

ANALISIS KADAR KLOOROFIL DAUN CANTIGI (*Vaccinium varingiaefolium*) BERDASARKAN JARAK DARI KAWAH PAPANDAYAN DI TAMAN WISATA ALAM PAPANDAYAN

Lida Amalia dan Rosmayanti

Institut Pendidikan Indonesia; Jl. Terusan Pahlawan No. 32 Tarogong Garut, telp (0262)233556.

e-mail: lidaamalia@institutpendidikan.ac.id

Abstrak :

Tumbuhan yang banyak ditemukan di sekitar Kawah Papandayan adalah cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*). Telah diketahui bahwa tinggi tumbuhan cantigi semakin bertambah dengan bertambahnya jarak dari kawah. Hal ini disebabkan kondisi sekitar kawah dengan banyaknya gas belerang yang dikeluarkan dari kawah. Dengan demikian dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kadar klorofil daun cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*) dengan jarak yang berbeda dari Kawah Papandayan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, dengan populasi daun tanaman cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*) di kawasan Taman Wisata Alam Papandayan. Sampel dalam penelitian ini adalah daun tanaman cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*) yang berada pada radius atau jarak 0-25 m (R1), 25-50 m (R2), dan 50-75 m (R3) dari Kawah Papandayan. Sampel diambil secara acak sebanyak 10 buah daun dari 10 pohon pada masing-masing kategori jarak. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa rata-rata kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil total pada jarak 0-25 m adalah berturut-turut 3,60 mg/L, 2,80 mg/L dan 6,50 mg/L. Pada jarak 25-50 m adalah 3,79 mg/L, 3,10 mg/L dan 6,89 mg/L, sedangkan pada jarak 50-75 m adalah 4,00 mg/L, 3,90 mg/L dan 7,90 mg/L. Berdasarkan hasil uji statistik dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jarak dari kawah Papandayan berpengaruh terhadap kadar klorofil daun cantigi, semakin jauh jarak dari kawah, semakin banyak kadar klorofilnya.

Kata Kunci : Kadar Klorofil Daun Cantigi, Jarak dari Kawah Papandayan.

Abstract:

"ANALYSIS OF CHLOROPHYLL CONTENT IN CANTIGI LEAF (*Vaccinium varingiaefolium*) BASED ON DISTANCE FROM PAPANDAYAN CRATER IN NATURE PARK PAPANDAYAN". Plants that are found around the Papandayan Crater are cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*). It is known that the height of the cantigi plant is increasing with increasing distance from the crater. This is due to the conditions around the crater with the amount of sulfur gas released from the crater. Thus, a study was conducted to determine the chlorophyll content of cantigi leaves (*Vaccinium varingiaefolium*) at different distances from the Papandayan Crater. The method used in this study is descriptive method, with leaf population of cantigi plants (*Vaccinium varingiaefolium*) in the Papandayan Nature Park. The sample in this study is leaves cantigi plant (*Vaccinium varingiaefolium*) which are in a radius or distance of 0-

25 m (R1), 25-50 m (R2), and 50-75 m (R3) from the Papandayan Crater. Samples were taken randomly as many as 10 leaves from 10 trees in each distance category. Based on the results of the study it can be seen that the average levels of chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll at a distance of 0-25 m are 3.60 mg / L, 2.80 mg / L and 6.50 mg / L respectively. At a distance of 25-50 m is 3.79 mg / L, 3.10 mg / L and 6.89 mg / L, while at a distance of 50-75 m is 4.00 mg / L, 3.90 mg / L and 7.90 mg / L. Based on the results of statistical tests it can be seen that there are significant differences. Thus it can be concluded that the distance from the Papadayan crater affects the chlorophyll content of the cantigi leaves, the farther of distance from the crater, the more chlorophyll content..

Keywords: Cantigi Leaf Chlorophyll Content, Distance from Papandayan Crater.

