

Kerapatan dan Bentuk Kristal Kalsium Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Fase Pertengahan Pertumbuhan Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K

Meilisa Dwi Ayu Novita ^{(1)*} dan Serafinah Indriyani ⁽¹⁾

⁽¹⁾ **Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang**
E-mail : meilisa09@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk-bentuk kristal kalsium oksalat pada umbi porang, pengaruh pemberian pupuk P dan K terhadap kerapatan kristal kalsium oksalat pada bagian tepi dan tengah umbi porang, dan mengetahui dosis pupuk P dan K yang dapat menurunkan kerapatan total kristal kalsium oksalat pada umbi porang. Penelitian dilakukan dengan RAK pola faktorial 4x4 menggunakan 3 ulangan. Faktor pertama adalah pupuk P dan faktor kedua adalah pupuk K. Pemberian level pupuk P dan K masing-masing yaitu 0; 2,16; 4,32; dan 6,36 g/12 kg tanah. Bentuk-bentuk kristal dan kerapatan kristal kalsium oksalat pada bagian tepi dan tengah umbi diamati secara mikroskopis pada preparat semi permanen. Analisis sidik ragam menggunakan ANOVA dengan $\alpha = 5\%$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga bentuk kristal kalsium oksalat yaitu rafida kecil, rafida besar, druse, dan X1 (kristal yang belum teridentifikasi bentuknya). Pemberian kombinasi pupuk P dan K tidak mempengaruhi kerapatan total kristal kalsium oksalat. Dosis pupuk P tunggal yang menghasilkan kerapatan total kristal kalsium oksalat paling rendah adalah 4,32 g/12 kg tanah, sedangkan kontrol tanpa pemberian pupuk P atau dosis 0 g/12 kg tanah menghasilkan kerapatan total kalsium oksalat paling tinggi. Perlakuan dengan pupuk K tunggal pada dosis 6,36 g/12 kg tanah menghasilkan kerapatan total kristal kalsium oksalat paling rendah, sedangkan kerapatan kristal kalsium oksalat paling tinggi dihasilkan pada perlakuan pupuk K dengan dosis pupuk K 4,32 g/12 kg tanah. Pemberian pupuk P secara tunggal dapat menurunkan kerapatan total kristal kalsium oksalat umbi porang pada fase pertengahan lebih banyak dibandingkan dengan pemberian pupuk K secara tunggal.

Kata kunci : bentuk kristal kalsium oksalat, kerapatan kristal kalsium oksalat, porang , pupuk K, pupuk P

ABSTRACT

This aims of the research were determine the forms of calcium oxalate crystals in porang bulbs, the effect of fertilizer P and K to the density of calcium oxalate crystals on the edges and the center bulbs porang, and knowing P and K fertilizers which can decrease the total density of calcium oxalate crystals in porang bulbs. The research was conducted by using a 4x4 factorial RAK repeat 3x. The first factor is P fertilizer and the second factor is K fertilizer. Provision of fertilizer P and K levels of each of 0; 2.16; 4.32, and 6.36 g/12 kg of soil. Crystal forms and density of calcium oxalate crystals on the edges and the center bulbs were observed microscopically on semi permanent preparations. Analysis of variance using ANOVA with $\alpha = 5\%$. The results showed that there are three forms of calcium oxalate crystals which small rafide, large rafide, druse, and X1 (unidentified crystal shape). Treatment combination of P and K fertilizer did not affect the total density of calcium oxalate crystals. Single dose of P fertilizer that produces a total density of calcium oxalate crystals lowest was 4.32 g/12 kg soil, whereas the control without fertilizer P or dose 0 g/12 kg soil density produces the highest total calcium oxalate. Treatment with a single dose of fertilizer K 6.36 g/12 kg soil produces total density lowest calcium oxalate crystals, while the density of calcium oxalate crystals highest K fertilizer treatment resulted in a dose of fertilizer K 4.32 g/12 kg soil. Singly P fertilizer can reduce the total density of calcium oxalate crystals in the phase of mid porang bulbs more than the single K fertilizer.

