

RESPON ANATOMI DAN FISILOGI TANAMAN PEGAGAN (*Centella asiatica* L. Urban) TERHADAP KETINGGIAN TEMPAT YANG BERBEDA DI KULON PROGO

ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF PEGAGAN (*Centella asiatica* L. Urban) AT DIFFERENT ALTITUDES IN KULON PROGO

Deviayu Fajar Pradita* dan Lili Sugiyarto

Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

*email korespondensi: pradita1107@gmail.com

Submitted: 15 Mei 2023, Accepted: 13 Juli 2023

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon anatomi, fisiologi tanaman pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) terhadap ketinggian tempat yang berbeda di Kulon Progo dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Penelitian observasi dengan metode *purposive sampling* ini dilakukan di tiga tempat dengan ketinggian 0-400 mdpl, 400-800 mdpl dan 0-800 mdpl. Sampel penelitian ini adalah daun pegagan ke 3-4 dengan ukuran yang relatif sama dengan 3 kali ulangan setiap lokasi. Variabel yang diamati berupa penampang melintang daun, kerapatan stomata, kandungan klorofil (total, a, dan b) dan laju transpirasi pegagan serta faktor lingkungan (mikroklimatik dan edafik). Analisis data menggunakan IBM SPSS 26 dengan teknik varian satu jalur, uji lanjut dengan HSD Tukey, analisis korelasi, dan regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi lokasi maka kerapatan sel pada jaringan palisade dan bunga karang (daun menipis), kerapatan stomata adaksial berkurang, kandungan klorofil (total, a, dan b) bertambah. Laju transpirasi pegagan tidak berbeda pada ketiga lokasi. Faktor lingkungan yang berpengaruh secara signifikan adalah intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban tanah, suhu tanah, kelembaban udara, pH dan kecepatan angin.

Kata kunci: perbedaan ketinggian tempat, anatomi, fisiologi, *Centella asiatica* L. Urban

Abstract

The purposes of the research were to know the response of anatomy, physiology of pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) at different altitudes in Kulon Progo and environmental factors that influence it. This observational research using *purposive sampling* method was carried out in three places with altitudes of 0-400 masl, 400-800 masl and 0-800 masl. The sample in this study was the leaves of pegagan 3-4 with relatively the same size with 3 replications in each location. The observed variables were cross section of leaves, stomata density, chlorophyll content (total, a, and b) and rate of transpiration and environmental factors (microclimatic and edaphic). Data analysis using IBM SPSS 26 with one-way variant technique, further tests with Tukey's HSD, correlation analysis, and regression. The results showed that the higher the location, the cell density in palisade and spongy tissue (thinning leaves), and adaxial stomatal density decreases, and increasing of chlorophyll content (total, a, and b). Pegagan transpiration rates did not differ at the three locations. The significant effect of environmental factors are light intensity, air temperature, soil humidity, soil temperature, air humidity, pH and wind speed.

Keywords: differences altitude, anatomy, physiology, *Centella asiatica* L. Urban

Pendahuluan

Tanaman pegagan adalah tanaman herba yang sudah lama dimanfaatkan sebagai tanaman obat tradisional. Berdasarkan hasil penelitian [1] tanaman pegagan dapat meningkatkan fungsi atau kemampuan mental dan mengurangi kerusakan oksidatif yang

diinduksi oleh streptozotocin pada penyakit Alzheimer pada tikus. Di Asia Tenggara, masyarakat memanfaatkan pegagan sebagai obat untuk penyembuhan luka, radang, reumatik, asma, wasir, tuberkulosis, lepra, disentri, demam, dan penambah selera makan

[2]. Sedangkan tanaman pegagan di Kulon Progo banyak dimanfaatkan untuk berbagai macam olahan makanan seperti coklat, permen, teh, dan keripik pegagan. Pengolahan tanaman pegagan yang semula dianggap sebagai gulma tersebut dapat meningkatkan perekonomian masyarakat.