Latar Belakang Masalah

Gunung Papandayan merupakan salah satu gunung berapi yang masih aktif dengan ketinggian mencapai 2500 m dpl. Secara geografi Gunung Papandayan terletak di Kabupaten Garut dan Bandung, Jawa Barat. Puncak gunung ini terletak pada 7° 19' Lintang Selatan dan 107° 44' Bujur Timur. Kawasan ini terdiri dari dua bagian yaitu Cagar Alam dan Taman Wisata Alam. Pada tahun 2001 Papandayan meletus sehingga mengubah topografi dan gugusan kawah serta vegetasinya. Kawah Papandayan yang terbentuk dari letusan Gunung Papandayan mempunyai tofografi bergunung-gunung dan berbukit-bukit, dataran rendah dan lembah. Kemiringan lahannya yaitu curam di Cagar Alam yang memiliki luas 6807 Ha. Landai di Taman Wisata Alam yang memiliki luas 225 Ha (Dinas Kehutanan Jawa Barat, 2007).

Flora khas di daerah ini mencirikan tumbuhan khas pegunungan berapi seperti cantigi (*Vaccinium varingiefolium*). Selain itu, ada juga tumbuhan lain selain cantigi seperti Puspa (*Schima walichii*), Pasang (*Querus sp.*), Saninten (*Castanopsis argente*) dan yang paling menarik terdapat Bunga Edelweiss (*Anaphalis javanica*). Fauna yang terdapat di kawasan Papandayan ini yaitu, Surili (*Presbytis comata*) yang merupakan satwa liar ciri khas Jawa Barat, Lutung, Babi hutan, Macan Kumbang dan berbagai macam burung (Hapsari dkk, 2006).

Taman Wisata Alam Kawah Papandayan merupakan kawasan wisata yang terletak di Kecamatan Cisarupan Kabupaten Garut. Jarak dari pusat kota Garut cukup dekat, dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan beroda dua maupun beroda empat. "Taman Wisata Alam Kawah Papandayan, merupakan gunung berapi yang masih aktif dengan ketinggian mencapai 2.500 m dpl" (Hapsari dkk, 2006).

Seperti gunung berapi pada umumnya, kawasan gunung yang masih aktif ini mempunyai kandungan gas alam, seperti SO₂ dan H₂S. Menurut Shroder (1979, dalam Suyitno, Suryani dan Ratnawati, 2003), sulfur dioksida (SO₂) merupakan oksida belerang yang tidak mudah terbakar, beraroma tajam dan waktu tinggal di udara selama 4 hari. Hidrogen sulfida (H₂S) merupakan gas yang mudah terbakar, aromanya khas seperti telur busuk dan waktu tinggal di udara selama 2 hari. Pada waktu gas belerang berdifusi di atmosfer, akan terjadi proses pengenceran karena sebagian dari gas tersebut akan terdeposit basah atau kering pada permukaan benda atau organisme yang ada pada arah difusi, akibatnya akan terbentuk gradien konsentrasi gas belerang dan atau keasaman habitat di sepanjang arah difusi gas.

Dengan terbentuknya gradien konsentrasi gas atau keasaman habitat ini memungkinkan terjadinya gradien toleransi dari jenis-jenis tumbuhan dominan penyusun vegetasi di sekitar kawah. Laju deposisi kering tergantung pada konsentrasi SO₂ dan H₂S, turbulensi atmosfer dan

afinitas permukaan. Deposisi basah dipengaruhi oleh curah hujan, kelembaban tanah maupun udara (Nasir, 1994, dalam Suyitno, Suryani dan Ratnawati, 2003).

Gas belerang akan terdeposisi menjadi asam sulfat dan jatuh ke tanah sebagai hujan asam. Di dalam tanah, asam sulfat selanjutnya akan terionisasi menjadi ion H^+ dan SO_4^{2-} , sehingga menyebabkan tanah menjadi lebih asam. Deposisi basah SO_2 dan H_2S pada tanah yang kekurangan sulfat akan menguntungkan bagi tumbuhan karena sulfur merupakan unsur hara yang esensial, tetapi akan berdampak negatif bila dalam keadaan berlebihan (*excess*). Selain tanah akan bersifat lebih asam yang dapat menurunkan ketersediaan beberapa hara penting, penyerapan belerang yang berlebihan dapat meracuni tumbuhan (Bradley dan Dunn, 1989, dalam Suyitno, Suryani dan Ratnawati, 2003).

