan memilih metode yang mudah, akurat, muran dan non destruktif untuk

menjelaskan luas daun tanaman yang mampu dilaksanakan sedemikian rupa dalam mengkaji fisiologi dan agronomi.

Umumnya banyak pihak merasa kesulitan dan terbentur faktor pembatas untuk mengamati daun termasuk terhadap luas daun. Kondisi ini menyebabkan kebiasaan yang jarang dan menjadi sebuah ketidakwajiban mengamati daun untuk menerjemahkan sebuah pertumbuhan maupun mendapatkan adanya pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman melalui pengamatan daun tersebut.

Apabila melihat sisi betapa besarnya posisi dan makna daun terhadap pertumbuhan, maka sudah saatnya tidak ada alasan prinsip untuk tidak mengamati daun. Beberapa urgensi dapat diamati melalui morfologi daun, termasuk terhadap pengukuran luas daun. Beberapa metode disajikan untuk mengamati luas daun yaitu metode *leaf area meter* (LAM), metode kertas milimeter, metode gravimetri, metode plong, metode planimeter dan sebagainya, namun relatif belum dapat diterapkan secara cepat dan mudah untuk pengukuran luas daun selama ini karena memiliki persyaratan tertentu (Sitompul dan Guritno, 1995; Nugroho dan Yuliasmara, 2012). Kondisi ini menimbulkan gagasan untuk membuat metode pengamatan luas daun yang aplikatif dengan akurasi tinggi namun dengan alat yang relatif sederhana dan mudah didapat. Sitompul dan Guritno (1995) memberikan pilihan beberapa metode mengukur luas daun, dan salah satunya adalah metode panjang kali lebar yang memerlukan nilai konstanta bentuk daun (k). Lebih lanjut (Sutoro dan Setyowati, 2014) menjelaskan bahwa luas daun merupakan karakter tanaman yang penting

untuk mempelajari aspek agronomi dan fisiologi dan pendugaan luas daun menggunakan peubah panjang dan lebar daun telah banyak digunakan.

Menariknya, ada salah satu metode pengukuran luas daun panjang kali lebar yang diposisikan bahwa daun mempunyai profil luasan dua dimensi dalam setiap helaian sehingga mempunyai panjang dan lebar daun (Sitompul dan Guritno, 1995). Ini membuktikan bahwa pendekatan penaksiran pengukuran luas daun begitu mudah. Hanya saja tidak ada bentuk daun yang menempati dimensi luasan persegi panjang sehingga apabila dilakukan pendekatan metode panjang kali lebar dibutuhkan nilai konstanta (k) bentuk daun sebagai faktor pengoreksi luas daun atas polanya terhadap bentuk persegi panjang.

Berdasarkan kondisi pengukuran luas daun menggunakan metode panjang kali lebar tersebut, diperlukan nilai konstanta (k) pada setiap jenis tanaman sebagai faktor pengoreksi maupun disebut bilangan yang menunjukkan besarnya luasan pola bentuk daun memenuhi dimensi luasan persegi panjang atas panjang dan lebar daun dalam pendekatan pengukuran luas daun. Tentunya, diperlukan upaya mendapatkan nilai konstanta bentuk daun beberapa jenis tanaman sehingga penelitian ini bertujuan dan diharapkan untuk mengetahui mengetahui dan mengidentifikasi nilai konstanta bentuk daun untuk pengukuran luas daun menggunakan metode panjang kali lebar pada tanaman hortikultura yang dibudidayakan di tanah gambut

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (empat) bulan, pada bulan Februari – Mei 2015 di Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah pada

organ daun beberapa kondisi pertumbuhan tanaman hortikultura (tanaman sayur, sayuran buah, tanaman buah, tanaman hias dan tanaman obat dan industri) yang dibudidayakan di media tanam tanah gambut. Bahan yang digunakan adalah organ daun beberapa jenis tanaman hortikultura. Peralatan yang digunakan, kertas milimeter blok, pensil, balpoint, penggaris, kalkulator, laptop komputer, kamera, dan alat tulis.