Keywords: calcium oxalate crystals form, density of calcium oxalate crystals, K fertilizer, P fertilizer, porang

PENDAHULUAN

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman penghasil umbi yang berpotensi dijadikan bahan pangan alternatif. Umbi porang

mempunyai prospek menarik sebagai makanan kesehatan karena mengandung serat yang tinggi, tanpa kolesterol, dan mengandung glukomanan cukup tinggi yang sangat baik untuk diet [1]. Umbi

porang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi yaitu kandungan pati sebesar 76,5 %, protein 9,20 %, dan kandungan serat 20 %, serta memiliki kandungan lemak sebesar 0,20 % [2]. Dalam 100 gram umbi porang mengandung 1 g protein, 0,1 g lemak, 15,7 g karbohidrat, 4,2 mg besi, 0,07 mg thiamine, 5 mg asam askorbat, 0,19 g kalsium oksalat, 3,58 g glukomanan, dan 18,44 g pati [3].

Unsur makro merupakan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah banyak, jenis unsur makro terdiri dari enam yaitu N, P, K, S, Ca, dan Mg. Unsur NPK (Nitrogen Fosfor Kalium) merupakan unsur makro yang memegang peranan penting dalam pertumbuhan tanaman, sehingga hampir semua pupuk akan mengambil unsur ini sebagai poin penting, yang membedakan hanya jumlah komposisi dan kandungan zat terlarut yang ada di dalamnya. Kondisi perbedaan komposisi NPK dilakukan untuk menyesuaikan dengan tahapan usia tanaman. Keadaan tanaman saat bibit, remaja, dewasa, dan indukan punya membutuhkan unsur makro yang berbeda. Oleh karena itu untuk perkembangan maksimal, pemberian pupuk juga harus disesuaikan, agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan keinginan [4].

Kristal kalsium oksalat yang terkandung dalam porang adalah bentuk persenyawaan antara kalsium dan asam oksalat yang tersebar diseluruh bagian tanaman seperti batang, daun, bunga, buah dan biji. Kristal kalsium oksalat secara umum memiliki lima tipe yaitu druse, rafida, prisma, pasir dan stiloid [5]. Pada tanaman porang kristal yang paling banyak ditemukan adalah jenis rafida dan druse [6]. Banyaknya kandungan kalsium oksalat dapat dipengaruhi oleh umur tanaman dan lingkungan pertumbuhan. Kandungan kalsium oksalat pada umbi porang tua lebih tinggi dibandingkan dengan umbi porang yang muda [7]. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kecepatan penyerapan hara yang juga tergantung oleh status hara dalam tanah [8].

Di dalam tanaman antara unsur P dan K ada saling ketergantungan. Unsur K berfungsi sebagai media transportasi yang membawa hara-hara dari akar termasuk hara P ke daun dan mentranslokasi asimilat dari daun ke seluruh jaringan tanaman. Kurangnya hara K dalam tanaman dapat menghambat proses transportasi dalam tanaman. Oleh karena itu, agar supaya proses transportasi unsur hara maupun asimilat dalam tanaman dapat berlangsung optimal maka unsur hara K dalam tanaman harus optimal. Serapan hara K termasuk hara P dari tanah oleh tanaman dapat berlangsung optimal bila tersedia energi ATP yang cukup karena

hara K dan P diserap tanaman melalui proses difusi yang memerlukan banyak energi dari ATP [9].

Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa pemberian pupuk P dan K memiliki korelasi negatif terhadap jumlah kristal kalsium oksalat, yaitu semakin tinggi dosis pupuk yang diberikan akan menurunkan jumlah kalsium oksalat [10]. Satu siklus pertumbuhan porang mencakup tiga fase pertumbuhan sebelum mengalami dormansi yaitu fase awal pertumbuhan, fase pertengahan pertumbuhan dan fase akhir pertumbuhan. Ketiga fase pertumbuhan tersebut menunjukkan dinamika sintesis oksalat dalam umbi, pada fase pertengahan pertumbuhan memiliki kandungan oksalat paling tinggi [11]. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan pada fase pertengahan pertumbuhan agar dapat mengetahui pengaruh unsur P dan K terhadap penurunan kerapatan kristal kalsium oksalat umbi porang dapat optimal dengan pengamatan secara mikroskopis.