Tumbuhan mempunyai respon yang berbeda-beda, mempunyai tingkat adaptasi yang berbeda-beda pula. Ada sebagian tumbuhan yang bersifat toleran terhadap lingkungannya ada juga tumbuhan yang tidak bersifat toleran, sehingga mengakibatkan tumbuhan tersebut mati. Tumbuhan yang banyak ditemukan di kawasan Taman Wisata Alam Kawah Papandayan salah satunya adalah tanaman cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*). Tumbuhan ini dapat melakukan toleransi terhadap keadaan lingkungan di kawasan Taman Wisata Alam Kawah Papandayan. Tumbuhan ini melakukan adaptasi secara morfologi dan anatomi. *Vaccinium varingiaefolium* adalah salah satu spesies yang nilai pentingnya paling tinggi di sekitar Kawah Papandayan. Menurut Suyitno, Suryani dan Ratnawati (2003), habitus tanaman cantigi semakin bertambah tinggi dengan bertambahnya jarak dari kawah, sehingga pada jarak tertentu terdapat perbedaan kenampakan morfologis terutama habitus pohonnya. Jika jaraknya dengan kawah semakin dekat, maka ketinggian pohonnya semakin pendek, dan semakin jauh dari kawah maka ketinggian pohonnya semakin tinggi. Tanaman cantigi mempunyai peranan yang sangat penting, khususnya bagi para pendaki gunung, sebab tanaman dapat dijadikan sebagai pegangan para pendaki ketika melakukan pendakian dan daun serta buahnya dapat dimakan.

Setiap tanaman hijau seyogianya selalu melakukan proses fotosintesis dan proses ini terjadi pada bagian daun tumbuhan. Salah satu komponen yang sangat berguna untuk membantu proses fotosintesis adalah klorofil. Pembentukan klorofil dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk di dalamnya adalah faktor zat-zat yang terdapat di dalam tanah. Kadar belerang yang sangat tinggi biasanya dapat mengubah warna daun menjadi kuning, namun pada tanaman cantigi justru daunnya tidak menguning. Mungkin karena tanaman ini mempunyai daya toleransi yang sangat tinggi. Akan tetapi tidak diketahui apakah semua ini berpengaruh atau tidak terhadap kadar klorofil tanaman cantigi.

Dilihat dari kandungan belerang di kawasan Taman Wisata Kawah Papandayan yang cukup tinggi maka fenomena adaptasi tanaman cantigi sangat menarik untuk diteliti terutama secara fisiologi. Dengan demikian berdasarkan uraian di atas, perlu dianalisis dan diteliti lebih dalam mengenai adaptasi secara fisiologi pada jarak yang berbeda dari Kawah Papandayan. Rumusan masalah yang diteliti secara umum yakni, “Apakah ada perbedaan kadar klorofil daun cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*) berdasarkan jarak dari Kawah Papandayan di Taman Wisata Alam Papandayan?”.

Metode Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah tanaman cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*) di kawasan Taman Wisata Alam Kawah Papandayan. Sampelnya adalah tanaman cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*) yang berada pada radius atau jarak 0-25 m (R1), 25-50 m (R2), dan