Kulon Progo dibagi menjadi dataran rendah dengan ketinggian 0-100 mdpl meliputi wilayah Kecamatan Temon, Wates, Panjatan, Galur dan Lendah. Di bagian tengah adalah dataran rendah dan perbukitan dengan ketinggian antara 100-500 mdpl yang meliputi wilayah Kecamatan Sentolo, Pengasih, Kokap. Sedangkan di bagian utara merupakan wilayah dataran tinggi atau Perbukitan Menoreh dengan ketinggian antara 500-1000 mdpl yang meliputi wilayah Kecamatan Girimulyo, Nanggulan, Kalibawang dan Samigaluh [3].

Adanya perbedaan topografi di Kulon Progo juga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pegagan, baik secara morfologi, anatomi, dan fisiologi. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman pegagan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor abiotik baik klimatik maupun edafik antara lain suhu, ketinggian tempat, pH tanah, kelembaban, curah hujan, intensitas cahaya dan lain sebagainya. Adanya perbedaan lingkungan akan mengakibatkan adanya perbedaan tanggapan fenotip tanaman pegagan karena pada dasarnya penampilan fenotip suatu tanaman merupakan ekspresi dari faktor genetik, lingkungan serta interaksi antara faktor genetik dan lingkungan. Untuk itu, morfologi tanaman juga akan menyesuaikan dengan kondisi lingkungan dengan maksud agar proses fisiologi tanaman dapat berjalan dengan optimal. Tanaman pegagan yang mampu beradaptasi dan tumbuh optimal ini dapat dijadikan bibit unggul untuk kegiatan budidaya. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian observasi mengenai respon anatomi dan fisiologi tanaman pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) di ketinggian tempat yang berbeda di Kulon Progo.

Metode penelitian

Penelitian ini adalah penelitian observasi dengan metode *purposive sampling* untuk mengetahui respon anatomi dan fisiologi Pegagan di Kulon Progo serta faktor lingkungan yang mempengaruhi kedua respon tersebut.

Pengambilan data lapangan berupa kondisi lingkungan (mikroklimatik dan edafik), kerapatan stomata, dan pengukuran laju transpirasi tanaman pegagan pada penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2019 pukul 09.00 – 12.00 WIB dengan kondisi cuaca cerah. Lokasi pengambilan data lapangan berada pada tempat terbuka di dataran tinggi Samigaluh dengan ketinggian lebih dari 800 mdpl, di daerah Girimulyo-Kokap dengan ketinggian 400-800 mdpl dan di daerah dataran rendah Kecamatan Wates dengan ketinggian kurang dari 400 mdpl. Pengambilan data kandungan klorofil dan pembuatan preparat penampang melintang tanaman pegagan dilakukan pada bulan Desember 2019-Februari 2020 di Laboratorium Riset dan Laboratorium Biologi Dasar FMIPA UNY.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah lux meter, higrometer, anemometer, termometer udara, termometer tanah, soil tester, sekop, plastik, kertas label, termos es, gelas ukur, gelas kimia, botol flakon, skalpel, silet, botol selai, lampu spiritus, blok kayu, timbangan digital, spuit, pipet tetes, lidi, gelas benda, gelas penutup, refrigerator, mikrotom, pinset, lampu bunsen, korek api, kuasmikroskop, mikrometer, kamera, holder, *softwareImage Raster* 3.0 dari *Obtilab Viewer* 3.0, mika transparan, plester bening, penjepit kertas, stopwatch, kertas kobalt klorida, spektrofotometer, kuvet, alat penggerus atau mortar, tabung reaksi, batang pengaduk, gunting, kantong plastik, pipet, gelas ukur 50 ml, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun pegagan ke 3 dan 4 dari pucuk yang diindikasikan tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua, *Formaldehyde Acetic Acid* (FAA) 4% (50 ml alkohol 95%, 5ml AAG, 10 ml formalin, dan 35 ml akudes), alkohol berseri (alkohol 10%, alkohol 25%, alkohol 50%, alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 90%, dan alkohol 96%), alkohol murni:xilol murni (alkohol:xilol 1 (3:1), alkohol:xilol 2 (1:1), dan alkohol:xilol 3 (1:3), xilol murni, xilol:parafin (1:1), parafin, safranin, alcian blue, gliserin albumin, akuades, preparat awetan melintang daun pegagan, etanol 96%.