Penelitian ini merupakan penelitian identifikasi dengan melakukan pengamatan dan pengukuran organ daun masing-masing jenis tanaman hortikultura sebanyak 30 lembar helaian daun untuk menghasilkan nilai konstanta (k) bentuk daun yang kemudian dipakai membantu menghitung luas daun menggunakan metode panjang kali lebar (Sitompul dan Guritno, 1995; Montgomery, 1911 dalam Chaudhary *et al.*, 2012), dengan rumus: $LD = P \times L \times k$, sedangkan LD = luas daun; P = panjang daun; L = lebar daun; dan k = konstanta.

Untuk mendapatkan nilai k , maka dilakukan perbandingan nilai antara luas daun sebenarnya (yang dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kertas milimeter) dengan luas daun yang ditaksir menggunakan nilai panjang kali lebar. Pengamatan dan pengukuran nilai konstanta (k) dilakukan untuk mendapatkan nilai faktor koreksi pola dan bentuk daun sehingga akan digunakan kembali untuk membantu menghitung luas daun menggunakan metode panjang kali lebar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan dan Penghitungan

Mengamati dan mengukur luas daun, salah satunya dapat digunakan metode panjang kali lebar, namun harus diketahui terlebih dulu nilai

konstanta bentuk daun dari pola daun yang dimiliki. Hasil pengamatan dan penghitungan nilai konstanta bentuk daun (k) pada helaian daun pada 32 jenis tanaman hortikultura yang dibudidayakan di tanah gambut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai konstanta bentuk daun (k) untuk pengukuran luas daun metode panjang kali lebar beberapa jenis tanaman hortikultura yang dibudidayakan di tanah gambut

No.	Jenis Tanaman Hortikultura	Nilai Konstanta (k)
Tanaman Sayuran Daun :		
1.	Bayam (<i>Amaranthus spinosus</i> L.)	0.602
2.	Kangkung (<i>Ipomoea reptans</i> L.)	0.636
3.	Katu (<i>Sauropus androgynus</i> (L.) Merr.)	0.661
4.	Kemangi (<i>Ocimum canum</i> L.)	0.654
5.	Sawi (<i>Brassica juncea</i> L.)	0.759
6.	Seledri (<i>Apium graveolens</i> L.)	0.575
Tanaman Sayuran Buah :		
1.	Cabe (<i>Capsicum frutescens</i> L.)	0.541
2.	Jagung Manis (<i>Zea mays Saccharata</i> Sturt)	0.731
3.	Kacang Panjang (<i>Vigna unguilata</i> L.)	0.622
4.	Paprika (<i>Capsicum annum</i> var. <i>grossum</i>)	0.589
5.	Terong (<i>Solanum melongena</i> L.)	0.594
6.	Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> L.)	0.362
Tanaman Buah :		
1.	Anggur (<i>Vitis vinifera</i> L.)	0.615
2.	Jambu Air (<i>Eugenia aquea</i> L.)	0.700
3.	Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i>)	0.747
4.	Kedondong (<i>Spondias dulcis</i> L.)	0.678
5.	Kelengkeng (<i>Dimocarpus longan</i> L.)	0.736
6.	Mangga (<i>Mangifera indica</i> L.)	0.651
7.	Nangka (<i>Artocarpus heterophyllus</i> L.)	0.672
8.	Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	0.686
Tanaman Hias :		
1.	Bougenvil (<i>Bougenvillea glabra</i> L.)	0.734
2.	Cattleya (<i>Cattleya</i> sp.)	0.754
3.	Gelombang Cinta (<i>Anthurium plowmanii</i> L.)	0.645
4.	Melati (<i>Jasminum sambac</i> L.)	0.744
5.	Sirih Gading (<i>Scindapsus aureus</i> L.)	0.655
6.	Wijaya Kusuma (<i>Epiphyllum oxypetalum</i> L.)	0.570
Tanaman Berkhasiat Obat :		
1.	Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i> L.)	0.673
2.	Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i> Ness)	0.632
3.	Sirih Hijau (<i>Piper betle</i> L.)	0.672
4.	Sirih Merah (<i>Piper crocatus</i>)	0.588
5.	Sirsak (<i>Annona muricata</i> L.)	0.705
6.	Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni M.)	0.656