METODE PENELITIAN

Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan RAK pola faktorial 4x4 menggunakan 3x ulangan. Faktor pertama adalah jenis pupuk yang terdiri dari dua taraf, yaitu P dan K. Faktor kedua adalah dosis masing-masing pupuk yang terdiri dari empat taraf yaitu 0; 2,16; 4,32; dan 6,36 g/12 kg tanah. Bibit porang diperoleh dari umbi porang yang telah mengalami pertumbuhan vegetatif selama satu kali periode tumbuh, berasal dari Desa Sumberbendo, Saradan, Madiun. Porang ditumbuhkan selama empat bulan di dalam polibag berukuran 20x40x40 cm³ yang berisi media tanah dengan penambahan pupuk P dan K sesuai kombinasi perlakuan hingga pertengahan fase pertumbuhan. Penyiraman dilakukan dua hari sekali dengan air sumur.

Pengamatan Mikroskopis Kristal Kalsium Oksalat

Umbi porang dibersihkan, kemudian diambil bagian tepi dan tengah secara horisontal menggunakan *corkbore*. Bagian tepi adalah bagian yang berjarak 1 cm dari kulit umbi, sedangkan bagian tengah adalah bagian pusat umbi. Potongan silinder umbi bagian tepi dan tengah masing-masing diiris dengan ukuran 1x1 cm². Kemudian diiris setebal 0,01 cm sebanyak 3 irisan. Seluruh irisan umbi kemudian dimasukkan dalam botol film yang berbeda dan direndam dalam alkohol 96 % sebagai agen dehidrasi selama 1-2 hari. Berikutnya, irisan umbi dipindah ke botol yang

berisi NaOH 5 % sebagai agen penjernih selama ± 5-10 menit.

Pengamatan bentuk kristal kalsium oksalat dan penghitungan kerapatannya dilakukan secara mikroskopis dengan mikroskop pada perbesaran 100x. Jumlah total kristal kalsium oksalat diperoleh dari hasil pengamatan/ perhitungan pada 12 preparat masing-masing dengan 3 bidang pandang yang berbeda. Kerapatan kristal kalsium oksalat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan kristal} = \frac{\text{total kristal kalsium oksalat} / n}{\text{Luas bidang pandang (cm}^2\text{)}} \\ n = \text{jumlah bidang pandang per preparat}$$

Untuk mengetahui kerapatan masing-masing bentuk kristal kalsium oksalat (X) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan kristal} = \frac{\text{kristal kalsium oksalat X} / n}{\text{Luas bidang pandang (cm}^2\text{)}} \\ n = \text{jumlah bidang pandang per preparat}$$

Analisis Data

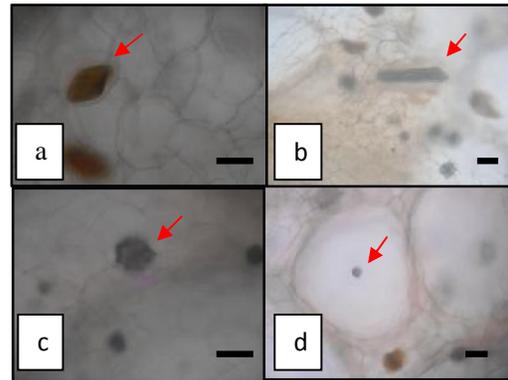
Data kuantitatif dianalisis menggunakan program SPSS Windows for Release 12. Sebelumnya dilakukan uji normalitas data, jika diketahui data tidak homogen maka data ditransformasi menggunakan SQRT. Analisis mengenai kerapatan kristal kalsium oksalat pada tiga bidang pandang pengamatan serta kerapatan masing-masing bentuk kristal kalsium oksalat dalam umbi menggunakan ANOVA (uji F) ($\alpha = 5\%$), yang dilanjutkan dengan uji Tukey untuk data yang terdistribusi normal dan homogen, sedangkan untuk data yang terdistribusi normal namun tidak homogen menggunakan uji Games-Howell, dan data yang tidak normal menggunakan uji Kruskal Wallis yang dilanjut dengan uji Mann-whitney. Analisis kerapatan kristal kalsium oksalat pada bagian tepi dan tengah umbi porang menggunakan uji t ($\alpha = 5\%$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk dan Kerapatan Kristal Kalsium Oksalat pada Bagian Tengan dan Tepi Umbi