Prosedur penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengukuran Mikroklimatik dan Edafik

Kondisi mikroklimatik dan edafik berupa intensitas cahaya, suhu udara, kecepatan angin, kelembaban udara, suhu tanah, pH, dan kelembaban tanah di lapangan diukur dengan ulangan 3 kali setiap lokasi.

2. Pembuatan Preparat dan Pengukuran Ketebalan Daun Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban)

Pembuatan preparat melintang daun pegagan dengan metode penyelubungan parafin dan pewarnaan Safranin-Aniline Blue, Dionne and Spicer 1958 [4]. Langkah-langkah pembuatan preparat yaitu proses fiksasi, dehidrasi, dealkoholisasi, infiltrasi parafin, penyelubungan parafin, pemotongan, dan pewarnaan. Preparat penampang melintang selanjutnya diambil gambarnya dan digunakan untuk mengamati struktur anatomi daun pegagan dan diukur ketebalan daunnya pada perbesaran 10×10 dengan software *Image Raster 3.0* dari *Obtilab Viewer 3.0* yang telah dikalibrasi dengan mikrometer pada satuan mikrometer (μm).

3. Penghitungan Jumlah Stomata

Pengukuran jumlah stomata dilakukan dengan cara lem alteco dioleskan pada bagian epidermis adaksial dan abaksial daun pegagan, kemudian ditutup menggunakan mika transparan dan dibiarkan beberapa menit hingga mengering. Selanjutnya mika transparan ditarik secara perlahan menggunakan plester bening kemudian ditempatkan pada gelas benda. Preparat diamati dengan mikroskop pada perbesaran 10×10 . Jumlah stomata dihitung dengan diambil gambar terlebih dahulu menggunakan kamera digital, kemudian dihitung jumlah stomata [5].

4. Pengukuran Laju Transpirasi Relatif

Laju transpirasi relatif diukur dengan metode kertas kobalt-klorida ukuran $1 \times 0,5$ cm yang berwarna biru dilapisi mika agar tidak tembus air lalu di jepit dan dicatat lamanya waktu yang dibutuhkan untuk merubah warna biru menjadi merah muda dalam satuan detik. Bobot kertas kobalt klorida sebelum dan sesudah terjadi perubahan warna ditentukan dengan ditimbang sebagai jumlah uap air tanaman yang hilang melalui transpirasi. Laju transpirasi diukur per satuan luas dan per satuan waktu ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{detik}$).

5. Pengukuran Kandungan Klorofil Total, Klorofil-a, dan Klorofil-b

Kandungan klorofil daun pegagan diukur dengan menggunakan metode [6] yang telah dimodifikasi yaitu dengan menggunakan 0,2 gram sampel daun yang telah dihaluskan lalu dilarutkan ke dalam 20 ml etanol 96% lalu disentrifugasi dengan kecepatan 1200 rpm selama 15 menit lalu filtrat dituangkan ke dalam kuvet dan diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang (λ) 649 nm dan 665 nm. Kandungan klorofil (mg/L) diukur menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{klorofil total} = 20,0 (D-649) + 6,1 (D-665)$$

$$\text{klorofil-a} = 13,7 (D-665) - 5,76 (D-649)$$

$$\text{klorofil-b} = 25,8 (D-649) - 7,60 (D-665)$$

Data hasil penelitian yang telah diperoleh berupa kondisi mikroklimatik dan edafik, ketebalan daun, kerapatan stomata, kandungan klorofil, dan laju transpirasi tanaman pegagan dianalisis menggunakan analisis varian satu jalur (*One Way Anova*) untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perbedaan ketinggian tempat. Jika terdapat pengaruh maka akan dilakukan analisis lanjut dengan menggunakan HSD Tukey untuk melihat perbedaan data dari ketiga lokasi penelitian. Untuk mengetahui faktor lingkungan (mikroklimatik dan edafik) apa yang paling berpengaruh terhadap respon anatomis dan fisiologis tanaman pegagan maka dilakukan analisis menggunakan uji regresi dengan metode “*Stepwise*”. Untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara karakteristik anatomi dengan fisiologi serta faktor lingkungan yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon pagagan dilakukan uji korelasi linear terhadap kedua faktor tersebut. Analisis data tersebut dilakukan dengan menggunakan softwares *IBM SPSS Statistics 26*.