Pembahasan

Mengingat pentingnya makna daun, maka pentingnya pengamatan daun sudah sejak lama disampaikan dan disarankan. Hal ini menyangkut beberapa manfaat yang begitu banyak akibat pengamatan daun dan tindak lanjut analisisnya, termasuk pada pengamatan pengukuran luas daun. Namun, beberapa metode disediakan menjadi memerlukan langkah panjang untuk memilih dalam pelaksanaan pengukurannya karena ada beberapa persyaratan. Salah satu metode pengukuran luas daun adalah metode panjang kali lebar yang sudah disarankan oleh Montgomery (1911, dalam Chaudhary *et al.*, 2012) bahwa salah satu formula yang disarankan untuk menghitung luas daun adalah $A = b \times l \times w$, dimana b adalah koefisien bentuk daun, l adalah panjang daun, dan w adalah lebar daun. Metode ini dilakukan dengan cara non destruktif, cepat dan relatif mudah, tetapi permasalahannya formula ini tidak seragam untuk semua tanaman karena memiliki nilai koefisien yang berbeda bagi beberapa jenis tanaman yang berbeda.

Metode panjang kali lebar ini dalam pengukuran luas daun di Indonesia juga cukup terkenal digunakan. Menerjemahkan penggunaan metode panjang kali lebar ini, Sitompul dan Guritno (1995) menindaklanjuti dan menjelaskan bahwa formula luas daun ini adalah $LD = P \times L \times k$ yang mana P adalah panjang daun, L adalah lebar daun, dan k adalah nilai konstanta sehingga penggunaan metode panjang kali lebar dalam menghitung luas daun ini pasti memerlukan nilai konstanta atau juga disebut koefisien dalam penghitungannya.

Terbukti sebagaimana Tabel 1, bahwa mampu diidentifikasi nilai konstanta bentuk daun pada 32 jenis tanaman hortikultura yang dibudidayakan di tanah gambut. Ini memperjelas bahwa selain mempunyai pola bentuk daun yang teratur dari beberapa jenis tanaman tersebut, juga menandakan apabila mengukur dan menghitung luas daun jenis tanaman tersebut menjadi lebih mudah dan tidak menjadi alasan mengapa tidak melakukan pengukuran dan penghitungan luas daun, meskipun metode panjang kali lebar ini adalah sebuah salah satu teknik alternatif pelaksanaan pengukurannya.

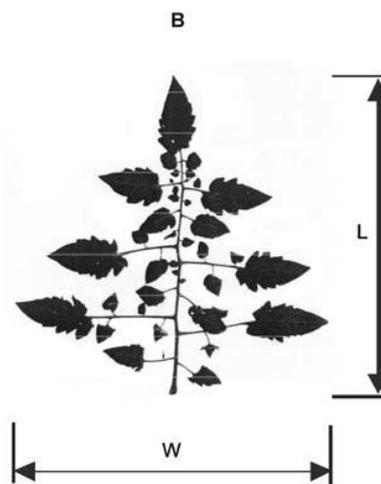
Nilai konstanta (k) yang telah diketahui pada beberapa jenis tanaman hortikultura yang dibudidayakan di tanah gambut tersebut membuat pengukuran luas daun menjadi lebih mudah dan tidak ada alasan untuk tidak melakukan pengamatan daun khususnya mengukur dan menghitung luas daun serta memiliki peluang mempelajari segala aspek yang dapat dimaknai dari hasil analisa pengukuran luas daun. Diketuainya nilai konstanta bentuk daun pada jenis tanaman hortikultura yang sudah diidentifikasi (Tabel1) menjadi memberikan kemudahan, kecepatan, keterjangkauan, dan keakuratan pengukuran luas daun. Seperti contoh pada daun Kangkung (*Ipomoea reptans* L.) yang memiliki nilai k sebesar 0.636, maka apabila helaian daunnya memiliki panjang daun (P) sebesar 9,7 cm dan lebar daunnya (L) sebesar 2,9 cm, maka luas helaian daunnya menjadi mudah dihitung dan menghasilkan pengukuran luas daun sebesar 17,891 cm².