50-75 m (R3) dari kawah Papandayan. Sampel diambil secara acak sebanyak 10 buah daun dari 10 pohon pada masing-masing kategori jarak. Untuk Analisis klorofil ini digunakan daun ke -5 dari pucuk, dengan kategori: daun terkena sinar matahari, utuh dan tidak rusak serta telah berwarna hijau. Wilayah pengambilan sampel adalah wilayah Timur dari kawah Papandayan. Wilayah ini diambil karena populasi tanaman cantigi sangatlah banyak dan medan penelitian pun aman.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun tanaman cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*), aseton 85 %. Parameter yang diukur adalah kadar klorofil, yaitu rata-rata kandungan klorofil pada daun cantigi dari jarak yang berbeda (R1, R2 dan R3). Pengukuran kadar klorofil ini dilakukan secara spektrofotometrik yang didasarkan pada hukum Lambert-Beer dengan metoda Arnon (1949). Daun cantigi sebanyak 0,1 g digerus dan diekstrak dengan pelarut aseton 85 % sebanyak 10 mL. Kemudian disaring dengan kertas saring dan larutan klorofil diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang () 663 dan 645 nm. Kadar klorofil dihitung dengan rumus :

$$\text{Klorofil a} = 12,7 D-663 - 2,69 D-645 \text{ (mg/ L)}$$

$$\text{Klorofil b} = 22,9 D-645 - 4,68 D-663 \text{ (mg/ L)}$$

$$\text{Klorofil Total} = 20,2 D-645 + 8,02 D-663 \text{ (mg/L)}$$

Parameter kadar klorofil pada tiap kategori jarak dianalisis dengan melihat normalitas data dengan uji Liliefors, dilanjutkan dengan melihat homogenitasnya dengan uji Bartlett. Bila hasilnya homogen, dilanjutkan dengan analisis sidik ragam (ANOVA), sedangkan perbedaan perlakuan dianalisis dengan uji Scheffé pada taraf nyata () 0,05. Jika data berdistribusi tidak normal maka penghitungan dilanjutkan dengan menggunakan uji hipotesis Kruskal–Wallis (Sundayana, 2010).

Hasil dan Pembahasan

Cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*) atau manis rejo (Gambar 1) merupakan tumbuhan menahun yang tumbuh di hutan pegunungan atas, pada ketinggian 1500 – 2400 m dpl (di atas permukaan air laut). Jenis tumbuhan dari suku *Ericaceae* ini mempunyai perawakan semak, perdu sampai pohon yang tingginya hingga mencapai 10 m. Jenis ini tersebar di seluruh Jawa di atas 1.350 m dpl (Primajati, 2010).



Gambar 1. Tumbuhan Cantigi (*Vaccinium varingiaefolium*)

Berdasarkan pengukuran kadar klorofil pada daun cantigi di tiga radius atau jarak dari kawah Gunung Papandayan, maka didapatkan data yang tercantum pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3. Semua data (klorofil a, klorofil b dan klorofil total) di tiga radius, berdistribusi normal dan mempunyai varians yang homogen. Demikian juga dari hasil uji Anava diketahui bahwa perbedaan dari data di tiga radius ini berbeda nyata.

Tabel 1. Kadar Klorofil pada Jarak 0-25 m (R1) dari Kawah Papandayan

No.	Nilai Absorbansi pada		Nilai kadar klorofil pada jarak 0- 25 m dari kawah (mg/L)		
	663 nm	645 nm	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
1.	0,309	0,191	3,41	2,93	6,34
2.	0,190	0,114	2,10	1,72	3,82
3.	0,449	0,31	4,87	4,99	9,86
4.	0,496	0,258	5,6	3,58	9,18
5.	0,211	0,135	2,31	2,11	4,42
6.	0,403	0,178	3,64	2,19	6,83
7.	0,354	0,195	3,97	2,81	6,78
8.	0,396	0,234	4,40	3,51	7,91
9.	0,262	0,162	2,89	2,48	5,37
10.	0,213	0,119	2,38	1,73	4,11
rata-rata			3,60	2,8	6,5

