

## Pengaruh Pemberian Kalsium Terhadap Ukuran dan Kerapatan Kristal Kalsium Oksalat pada Porang (*Amorphophallus muelleri* blume)

### *The Effect Of Calcium On The Size And Density Of Crystal Of Calcium Oxalate In Porang (Amorphophallus muelleri Blume)*

Nunung Harijati\*, Estri Laras Arumingtyas, Rian Handayani

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

#### Abstrak

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) mempunyai ciri famili Araceae yaitu mempunyai kristal calcium oxalate. Porang direkomendasikan di tanam di bawah tegakan kayu Jati, kayu jati berkualitas umumnya hidup pada daerah kapur. Disamping sebagai tanaman yang bernilai kesehatan tinggi karena kandungan glukomanannya, Porang mempunyai sisi lemah dari sisi kesehatan yaitu mengandung kristal Ca-oksalat. Untuk itu perlu diteliti apakah lingkungan berkapur mempengaruhi ukuran dan kerapatan kristal kalsium oxalate dari Porang. Dengan menggunakan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap, 4 dosis kapur (Dolomit) yaitu 2 g, 4 g, 8 g, dan 16 g tiap kg tanah diberikan ke Porang dan kontrol (tanpa diberi kapur). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran kristal rafida semakin meningkat selaras dengan peningkatan kapur. Tetapi, peningkatan dosis dolomit pada kristal druse tidak menambah ukuran diameter, namun menambah jumlah per satuan luas. Ukuran tertinggi (359,6  $\mu\text{m}$ ) kristal rafida dihasilkan dari dosis 16 g tiap kg. Dari pengukuran kerapatan kristal setiap  $\text{mm}^2$ , didapatkan kristal lebih rapat pada daun dibandingkan tangkai daun. Kerapatan kristal meningkat selaras dengan kenaikan dosis pemberian dolomit. Kerapatan tertinggi diperoleh dari dosis pemupukan 16 g tiap kg tanah yaitu sebesar 838 kristal tiap  $\text{mm}^2$  untuk daun. Berdasarkan jumlah tersebut, proporsi kristal druse lebih tinggi (686 kristal tiap  $\text{mm}^2$ ) dibandingkan kristal rafida (147 kristal tiap  $\text{mm}^2$ ). Penambahan kapur, berpengaruh terhadap penambahan ukuran kristal rafida sedangkan untuk kristal druse mengalahi penambahan jumlah kristal.

**Kata kunci :** dolomit, druse, jumlah Kristal, rafida, ukuran kristal

#### Abstract

*Porang (Amorphophallus muelleri Blume) have a characteristic family Araceae that have calcium oxalate crystals. Porang was recommended planting under teak tree. And generally high quality of teak wooden are obtained from teak trees that are grown in calcareous soils. Beside as a high health-value crops because the content of its glucomannan, Porang also contained Ca-oxalate as a weak side. Therefore it was needed to study whether calcareous environment affected the size and density of calcium oxalate in Porang. The experiment was designed using completely randomized design with 4 doses of lime (dolomite), namely 2g/kg, 4 g / kg, 8g/kg, 16g/kg soil and 0g/kg as a control. The results showed that the crystal raphide size increased in line with the increase of lime dose. However, Increased dolomite dosage did not increase the size of diameter crystals-druse but increased the number per unit area. Highest size (372  $\mu\text{m}$ ) of raphide crystals were generated from 16g/kg dose. From the measurement of crystal density per  $\text{mm}^2$ , more dense crystals obtained in the leaves than the petiole of Porang. Crystal density increased in line with dose increase of dolomite. The highest density of crystal was obtained from 16g/kg soil fertilization dose i.e. 838 kristal/ $\text{mm}^2$  in the leaf. Of these, Druse crystal proportion was higher than crystal rafida i.e. 686 crystal / $\text{mm}^2$  and 147 crystal / $\text{mm}^2$  for druse and raphide respectively. The addition of lime, for crystal rafida had effect by increase the size of crystals, while for crystals Druse by increasing the number of crystals.*

**Keywords:** Dolomite, raphide, Druse, crystal size, number crystal

---

\* Alamat Korespondensi penulis:

Nunung Harijati

E mail : nHarijati@gmail.com ; harijati@ub.ac.id

Alamat : Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Jl.Veteran, Malang

## PENDAHULUAN

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume syn *Amorphophallus oncophyllus*) merupakan salah satu tanaman suweg-suwegan yang tumbuh di bawah naungan dengan intensitas cahaya matahari maksimal antara 50%-60%. Porang diketahui sebagai anggota Araceae mempunyai kandungan karbohidrat serat yang cukup tinggi, yaitu glukomanan. Glukomanan mempunyai peranan nyata dalam memelihara kesehatan, pertama karena kemampuannya menyerap air yang luar biasa sehingga jika dikonsumsi segera memberi rasa kenyang (Ilarslan, et al., 2001). Glukomanan dapat menurunkan LDL-C (Arvill & Boadin, 1995), mengontrol diabet tipe -2 (Chen, et al., 2003), mempertahankan konsentrasi normal gula darah (Sood, et al., 2008). juga mempertahankan konsentrasi normal trigliserida darah (EFSA, 2010).

Selain mengandung glukomanan, porang juga memiliki ciri Araceae yaitu adanya kristal kalsium oksalat (Keating, 2004). Substansi ini dapat menyebabkan gatal dan rasa panas di mulut. Makanan yang mengandung Kristal kalsium oksalat dapat menyebabkan abrasi mekanik pada saluran pencernaan dan tubulus halus di dalam ginjal (Korth, et al., 2006). Dalam jumlah besar dapat membentuk batu ginjal (Nooman & Savage, 1999).

Distribusi kristal kalsium oksalat pada daun Porang memiliki korelasi positif dengan kristal kalsium oksalat yang terdapat pada tangkai daun dan umbi porang (Korth, et al., 2006). Oleh karena itu, dapat diindikasikan apabila kristal kalsium oksalat yang terdapat di bagian daun dan tangkai tinggi, maka pada bagian umbi juga tinggi.

Kombinasi genetik dan lingkungan merupakan faktor penting dalam menentukan jumlah, ukuran, bentuk dan fungsi dari kalsium oksalat pada suatu tanaman. Faktor genetik berada dibawah kontrol genetik dari spesiesnya, sedangkan faktor lingkungan berasal dari luar spesies tersebut. Sebaran *Amorphophallus* sp. sangat lebar, mulai dari dataran rendah (pantai) sampai dataran tinggi, mulai tanah non kapur hingga berkapur. Porang merupakan tanaman di bawah tegakan yang direkomendasikan oleh dinas kehutanan untuk di tanam di bawah kayu Jati. Diketahui dengan baik bahwa kayu Jati yang berkualitas banyak di tanam di daerah berkapur. Untuk itu perlu diteliti bagaimana pengaruh kapur terhadap jenis, ukuran dan kerapatan kristal Ca-Ox dari Porang. Harapannya adalah memberi pertimbangan budidaya porang di

tanah berkapur dalam upaya "sharing keuntungan" sebagai cara penurunan pencurian kayu tanaman jati dan sebagai sumber glukomanan potensial.

## METODE PENELITIAN

### Perkecambahan bulbil dan pemupukan Porang

Bulbil dikecambahkan di bak perkecambahan, setelah tingginya  $\pm$  15 cm dipindahkan ke polibag ukuran 3 Kg yang sebelumnya sudah diisi tanah yang sudah dicampur humus dengan perbandingan 1:1. Tanaman porang selanjutnya dipupuk dengan menggunakan NPK yang mempunyai perbandingan 16:16:16 dengan unsur hara tambahan 0,6% MgO dan 6% CaO. Pemupukan dilakukan setelah satu bulan dengan dosis 1 g NPK per kg tanah. Semua tanaman perlakuan diletakkan secara acak di bawah pohon teduh

### Perlakuan Kalsium

Setelah dilakukan pemupukan dengan menggunakan NPK, tanaman porang diberi perlakuan dengan kalsium yang berasal dari pupuk dolomit. Dolomit merupakan pupuk yang berasal dari endapan mineral yang banyak mengandung unsur Ca (kalsium). Setelah mengkalibrasi dengan kebutuhan perhektar untuk tanaman umbi-umbian didapatkan dosis 2g tiap kg tanah. Untuk perlakuan digunakan formula 2n, dan perlakuan yang diberikan adalah 0 (kontrol), 2 g, 4 g, 8 g dan 16 g tiap kg tanah dengan 4 ulangan tiap perlakuan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu pemberian pupuk dolomit