Berdasarkan Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa terdapat tiga bentuk kristal kalsium oksalat yaitu bentuk rafida kecil, rafida besar, druse, dan bentuk yang belum teridentifikasi namanya disebut X1 [10] (Gambar 1). Bentuk-bentuk

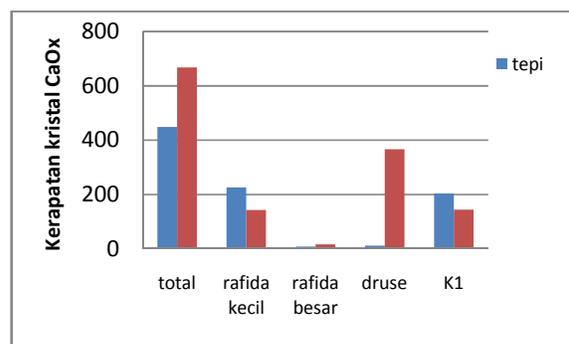
kristal tersebut menyebar pada seluruh bagian umbi porang.



Gambar 1. Bentuk-bentuk kristal kalsium oksalat (a. Bentuk rafida kecil dengan skala bar 5 μm ; b. Rafida besar dengan skala bar 10 μm ; c. Druse dengan skala bar 8 μm ; dan d. Bentuk X1 dengan skala bar 2 μm)

Kristal kalsium oksalat secara umum ada lima tipe berdasarkan morfologi: rafida berbentuk jarum, persegi empat panjang atau stiloid berbentuk pensil, agregat berbentuk bunga disebut druse, agregat berbentuk blok disebut kristal pasir, dan berbagai bentuk prisma [13]. Terdapat persamaan bentuk kristal yang teramati pada penelitian ini terhadap penelitian terdahulu.

Kerapatan total kristal kalsium oksalat pada bagian tengah umbi lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tepi umbi. Kerapatan kristal kalsium oksalat bentuk rafida kecil dan X1 bagian tepi umbi memiliki kerapatan lebih tinggi yaitu sebanyak 226 kristal/ cm^2 dan 204 kristal/ cm^2 dibandingkan bagian tengah umbi, kristal bentuk rafida besar memiliki kerapatan paling rendah yaitu kurang dari 20 kristal/ cm^2 baik di bagian tepi maupun bagian tengah umbi, kristal druse memiliki kerapatan sangat tinggi yaitu 367 kristal/ cm^2 (Gambar 2).

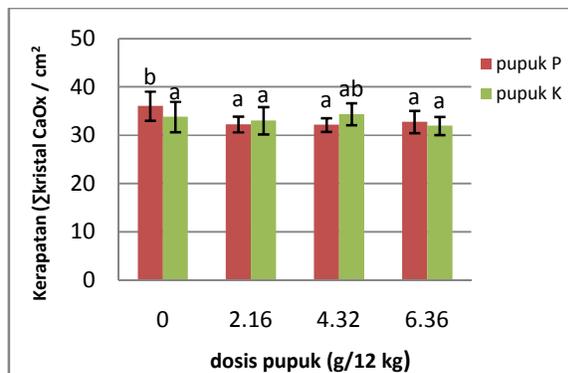


Gambar 2. Kerapatan kristal kalsium oksalat tepi dan tengah umbi porang.