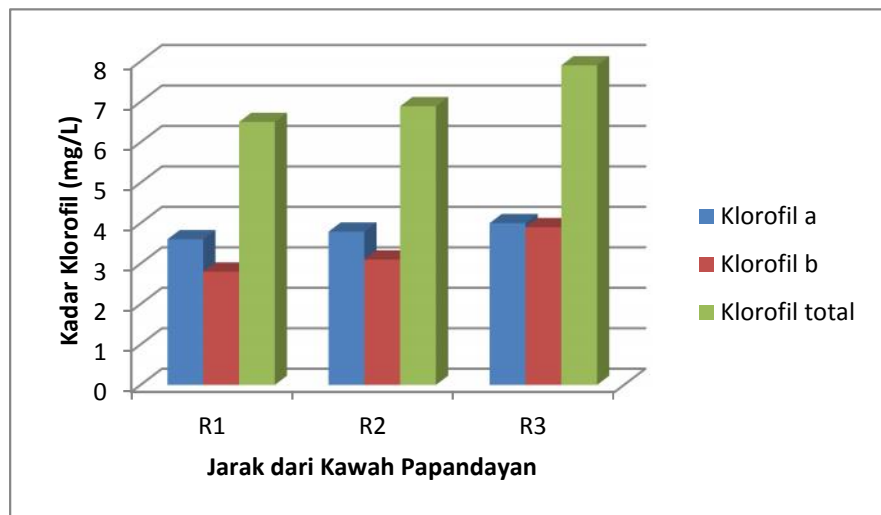
Tabel 2. Kadar Klorofil pada Jarak 25-50 m (R2) dari Kawah Papandayan

No.	Nilai Absorbansi pada		Nilai kadar klorofil pada jarak 25-50 m dari kawah (mg/L)		
	663 nm	645 nm	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
1.	0,281	0,197	3,04	3,19	6,23
2.	0,293	0,183	3,23	2,82	6,05
3.	0,43	0,307	4,63	5,02	9,65
4.	0,274	0,154	3,06	2,24	5,30
5.	0,295	0,173	3,28	2,57	5,86
6.	0,349	0,184	3,94	2,58	6,52
7.	0,202	0,093	2,31	1,18	3,49
8.	0,400	0,175	4,61	2,13	6,74
9.	0,344	0,169	3,91	2,27	6,18
10.	0,550	0,407	5,89	6,74	12,63
rata-rata			3,79	3,10	6,89

Tabel 3. Kadar Klorofil pada Jarak 50-75 m (R3) dari Kawah Papandayan

No.	Nilai Absorbansi pada		Nilai kadar klorofil pada jarak 50-75 m dari kawah (mg/L)		
	663 nm	645 nm	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
1.	0,324	0,182	3,63	2,65	6,28
2.	0,288	0,171	3,19	2,57	5,76
3.	0,266	0,174	2,91	2,74	5,65
4.	0,383	0,277	4,11	4,55	8,66
5.	0,337	0,253	3,59	4,21	7,80
6.	0,419	0,272	4,59	4,26	8,85
7.	0,419	0,307	4,50	5,06	9,56
8.	0,473	0,342	5,08	5,62	10,7
9.	0,423	0,259	4,67	3,95	8,62
10.	0,377	0,220	4,19	3,27	7,46
rata-rata			4,00	3,90	7,90

Untuk lebih memudahkan pembahasan, maka dibuat grafik seperti pada Gambar 2 berikut ini. Berdasarkan Gambar 2 ini, jelas sekali terlihat peningkatan kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil total seiring dengan semakin jauhnya jarak dari Kawah Papandayan.



Gambar 2. Perbandingan kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil total (mg/L) pada jarak yang berbeda dari Kawah Papandayan.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dan dari data yang telah didapat, maka setiap tempat pengambilan sampel tanaman cantigi mempunyai kondisi alam yang berbeda-beda. Setiap tempat yang diukur faktor iklimnya mempunyai kondisi yang beragam. Jarak dari kawah menentukan tingkat pH, kecepatan angin, intensitas cahaya, suhu dan kelembapan udara. Faktor

lingkungan yang berbeda-beda terjadi karena jarak dari kawah dan ketinggian tempat yang berbeda-beda.