### Pembuatan Preparat helaian dan Tangkai Daun

Cuplikan sampel helaian daun atau sayatan permukaan tangkai daun posisi vertikal ukuran 1X1 mm<sup>2</sup> direndam dalam NaOH 5% dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan *clearing*, dengan modifikasi metode *clearing* Ilarslan et al (8). Modifikasi tersebut menggunakan pemutih komersial sebagai *clearing agent* dengan konsentrasi sebesar 50%. Perendaman dalam *clearing agent* ini dilakukan selama 1 jam dengan tujuan agar sampel daun dan tangkai menjadi jernih (transparan). Proses selanjutnya adalah dehidrasi bertingkat mulai dari konsentrasi rendah hingga konsentrasi tinggi, yakni alkohol 30%, 50%, 70%, 80%, masing-masing selama 10 menit. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam alkohol 96% selama 5 menit. Perendaman di dalam alkohol dilakukan untuk mengeraskan kembali bagian yang telah dijernihkan. Setelah

preparat jernih, sampel diletakkan di atas *object glass* yang telah ditetesi *Hoyer*, selanjutnya ditutup dengan *cover glass*, dan dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop cahaya monokuler (LGA Tipe 3402) dengan perbesaran 100X.

#### Penentuan cuplikan dan penghitungan kerapatan kristal

Preparat potongan helaian daun masing-masing ulangan di cuplik di tiga tempat yaitu ujung, tengah, dan dekat pangkal, sehingga pada setiap helaian daun diambil tiga sampel. Sampel tersebut berukuran 1x1cm dan dibuat preparat yang akan diamati dibawah mikroskop. Setiap preparat diamati pada lima bidang pandang. Begitu halnya dengan preparat sayatan tangkai daun yang juga diambil di tiga lokasi yaitu ujung, tengah, dan pangkal tangkai. Setiap sayatan tangkai daun dibuat satu preparat, dan setiap satu preparat juga diamati pada lima bidang pandang. Kelimpahan (Kerapatan) tiap bidang pandang dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut

$$\text{Kerapatan kristal Ca-Ox} = \frac{\sum \text{kristal kalsium oksalat}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

kerapatan kristal tiap cuplikan daun merupakan rata-rata lima bidang pandang, sehingga setiap helaian daun merupakan rata-rata dari tiga sampel cuplikan. Begitu juga dengan kerapatan kristal di tangkai daun, satu sampel tangkai daun merupakan rata-rata lima pandang, sehingga setiap tangkai daun merupakan rata-rata dari tiga sampel cuplikan. Selain menghitung kerapatan kristal, juga dilakukan pengukuran panjang kristal rafida dan diameter kristal druse dengan menggunakan mikrometer.

#### Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis dengan statistik sederhana (*microsoft excel*), serta dilakukan analisis ragam (ANOVA) dengan  $\alpha = 0,05$  untuk mengetahui pengaruh pemberian dolomit.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Bentuk Kristal dan ukuran Kalsium Oksalat pada Helaian dan Tangkai Daun Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Pada penelitian ini ditemukan dua macam bentuk kristal kalsium oksalat, yaitu bentuk rafida berkas dan druse. Bentuk rafida berkas (untuk selanjutnya disebut rafida saja) yang ditemukan terdiri atas dua jenis, yaitu rafida yang memiliki ujung rata (Gambar 1. A,B,C,D,E) dan ujung yang

tidak rata (Gambar 1. F,G,H,I). Pengaruh pemberian dolomit dengan berbagai dosis yaitu 0, 2, 4, 8, dan 16 g tiap kg tanah mempengaruhi ukuran panjang kristal rafida. Semakin tinggi pemberian dosis dolomit, maka panjang kristal rafida semakin panjang, baik yang terdapat pada tangkai daun (Gambar 1. B,D,I,H,J) ataupun helaian daun (Gambar 1. A,C,E,G,I). Terdapat perbedaan posisi sebaran kristal antara tangkai daun dan helaian daun. Pada daun, letak kristalnya menyebar, sedangkan pada tangkai daun tampak sejajar dengan jaringan (Gambar 1). Pada penelitian ini ditunjukkan bahwa kristal druse pada daun, ada yang ditemukan dekat pertemuan tulang daun (Gambar 1C dan E). Hal ini didukung oleh Kuo-Huang *et al.* (2007) bahwa kristal druse yang ditemukan pada lamina (helaian) daun ditemukan di daerah subepidermal mesofil dan dekat pertemuan tulang daun. Selain itu kristal druse juga ditemukan menyebar pada sel yang satu dan sel yang lain (Gambar 1A dan C). Kristal rafida yang ditemukan pada helaian dan tangkai daun tampak memanjang dari sel yang satu ke sel yang lain, dengan susunan yang memanjang (Gambar 1A, C, E, G, dan I). Berdasarkan letak persebaran kristal rafida dan kristal druse pada helaian dan tangkai daun, mengindikasikan bahwa proses pembentukan kristal kalsium oksalat merupakan proses yang dikontrol secara biologi dari dalam tanaman porang. Hal ini didukung oleh pendapat dari Webb (1999), yang menyatakan bahwa kristal kalsium oksalat pada tumbuhan berkembang pada membran *intravacuolar* dari sel-sel yang terspesialisasi. Kristalisasi kalsium oksalat menandakan adanya proses yang dikontrol secara biologis dari dalam tumbuhan. Kristal kalsium oksalat yang terdapat pada helaian dan tangkai daun memiliki ukuran yang bervariasi. Ukuran panjang kristal kalsium oksalat bentuk rafida dikelompokkan dalam 3 (tiga) kelompok berdasarkan interval ukurannya, yaitu < 200  $\mu\text{m}$ , 200 – 300  $\mu\text{m}$ , dan >300  $\mu\text{m}$  (Tabel 1).