Mengerti dan peduli tentang daun dalam berbudidaya tanaman merupakan hal penting, diantaranya berupa mengerti tentang morfologi

daun dengan cara mengamatinya. Berfikir mengamati daun merupakan hal yang sangatlah penting dalam rangka memperhatikan total luas daun (*total leaf area*) dan kerapatan luas daun (*leaf area density*) sebagai bahan kajian pertumbuhan tanaman. Lebih lanjut, karena daun merupakan organ spesifik dalam pengukuran pertumbuhan, maka diperlukan upaya pengukuran luas daun (*leaf area*), dimensi daun (*leaf dimension*) dan simetri daun (*leaf symmetry*) yang akan mendukung mempelajari secara fisiologi dan agronomi tanaman budidaya. Mengukur dan menghitung luas daun sebaiknya bisa dilakukan pada setiap budidaya, karena bisa digunakan untuk mengetahui peningkatan pertumbuhan dan berat kering tanaman (BKT) yang diaktualisasikan dalam peningkatan sebuah nilai indeks luas daun (ILD) dan laju pertumbuhan tanaman (LPT) yang akan berkaitan dengan hasil dan biji pada saat panen tanaman budidaya (Bilman, 2001; Sirault, 2012).

Ada pendapat yang menyatakan bahwa pengukuran luas daun metode panjang kali lebar kelemahannya mampu dilakukan jika terhadap helaian daun yang memiliki pola beraturan. Ini sebagai sarana pendekatan penaksiran luas daun menggunakan salah satu metode tertentu dalam pengukuran dan penghitungan luas daun. Padahal secara morfologi daun sesungguhnya dimensi luas daun masih bisa didekati dengan metode ini, bahkan terhadap daun majemuk pun juga bisa didekati dengan metode ini, sehingga memiliki langkah yang sederhana namun tetap memiliki keakuratan yang tinggi. Contohnya, adalah sudah digambarkan oleh Blanco dan Folegatti (2003) bahwa pada daun tomat sebagai daun majemuk juga bisa ditentukan nilai

konstanta bentuk daunnya dengan mendapatkan panjang daun dan lebar daun majemuk, seperti dideksripsikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola daun majemuk tomat yang dilakukan pendekatan posisi berupa panjang daun ($L = \text{long}$) dan lebar daun ($W = \text{wide}$) (Blanco dan Folegatti, 2003)

Selain kepentingan pengukuran luas daun untuk menerjemahkan proses fotosintesis, juga masih banyak kepentingan dan manfaat mengukur luas daun diantaranya berupa keuntungan mengetahui dan mendapatkan nilai rendemen panen daun (Susilo, 2012), jumlah stomata dan klorofil (Solihin, 2014), potensi penimbunan logam berat pada daun (Yudha *et al.*, 2013), potensi pemadaman cahaya untuk gulma (Bilman, 2001), toleransi tanaman terhadap irradiasi rendah (Purnomo, 2005), kandungan trikomata dan kalium daun (Prihastanti, 2011). Begitu menariknya pengamatan-pengamatan pada organ daun khususnya terhadap luas daun, bahkan pengukuran permukaan daun pun bisa dilakukan terhadap beda potensial listrik akibat kandungan logam yang dikandung oleh sebuah daun (Wulandari, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Daun tanaman sebanyak 32 jenis tanaman hortikultura (tanaman sayuran, tanaman sayuran buah, tanaman buah, tanaman hias, dan tanaman berkhasiat obat) mempunyai bentuk daun teratur dan mampu diidentifikasi menghasilkan nilai konstanta (k) untuk pengukuran dan penghitungan luas daun menggunakan metode panjang kali lebar.
- b. Metode panjang kali lebar dalam pengukuran luas daun bisa menjadi teknik alternatif karena mudah, cepat, biaya rendah dan tetap akurat dalam pelaksanaan analisis pertumbuhan tanaman secara non destruktif.
- c. Banyak manfaat lainnya dari hasil pengamatan dan pengukuran luas daun tanaman selain untuk mengetahui pertumbuhan tanaman.