Perbedaan kerapatan kristal kalsium oksalat antara bagian tepi dan tengah umbi diduga disebabkan perbedaan tingkat metabolisme umbi pada kedua bagian, di mana bagian tengah umbi merupakan pusat sehingga metabolisme yang terjadi lebih tinggi daripada bagian tepi umbi. Sel dengan tingkat metabolisme yang tinggi akan mengalami peningkatan sintesis oksalat dari asam askorbat dan galaktosa, yang merupakan prekursor untuk formasi oksalat [14]. Sintesis oksalat ditentukan oleh kehadiran ion Ca dan dua prekursor utama untuk pembentukan kristal idioblas ([15];[16]). Selain itu kerapatan kristal kalsium oksalat umbi porang bagian tengah umbi lebih tinggi dibandingkan bagian tepi umbi karena jumlah sel idioblas bagian tengah lebih banyak dibandingkan bagian tepi [17].

Kerapatan Total Kristal Kalsium Oksalat Umbi Porang Hasil Penanaman dengan Pemberian Pupuk P dan K

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kerapatan total kristal kalsium oksalat umbi porang lebih dipengaruhi oleh pemberian pupuk P dan K tunggal daripada pemberian kombinasi keduanya. Semakin tinggi dosis pupuk P, semakin turun kerapatan total kristal kalsium oksalat, tetapi pada dosis 6,36 g/12 kg tanah kerapatan total kristal kalsium oksalat meningkat kembali. Kerapatan total kristal kalsium oksalat pada perlakuan pupuk K secara tunggal pada keempat dosis tidak berbeda nyata (Gambar 3). Pemberian pupuk P tunggal menurunkan kerapatan kristal secara signifikan namun dosis 2,16, 4,32 dan 6,36 masing-masing tidak menghasilkan kerapatan kristal yang berbeda signifikan (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh dosis pupuk P dan K terhadap kerapatan total kristal kalsium oksalat.

Peningkatan nutrisi pada pertumbuhan tanaman juga mempengaruhi kerapatan kristal kalsium oksalat [17] pada penelitian ini menggunakan pupuk P diketahui bahwa pada dosis pupuk P 2,16 g/12 kg tanah dan 4,32 g/12 kg tanah yang diberikan menghasilkan kerapatan kristal kalsium oksalat yang semakin menurun signifikan yaitu sebanyak $32,27 \pm 1,642$ kristal/cm² dan $32,14 \pm 1,423$ kristal/cm². Perbedaan kerapatan total kristal kalsium oksalat ini selain dipengaruhi oleh keadaan nutrisi, intensitas cahaya dan juga dipengaruhi oleh faktor genetik, tingkat substrat nutrisi terbukti mempengaruhi kuantitas idioblas kalsium oksalat pada *Dieffenbachia*. Ketika tanaman diperlakukan dengan tingkat nitrogen (N) yang berbeda, jumlah kristal kalsium oksalat tertinggi ditemukan pada tanaman yang tumbuh dengan tingkat N di bawah 200 ppm, yang merupakan tingkat optimal dari N untuk pertumbuhan *Dieffenbachia*. Dengan demikian, tampak bahwa kuantitas kristal CaOx berkaitan erat dengan pertumbuhan optimum *Dieffenbachia* [18]. Hara P dalam tanaman sangat diperlukan dalam pembentukan ATP, dan energi dari ATP sangat diperlukan dalam serapan hara-hara yang lain seperti K, P, Cu karena serapan hara-hara tersebut berlangsung melalui proses yang memerlukan banyak energi [19].

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan pada umbi porang terdapat tiga bentuk kristal kalsium oksalat yaitu bentuk rafida kecil, rafida besar, druse, dan X1. Pada bagian tepi umbi porang paling banyak ditemukan kristal bentuk rafida kecil dan di bagian tengah umbi porang banyak ditemukan bentuk druse. Pemberian kombinasi pupuk P dan K tidak berpengaruh terhadap kerapatan total kalsium oksalat, namun pemberian pupuk P secara tunggal berpengaruh terhadap kerapatan total kristal kalsium oksalat umbi porang. Pemberian pupuk P secara tunggal yang menghasilkan kerapatan total kristal kalsium oksalat cenderung menurun, kerapatan total kristal kalsium oksalat paling rendah untuk pupuk P pada dosis 4,32 g/12 kg sebanyak $32,14 \pm 1,423$ kristal/cm².