Kristal kalsium oksalat yang terdapat pada helaian dan tangkai daun bervariasi ukuran panjangnya. Pada dosis 0 g tiap kg tanah (kontrol) diketahui bahwa ukuran kristal rafida adalah (<200  $\mu\text{m}$ ) dan (200-300  $\mu\text{m}$ ). Rentang ini juga sama variasinya dengan pemberian dolomit dosis 2 g atau 4 g tiap kg tanah (Tabel 1). Berdasarkan rentang tersebut, dimungkinkan dengan pemberian dolomit dosis rendah (2 dan 4 g tiap kg tanah), belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penambahan ukuran kristal rafida. Sementara itu dengan pemberian dolomit

dengan dosis tinggi yaitu 8 g atau 16 g tiap kg tanah menghasilkan penambahan ukuran kristal hingga mencapai panjang 372 µm (Gambar 1 I,J). Berdasarkan ukuran panjang tersebut dapat diindikasikan bahwa dengan pemberian dolomit dosis tinggi mampu meningkatkan ukuran kristal kalsium oksalat. Selain itu banyak ditemukan struktur rafida tidak rata pada tepi berkas seperti tampak pada gambar 1 F,G,H dan I, dengan semakin tingginya pemberian dosis dolomit. Ketidakteraturan struktur kristal ini diduga sebagai upaya tanaman untuk mendepositkan (menyimpan) kalsium yang banyak tersedia dan terserap. Dengan bertambahnya ukuran dan ketidakteraturan struktur tampaknya sesuai dengan pernyataan Franceschi dan Nakata (Franceschi & Horner, 1980) yang mengatakan terdapat pengaruh Ca eksternal terhadap morfologi kristal. Pembentukan kristal kalsium oksalat oleh tumbuhan juga merupakan mekanisme untuk mengontrol distribusi dan penyimpanan kalsium di dalam sel (Sood, et al., 2008). Pada saat kalsium yang di uptake oleh tanaman tinggi, maka kalsium yang tersimpan di dalam sel juga tinggi. Kondisi ini memungkinkan tumbuhan membentuk suatu pengaturan agar sel tetap bisa menampung jumlah kalsium yang banyak tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa dari dalam tumbuhan sendiri terjadi koordinasi yang baik antara sel tumbuhan sendiri dengan pengambilan kalsiumnya.

**Tabel 1.** Ukuran Panjang kristal kalsium oksalat bentuk rafida pada helaian dan tangkai daun tanaman porang dengan berbagai pemberian dosis dolomit

Dosis dolomit (g tiap kg tanah)	Ukuran Panjang Kristal Rafida (µm)		
	< 200	200 - 300	>300
0	√	√	-
2	√	√	-
4	√	√	-
8	-	√	√
16	-	√	√

Berbeda halnya dengan kristal rafida, kristal druse yang terbentuk ukurannya hanya ada dua macam, yaitu kecil dan besar. Pada helaian dan tangkai daun hanya ditemukan kristal druse yang memiliki diameter 24,8 µm (ukuran kecil) atau 37,2 µm (ukuran besar) (Tabel 2).

Dengan hanya diperoleh dua ukuran kristal druse seperti yang tertera pada Tabel 2, tampaknya peningkatan serapan Ca tidak

menambah ukuran kristal druse. Hal ini berarti ukuran diameter kristal druse dalam perkembangannya tidak terpengaruh oleh dosis kalsium. Namun ada kemungkinan berpengaruh terhadap struktur dari kristal druse, misalnya menjadi makin kompak. Walaupun tidak berpengaruh terhadap ukuran diameter, tampaknya berpengaruh terhadap jumlah persatuan luas (Gambar 2).