Hasil perhitungan kadar klorofil dengan metode Arnon, menghasilkan rata-rata kadar klorofil a pada jarak 0-25 meter sebesar 3,6 mg/L, pada jarak 25-50 meter sebesar 3,79 mg/L, dan pada jarak 50-75 meter sebesar 4,00 mg/L. Rata-rata kadar klorofil b pada jarak 0-25 meter sebesar 2,8 mg/L, pada jarak 25-50 meter sebesar 3,1 mg/L, dan pada jarak 50-75 meter sebesar 3,9 mg/L. Rata-rata kadar klorofil total pada jarak 0-25 meter sebesar 6,5 mg/L, pada jarak 25-50 sebesar 6,89 dan rata-rata kadar klorofil pada jarak 50-75 meter sebesar 7,90 mg/L.

Berdasarkan perhitungan statistika dengan menggunakan uji Anova, pada klorofil a terdapat perbedaan karena $F_{hitung}(-295,68) < F_{tabel}(3,35)$. Tetapi setelah dilanjutkan dengan uji lanjut Anova dengan menggunakan Uji Scheffe kadar klorofil a pada setiap jarak yang dibandingkan tidak mempunyai perbedaan yang signifikan, karena Nilai Perbedaan Absolut tiap Pasangan Rata-rata (NPAPR) < Nilai Kritis Perbedaan Rata-rata (NKPR). Klorofil a pada jarak 0-25 meter dengan klorofil a pada jarak 25-50 meter mempunyai NPAPR (0,23) < NKPR (5,40). Klorofil a pada jarak 0-25 meter dengan klorofil a pada jarak 50-75 meter mempunyai NPAPR (0,47) < NKPR (5,40). Dan klorofil a pada jarak 25-50 meter dengan klorofil pada jarak 50-75 meter mempunyai NPAPR (0,26) < NKPR (5,40).

Pada klorofil b tidak terdapat perbedaan, karena $F_{hitung}(708,354) > F_{tabel}(3,35)$. Pada uji hipotesis klorofil total bukan menggunakan uji Anova melainkan menggunakan Uji Kruskal Wallis karena data tidak berdistribusi normal. Hasil perhitungannya menghasilkan nilai $H(2,59) < X^2_{tabel}(5,99)$ maka terdapat perbedaan.

Berdasarkan Perhitungan dengan metode Arnon dan dengan uji hipotesis dengan statistika secara keseluruhan terdapat perbedaan kadar klorofil. Sehingga tanaman cantigi melakukan adaptasi fisiologi terhadap lingkungannya dengan mempunyai kadar klorofil yang berbeda-beda di setiap jarak yang dibandingkan. Adanya perbedaan ini disebabkan karena adanya tingkat pH yang berbeda pada jarak 0-25 meter (4,54), 25-50 meter (6,68) dan 50-75 meter (6,90). Semakin jauh jarak dari kawah, maka semakin besar kadar klorofil. Hal ini karena tingkat keasaman dapat menurunkan atau mengakibatkan degradasi kadar klorofil (Budiyanto, 2008). Secara umum terdapat tiga reaksi yang dapat menjelaskan degradasi pigmen klorofil, yaitu reaksi peofitnasi, pembentukan klorofilid, dan oksidasi. Reaksi peofitnasi adalah reaksi pembentukan peofitin. Peofitin adalah bentuk klorofil yang kehilangan ion Mg^{2+} , sehingga warna yang diekspresikan bukan hijau melainkan hijau kecoklatan. Klorofil a diketahui mengalami reaksi peofitnasi lima sampai sepuluh kali lebih cepat dibandingkan dengan klorofil b. Reaksi peofitnasi dapat terjadi ketika klorofil diperlakukan asam. Ion Mg^{2+} yang berada di tengah-tengah molekul akan lepas dan digantikan oleh ion hidrogen. Reaksi jenis kedua yaitu reaksi pembentukan klorofilid. Klorofilid dapat terbentuk dari reaksi hidrolisis pada suasana asam maupun basa. Biasanya reaksi ini terjadi akibat aktifitas enzim klorofilase. Pada kondisi normal, enzim klorofilase diduga terikat kuat secara fisik pada lipoprotein lamela sehingga tidak bereaksi menghidrolisis klorofil. Reaksi yang ketiga adalah reaksi oksidasi, reaksi ini menghasilkan produk yang tidak berwarna akibat dari teralomerasinya klorofil dan pecahnya cincin tetrapireol.