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Retno Mastuti, M.Agr.Sc., D.Agr.Sc., Dr. Jati Batoro M.Si, dan dosen Working Group atas dukungan,

bimbingan, dan informasi atas penelitian ini. Penelitian didanai oleh proyek penelitian DPP/SPP Fakultas MIPA berdasarkan Surat Perjanjian Nomor 03/UN10.9/PG/2012.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Zamora, A. (2005) Carbohydrates - Chemical Structure. <http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrate2html>. Diakses tanggal 10 Nopember 2012.
- [2]. Syaefulloh S. 1990. Studi Karakteristik Glukomanan dari Sumber 'Indegenous' Iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Variasi Proses Pengeringan dan Basis Perendaman. Program Studi Teknologi Pasca panen. IPB. Bogor.
- [3]. Antarlina, S.S. & J.S. Utomo. 1997. Substitusi Tepung Ubijalar Pada Pembuatan Mie Kering. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan. PATPI. Denpasar.
- [4]. Lingga, P, & Marsono, 2001. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [5]. Franceschi, V. R. & P. A. Nakata. 2005. Calcium Oxalate in Plant: Formulation & Function. *Annual Review of Plant Biology* 56: 41-71
- [6]. Prychid, C. J., R. S. Jabaily & P. J. Rudall. 2008. Cellular Ultrastructure & Crystal Development in *Amorphophallus* (Araceae). *Annals of Botany* 101 : 983-995
- [7]. Mastuti, R., Indriyani, S., & Roosdiana, A. 2008. Identifikasi Kandungan Asam Oksalat Terlarut Dan Tak Larut Serta Kuantitas Kristal Kalsium Oksalat Secara Mikroskopis Dalam Umbi Tanaman Porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain ex Hook.f.) Pada Berbagai Fase Perkembangan. Laporan Research Grant IM-HERE Jurusan Biologi FMIPA UB.
- [8]. Rosmarkam, A. & N.W. Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hal 42-80.
- [9]. Fitter A.H. & Hay, R.K.M. (1991), Fisiologi Lingkungan Tanaman. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [10]. Indriyani, S. 2011. Pola pertumbuhan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan pengaruh lingkungan terhadap kandungan oksalat dan glukomanan umbi. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya
- [11]. Saputra, R.A. 2009. Kandungan asam oksalat terlarut dan tidak terlarut pada umbi dua varian porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di KPH Saradan, Madiun Jawa Timur pada Siklus Pertumbuhan Ketiga. Prosiding. Universitas Brawijaya. Malang.
- [12]. Endriyeni, E. 2009. Analisis anatomi kristal kalsium oksalat pada beberapa varian porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain ex Hook.F.) di Klangon, kecamatan Saradan, Madiun, Jawa Timur. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya. Malang
- [13]. Horner, H.T., Jr. and B.L.Wagner. 1995. Calcium oxalate formation in higher plants. In S.R. Khan (ed.), Calcium Oxalate in Biological Systems, pp 53-72. Boca Raton: CRC Press.
- [14]. Keates SE, Tarlyn NM, Loewus FA, Franceschi VR. 2000. L-ascorbic acid and L-galactose are sources for oxalic acid and calcium oxalate in *Pistia stratiotes*. *Phytochemistry* 53(4): 433-440.
- [15]. Franceschi VR, Horner HT, Jr. 1979. Use of *Psychotria punctata* callus in study of calcium oxalate crystal idioblast formation. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 92(S): 61-75.
- [16]. Webb, M. A. 1999. Cell-Mediated Crystalization of Calcium Oxalate in Plant. *Plant Cell* 11 : 751-761.
- [17]. Sakti ,M. A. E. 2009. Densitas dan distribusi kristal kalsium oksalat dalam umbi dua varians porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di KPH Saradan, Jawa timur pada siklus pertumbuhan ketiga. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. Malang.
- [18]. Cao, H. 2003. Thesis : The Distribution Of Calcium Oxalate Crystals In Genus *Dieffenbachia* Schott. And The Relationship Between Environmental Factors And Crystal Quantity And Quality. University Of Florida. Florida.
- [19]. Salisbury F.B. and C.W.Ross. 1992. Plant Fisiology. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California. 681 pp.