**Tabel 2.** Diameter kristal kalsium oksalat bentuk druse pada helaian dan tangkai daun tanaman porang dengan berbagai pemberian dosis dolomit

Dosis dolomit (g tiap kg tanah)	Diameter Kristal Druse	
	24,8 µm ± 2,96.10 <sup>9</sup> (kecil)	37,2 µm ± 3,76.10 <sup>9</sup> (besar)
0	√	√
2	√	√
4	√	√
8	√	√
16	√	√

**Kerapatan Kristal Kalsium Oksalat pada Helaian dan Tangkai Daun**

Pemupukan kalsium mempunyai pengaruh nyata terhadap kerapatan kristal kalsium oksalat pada helaian dan tangkai daun (Gambar 2). Kristal pada helaian daun lebih rapat dibandingkan tangkai. Hal ini disebabkan karena kedua organ tanaman tersebut memiliki fungsi yang berbeda, sehingga besar kemungkinan peranan dari kristal kalsium oksalat juga berbeda. Selain itu, struktur daun memang mendukung penyebaran dari kristal kalsium oksalat. Jaringan parenkim yang terdapat di organ daun terdiri atas jaringan spons dan palisade. Pada sel palisade dan spons, banyak terkandung kloroplas yang banyak berperan dalam penangkapan cahaya pada saat terjadi fotosintesis, dan peranan kristal yang terdapat pada lokasi tersebut membantu dalam mendispersikan cahaya yang memasuki sel palisade tersebut, sehingga di kedua lokasi inilah persebaran dari kristal kalsium oksalat. Menurut Franceschi dan Horner (Franceschi & Horner, 1980) kristal rafida memanjang dari adaksial hingga abaksial permukaan daun, dan tersebar pada sel parenkim palisade, sedangkan kristal yang tersusun paralel dengan permukaan daun terdapat pada parenkim spons. Walaupun pada penelitian ini tidak dilakukan penyayatan daun (arah lateral) tetapi berdasarkan letak sebaran

dari kristal kalsium parenkim palisade maupun spons dapat dikatakan bahwa jaringan parenkim yang terdapat di bagian daun tanaman porang tersebut memiliki peranan penting dalam pembentukan kristal kalsium oksalat.

Ketika dibedakan kerapatan antara betuk rafida dan druse, didapatkan kristal bentuk druse pada daun memiliki kerapatan yang lebih tinggi daripada bentuk rafida (Gambar 2B), dengan nilai rata-rata kerapatan sebesar 686,10 jumlah kristal/mm<sup>2</sup> pada dosis pemberian 16 gmm<sup>-2</sup>. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peranan kristal druse dalam proses fotosintesis yang terjadi di daun. Menurut Kuo-Huang (Korth, et al., 2006), kristal druse memiliki struktur kristal yang kompatibel. Struktur druse yang berbentuk agregat spiral sesuai dengan pendispersian dan pemantulan cahaya di sekitar sel. Pada saat cahaya matahari tinggi, kristal druse dapat berperan dalam membantu proses pemantulan cahaya matahari yang tinggi kembali ke sel-sel penutup, untuk menghindari kerusakan pada kloroplas di sel palisade. Begitu juga pada saat intensitas cahaya rendah, druse juga mempunyai kemampuan untuk dapat beradaptasi terhadap kondisi tersebut dengan tetap membantu pemantulan dan mendispersikan cahaya walaupun intensitas cahaya yang memasuki sel palisade dalam jumlah yang sedikit. Kondisi ini yang menjadikan jumlah kristal druse melimpah di bagian daun.

Ada yang menarik dari keberadaan kristal kalsium oksalat bentuk rafida yang terdapat pada tangkai daun tanaman porang, yaitu posisinya mengikuti arah jaringan parenkimnya (Gambar 1). Jaringan parenkim pengangkut yang terdapat pada batang merupakan jaringan parenkim dengan sel-sel penyusunnya berbentuk memanjang menurut arah pengangkutan (Chen, et al., 2003). Oleh karena itu keberadaan kristal rafida yang memanjang pada bagian tangkai tanaman porang cenderung untuk mengikuti arah pengangkutan kalsium dari akar menuju ke bagian daun, sehingga pada tangkai tampak susunan kristalnya vertikal.