Hal tersebut diperkuat oleh beberapa penelitian yang sudah dilakukan, diantaranya penelitian Choesin, Amnah dan Taufikurrahman (2001) yang telah meneliti aspek ekologi *Vaccinium varingiaefolium* yang tumbuh di lingkungan dengan cekaman vulkanik. Mereka membandingkan beberapa aspek morfologi dan ekofisiologi *Vaccinium varingiaefolium* yang tumbuh dengan jarak 0, 100 dan 200 meter dari kawah Gunung Berapi Tangkuban Parahu Jawa Barat. Dari hasil pengukuran diperoleh data bahwa konsentrasi SO_2 berkurang seiring dengan

semakin bertambahnya jarak dari kawah. Kandungan prolin pada daun, rata-rata luas daun, tinggi tumbuhan dan diameter batang *Vaccinium varingiaefolium* bertambah dengan semakin jauhnya jarak dari kawah, sedangkan rata-rata ketebalan daun berkurang. Akan tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan antar lokasi pada parameter laju transpirasi tumbuhan, kandungan Sulfur total pada daun, jumlah stoma dan jumlah buah. Parameter terakhir ini menunjukkan bahwa aspek reproduksi tidak dipengaruhi oleh cekaman (stress).

Penelitian Taufikurrahman dan Muhsin (2008), meneliti tentang tanggapan ekofisiologi lumut kerak *Physcia sp* yang tumbuh pada kulit kayu tumbuhan *Vaccinium varingiaefolium* terhadap gas Sulfur yang dilepaskan secara kontinyu oleh kawah Gunung berapi Tangkuban Parahu Jawa Barat. Tumbuhan sampel diambil dari tiga lokasi, yaitu dengan jarak 5 m, 75 m dan 150 m dari kawah. Kandungan SO₂ pada tiga lokasi penelitian, semakin dekat ke kawah semakin bertambah (dari 0,0234 sampai 0,0519 ppm), kandungan ion sulfat pada tanah juga bertambah (dari 323 sampai 539 ppm), juga seiring dengan penambahan keasaman kulit kayu (dari pH 3,59 sampai 3,17). Kandungan sulfur total pada jaringan *Physcia sp* juga bertambah (dari 0,112 sampai 0,188 % dari berat kering tumbuhan), sebagai hasil dari penyerapan sulfur secara langsung dari udara. Kandungan klorofil a berkurang dari 110 sampai 34 mg/g berat segar, sedang klorofil b berkurang dari 54 sampai 15 mg/g berat segar. Panjang talus juga berkurang dari 0,56 sampai 0,39 cm, luas penutupan dalam area 400 cm² (dari 60,8 sampai 33,6 %) dan jumlah koloni dalam area 400 cm² (dari 69 sampai 45). Konsentrasi prolin pada jaringan lumut kerak bertambah (dari 51,9 sampai 85,8 mg/g berat segar) karena tingkat polutan di atmosfer meningkat. Jadi dapat disimpulkan bahwa sulfur mengurangi pertumbuhan lumut kerak dengan mengurangi laju fotosintesis, karena kandungan klorofil secara signifikan berkurang. Lumut kerak memproduksi lebih banyak prolin, yang berkontribusi untuk mekanisme adaptasi fisiologi pada lumut kerak.