Saran

Penelitian ini menghasilkan saran untuk mengidentifikasi daun beberapa jenis tanaman hortikultura lainnya yang dibudidayakan di tanah gambut agar diketahui nilai konstanta bentuk daunnya untuk dijadikan rujukan pelaksanaan pengamatan daun, khususnya terhadap pengukuran luas daun.

DAFTAR PUSTAKA

Bilman W.S. 2001. Analisis Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis, Pergeseran Komposisi Gulma Pada Beberapa Jarak Tanam Jagung dan Beberapa Frekuensi Pengolahan Tanah. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, Vol. 3, No. 1, 2001 : 25-30.

Blanco, F.F. and M. V. Folegatti. 2003. *A New Method for Estimating the Leaf Area Index of Cucumber and Tomato Plants*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 666-669, outubro/dezembro 2003.

Chaudhary, P., S. Godara, A. N. Cheeran, and A.K. Chaudhari, 2012. *Fast and Accurate Method for Leaf Area Measurement*. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 49–No.9, July 2012.

Nugroho, W.K. dan F. Yuliasmara. 2012. Penggunaan Metode *Scanning* untuk Pengukuran Luas Daun Kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia*. 24 | 1 | Februari 2012. hal 5-8

Pandey, S. K. and H. Singh. 2011. *A Simple, Cost-Effective Method for Leaf Area Estimation*. *Journal of Botany*. Volume 2011 (2011), Article ID 658240.6p.

Prihastanti, E. 2011. *Specific Leaf Area, Jumlah Trikomata dan Kandungan Kalium Daun Semai Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Kandungan Air Tanah Berbeda*. *BIOMA*, Desember 2011. ISSN: 1410-8801. Vol. 13, No. 2, Hal. 85-90

Purnomo, Dj. 2005. *Tanggapan Varietas Tanaman Jagung Terhadap Irradiasi Rendah*. *Agrosains* 7(1): 86-93, 2005.

Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan (Jilid 2) terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Santoso, B.B. dan Hariyadi. 2008. Metode Pengukuran Luas Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *MAGROBIS – Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* ISSN No. 1412-0828. Fakultas Pertanian Universitas Kutai Kartanegara Tenggarong – KALTIM. Vol. 8 No. 1 Januari 2008. Hal 17-22

Sirault, X. 2012. *3D Plant Analysis Over Time: Understanding Plant Architecture and Growth (and Function) Using Imaging Technologies*. Australian Plant Phenomics Facility, The High Resolution Plant Phenomics Centre. Australia.

- Sitompul, S.M., dan B. Guritno, 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Solihin, A. 2014. Morfologi Daun, Kadar Klorofil dan Stomata Glodokan (*Polyalthia longifolia*) pada Daerah Tingkat Paparan Emisi Kendaraan yang Berbeda di Yogyakarta. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Susilo, D.E.H. 2012. Respon Pertumbuhan dan Kadar Gula Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M.) di Media Tanah Gambut Pedalaman Menggunakan Naungan dan Pupuk Kotoran Ayam. Tesis. Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Sutoro dan M. Setyowati. 2014. Model Pendugaan Luas Daun Tanaman Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*). Informatika Pertanian, Vol. 23 No.1, Juni 2014 : 1 - 6
- Wulandari, S. N. 2012. Efek Tembaga (Cu) pada Beda Potensial Listrik Permukaan Daun Tanaman Bawang Merah. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Jember.
- Yudha, G.P., Z.A. Noli dan M. Idris. 2013. Pertumbuhan Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) dan Akumulasi Logam Timbal (Pb). Jurnal Biologi Universitas Andalas (*J. Bio. UA.*) 2(2) – Juni 2013 : 83-89 (ISSN : 2303-2162).