#### KESIMPULAN

Bentuk kristal yang ditemukan ada dua bentuk yaitu rafida dan druse. Untuk rafida memiliki dua bentuk yang berbeda yaitu rafida ujung rata dan ujung tak rata. Dengan pemberian dolomit dosis tinggi (8 dan 16 g tiap kg tanah) tipe morfologi tepi kristal rafida semakin bervariasi dibandingkan dengan dosis rendah (2 dan 4 g tiap kg tanah). Pemberian dolomit

dengan dosis tinggi juga mempengaruhi ukuran panjang kristal bentuk rafida, namun tidak menambah diameter kristal druse. Kristal bentuk rafida mempunyai tiga kelompok ukuran yaitu 1) < 200 µm, 2) 200 – 300 µm, dan 3) >300 µm, semetara druse hanya dua yaitu 24,8 µm dan 37,2 µm. Semakin tinggi dosis dolomit yang diberikan, semakin panjang ukuran kristal rafida. Begitu juga dengan kerapatan kristal, baik di daun maupun petiol kerapatan kristal meningkat selaras dengan peningkatan dosis dolomit. Tingkat kerapatan kristal kalsium oksalat pada helaian daun lebih tinggi daripada petiol daun. Pada daun, kerapatan kristal kalsium tertinggi adalah druse, sedangkan pada petiol adalah rafida.