Penelitian Mendel, Hansch dan Rennenberg (2008) yang meneliti tentang aspek molekuler dari pengaruh polutan udara pada tumbuhan dengan cekaman sulfur dioksida. Penelitiannya difokuskan pada SO₂ sebagai polutan udara terbesar ketiga dan pada enzim oksidase yang mendetoksifikasi senyawa ini. Sudah sejak lama, pembentukan dan aktivitas sulfit oksidase menjadi perdebatan yang kontroversial. Ketika asimilasi sulfat pada kloroplas, sulfat direduksi melalui sulfit menjadi sulfide organik yang sangat penting untuk biosintesis sistein. Namun telah dilaporkan bahwa sulfit dapat dioksidasi kembali menjadi sulfat, yaitu ketika tumbuhan didedahkan pada gas SO₂. Mereka telah mengidentifikasi bahwa sulfit oksidase sebagai anggota ke-empat dari enzim molibdenum pada tumbuhan, yang nampaknya sangat penting untuk mendetoksifikasi kelebihan sulfit. Sulfit oksidase terdapat secara luas pada spesies tumbuhan dan diekspresikan dalam seluruh organ tumbuhan.

Dengan demikian emisi gas Sulfur yang dikeluarkan dari Kawah Gunung Papandayan berpengaruh terhadap metabolisme tumbuhan, khususnya Cantigi. Hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya kadar klorofil pada daun Cantigi yang semakin mendekati kawah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis kadar klorofil, maka tumbuhan khas gunung berapi *Vaccinium varingiaefolium* mempunyai kadar klorofil a dan klorofil total yang berbeda pada setiap jarak yang dibandingkan. Dengan perbedaan kadar klorofil ini maka dapat disimpulkan bahwa jarak dari Kawah Papandayan berpengaruh terhadap kadar klorofil daun Cantigi, semakin jauh jarak dari kawah, semakin banyak kadar klorofilnya.

Daftar Pustaka

- Arnon, D. I. (1949): Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, *Plant Physiol.*, **24**(1), 1 – 15.
- Budiyanto, A. W. (2008): *Pengaruh Pengasaman terhadap Fotodegradasi Klorofil a*. [Online]. Tersedia: <http://journal.fmipa.itb.ac.id/jms/article/viewFile/202/197> (30 Juni 2017).
- Choesin, D. N., S. Amnah S. dan Taufikurahman, T. (2001): Ecological Aspects of *Vaccinium varingiaefolium* Growing in a Stressed Volcanic Environment. [Online]. Tersedia: <http://2001.botanyconference.org/section3/abstracts/47.shtml>. [24 Agustus 2017].
- Dinas Kehutanan Jawa Barat. (2007): Info kawasan gunung/hutan kawasan Jawa Barat. [Online]. Tersedia: <http://www.dishut.jabarprov.go.id>. (21 Februari 2017).
- Hapsari, N.I., E. Famurrianty, Q. Ayunin, E. Koswara dan I. Sunandi. (2006): *Buku Informasi Kawasan Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat II*. Ciamis. Balai BKSDA Jawa Barat II.
- Mendel, R. R., R. Hansch dan H. Rennenberg. (2008): Molecular Aspect of Air Pollutan Impact on Plants with emphasis on sulfur dioxide. [Online]. Tersedia : <http://r.mendel@tu-bs.de>. [24 Agustus 2017].
- Primajati, M. (2010): *Aktifitas Antifidan Ekstrak Daun Cantigi*. [Online]. Tersedia: <http://www.blog.wildlifeandnature.com/.Html> (2 Juli 2017).
- Sundayana, R. (2010): *Statistika Penelitian Pendidikan*. STKIP Garut Press. Garut.
- Suyitno, A., D. Suryani dan Ratnawati. (2003): *Tanggapan Stomata dan Laju Transpirasi Daun Vaccinium varingiaefolium (Bl.) Miq. menurut Tingkat Perkembangan Daun dan Jarak terhadap Sumber Emisi Gas Belerang Kawah Sikidang Dataran Tinggi Dieng*. Jurusan Pendidikan Biologi UNY. Yogyakarta.
- Taufikurahman, T. dan M. Muhsin. (2008): Ecophysiological Responses of Lichen *Physia sp* to Sulfur Dioxide Polluted Air. [Online]. Tersedia : <http://taufikurahmanitb.wordpress.com>. (24 Agustus 2017).