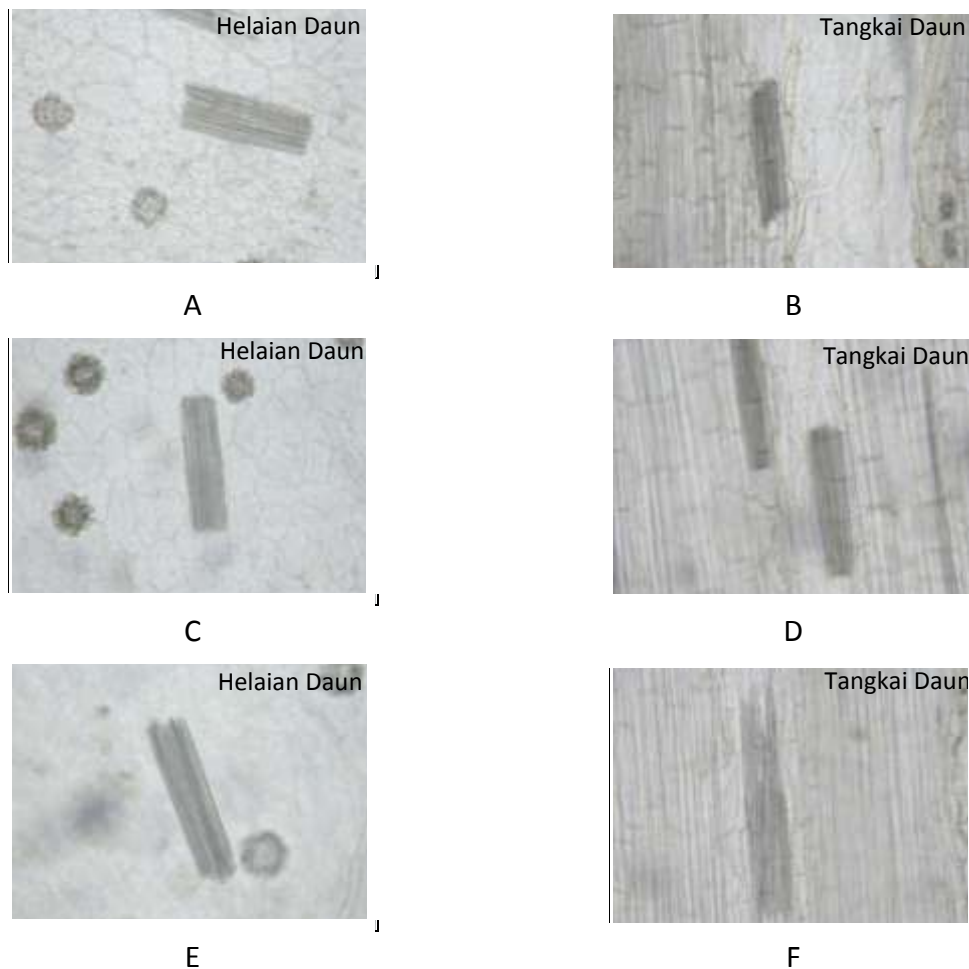
#### DAFTAR PUSTAKA

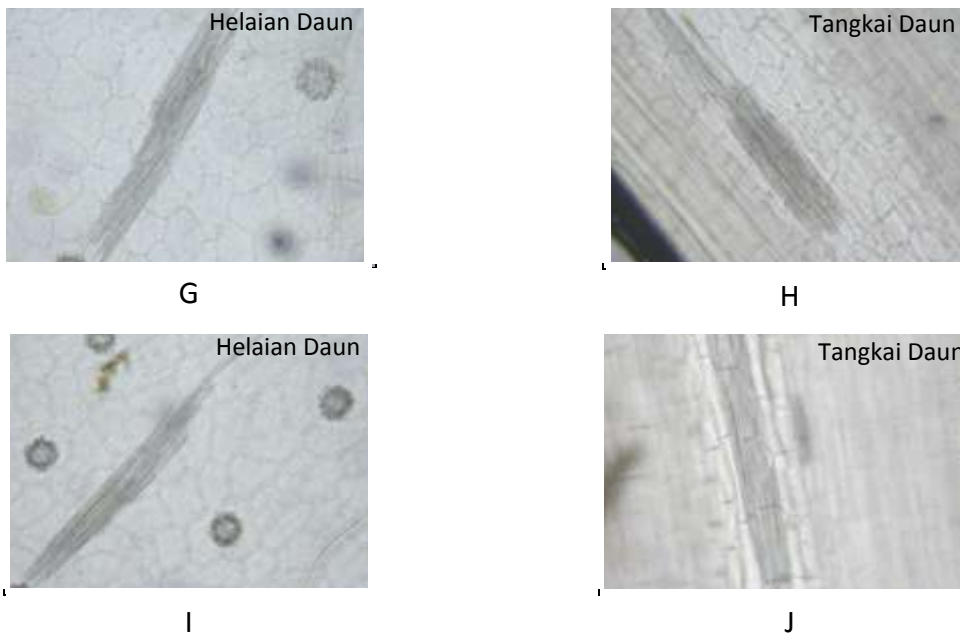
- Ambarwati E dan Murti RH. 2001. Analisis Korelasi dan Koefisien Lintas Sifat-sifat Agronomi terhadap Komposisi Kimia Umbi Iles-iles (*Amorphophallus variabilis*). *Ilmu Pertanian*. 8(2) : 55-61
- Arvill A and Bodin L. 1995. Effect of short-term ingestion of konjac glucomannan on serum cholesterol in healthy men. *Am J Clin Nutr*. 61 : 585-589
- Chen HL, Sheu WH, Tai TS, Liaw YP, and Chen YC. 2003. Konjac supplement alleviated hypercholesterolemia and hyperglycemia in type 2 diabetic subjects-a randomized double-blind trial. *J Am Coll Nutr*. 22:36-42
- Dickison WC. 2000. *Integrative Plant Anatomy*. Academic Press. Harcourt London. P: 41-42
- European Food Safety Authority (EFSA). 2010. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to konjac mannan (glucomannan) and reduction of body weight (ID 854, 1556, 3725), reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 1559), maintenance of normal blood glucose concentrations (ID 835, 3724), maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (ID 3217), maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 3100, 3217), maintenance of normal bowel function (ID 834, 1557, 3901) and decreasing potentially pathogenic gastro-intestinal microorganisms (ID 1558) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal* 8(10):1798
- Franceschi, V.R. dan Nakata, P.A. 2005. Calcium Oxalate in Plants: Formation and Function. *Annual Review of Plant Biology*. 56: 41-71

- Franceschi, V.R., dan Horner, H.T. 1980. Calcium Oxalate Crystals in Plants. *Bot. Rev.* 46:361-427
- Ilarslan H, Palmer RG, and Horner HT. 2001. Calcium Oxalate Crystals in Developing Seeds of Soybean. *Annals of Botany.* 88:243-257
- Keithley J. and Swanson B. 2005. Glucomannan and obesity: a critical review. *Altern Ther Health Med.* 11(6):30-4
- Keating R. 2004. Systematic occurrence of raphide crystals in araceae. *ANN. MISSOURI BOT. GARD.* 91: 495-504.
- Korth KL, Doege SJ, Park S, Fiona L G, Wang Q, Gomez S K, Liu G, Jia L, dan Nakata PA. 2006. *Medicago truncatula* Mutants Demonstrate the Role of Plant Calcium Oxalate Crystals as an Effective Defense Against Chewing Insects. *Plant Physiology.* 141:188-195
- Kuo-Huang L, Maurice SB and Franceschi VR. 2007. Correlation Between Calcium Oxalate Crystals and Photosynthetic Activities in Palisade Cells of Shade Adapted *Peperomia glabella*. *Botanical Studies.* 48: 155-164
- Noonan SC and Savage GP. 1999. Oxalate content of food and its effects on humans. *Asia Pacific J Clin Nutr.* 8(1):64-74
- Sood N, Baker WL, and Coleman CI. 2008. Effect of glucomannan on plasma lipid and glucose concentrations, body weight, and blood pressure: systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 88:1167-75
- Webb MA. 1999. Cell-Mediated Crystallization of Calcium Oxalate in Plants. *Plant Cell* . 11: 751-761

#### LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Kristal kalsium oksalat pada helaian dan tangkai daun tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan berbagai pemberian dosis dolomit

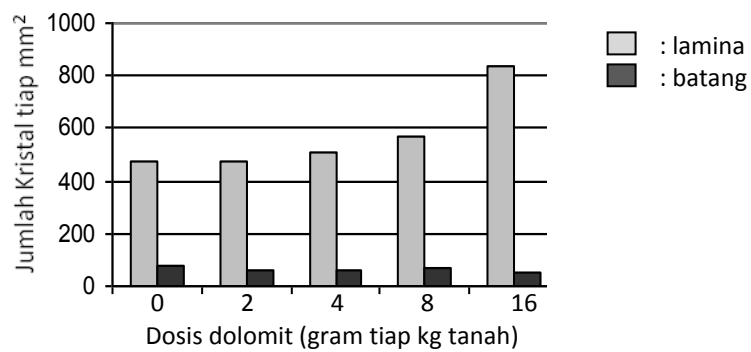




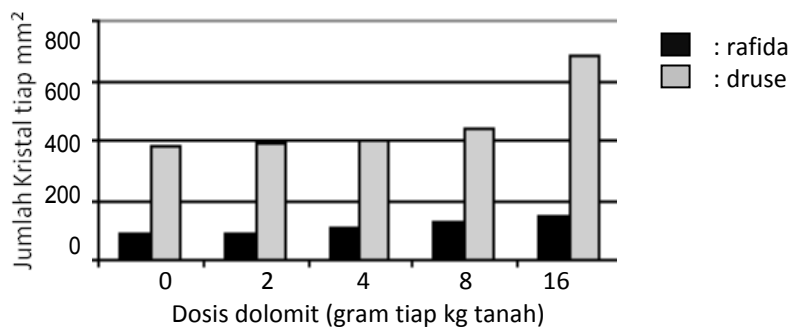
Keterangan:

- |       |                                    |       |                     |
|-------|------------------------------------|-------|---------------------|
| A, B  | = kontrol (tanpa penambahan kapur) | Bar D | = 132 $\mu\text{m}$ |
| C, D  | = 2g kapur tiap kg tanah           | Bar E | = 161 $\mu\text{m}$ |
| E, F  | = 4g kapur tiap kg tanah           | Bar F | = 68 $\mu\text{m}$  |
| G, H  | = 8 g kapur tiap kg tanah          | Bar G | = 122 $\mu\text{m}$ |
| I, J  | = 16 g kapur tiap kg tanah         | Bar H | = 117 $\mu\text{m}$ |
| Bar A | = 139 $\mu\text{m}$                | Bar I | = 103 $\mu\text{m}$ |
| Bar B | = 132 $\mu\text{m}$                | Bar J | = 135 $\mu\text{m}$ |
| Bar C | = 144 $\mu\text{m}$                |       |                     |

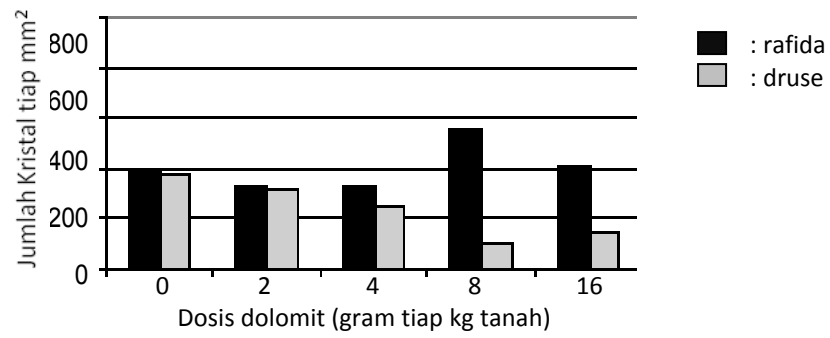
**Lampiran 2.** Kerapatan kristal Ca-Ox pada helaian dan dan tangkai daun



**Lampiran 3.** Kerapatan kristal rafida dan druse pada helaian daun



Lampiran 4. Kerapatan kristal rafida dan druse pada tangkai daun



Diterima : 12 Oktober 2010

Disetujui : 17 Desember 2010