Hasil dan Diskusi

A. Kondisi Klimatik dan Edafik Kulon Progo

Hasil dari pengukuran kondisi mikroklimatik dan edafik lokasi penelitian di Kulon Progo menunjukkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Kondisi Mikroklimatik dan Edafik Lokasi Penelitian di Kulon Progo

Faktor Lingkungan		Lokasi		
		Dataran Rendah	Dataran Sedang	Dataran Tinggi
Mikro-klimatik	Intensitas Cahaya (Lux)	118900	67240	79996,67
	Suhu Udara (°C)	32,83	30	26,73
	Kecepatan Angin (m/s)	0,97	0,97	1,47
Edafik	Kelembaban Udara (%)	51	49,67	46,67
	Suhu Tanah (°C)	29,83	28,33	25,67
	Kelembaban Tanah (%)	41,67	20	20,83
	pH	5,87	6,6	6,27

Dari hasil analisis varian terhadap beberapa parameter mikroklimatik dan edafik pada lokasi penelitian (Tabel 2) baik di dataran rendah (D1, 0-400 mdpl), dataran sedang (D2, 400-800 mdpl) dan dataran tinggi (D3, > 800 mdpl) menunjukkan bahwa kelembaban udara antarlokasi tidak berbeda nyata secara signifikan ($p > 0,05$). Dari hasil analisis juga dapat diketahui bahwa faktor mikroklimatik dan edafik berupa suhu udara, pH, kecepatan angin, intensitas cahaya, kelembaban tanah, dan suhu tanah berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) di dataran rendah (D1), dataran sedang (D2) dan dataran tinggi (D3).

Tabel 2. Hasil Analisis Varian Satu Jalur Faktor antara Ketinggian Tempat dengan Faktor Mikroklimatik dan Edafik Pengambilan Sampel

Faktor Lingkungan	Sumber variasi	JK	df	KT	F	p	
Mikro-klimatik	Intensitas cahaya	Antar lokasi	13034872466,67	2	6517436233,33	6265,962	,000
		Dalam lokasi	24963200,00	24	1040133,333		
		Galat	13059835666,67	26			
	Suhu udara	Antar lokasi	167,727	2	83,863	224,134	,000
		Dalam lokasi	8,980	24	,374		
		Galat	176,707	26			
	Kecepatan angin	Antar lokasi	1,500	2	,750	17,647	,000
		Dalam lokasi	1,020	24	,043		
		Galat	2,520	26			
	Kelembaban udara	Antar lokasi	74,741	2	37,370	1,451	,254
		Dalam lokasi	618,222	24	25,759		
		Galat	692,963	26			
Edafik	Suhu tanah	Antar lokasi	80,167	2	40,083	18,324	,000
		Dalam lokasi	52,500	24	2,188		
		Galat	132,667	26			
	Kelembaban tanah	Antar lokasi	2712,500	2	1356,250	16,174	,000
		Dalam lokasi	2012,500	24	83,854		
		Galat	4725,000	26			
	pH	Antar lokasi	2,427	2	1,213	9,772	,001
		Dalam lokasi	2,980	24	,124		
		Galat	5,407	26			

Perbedaan ketinggian tempat akan mempengaruhi distribusi cahaya yang ada. Semakin tinggi suatu tempat maka intensitas cahaya yang sampai ke permukaan semakin kecil dan semakin tinggi tempat maka suhu udara akan semakin rendah. Intensitas cahaya yang terdapat di dataran tinggi cenderung memiliki distribusi cahaya yang lebih sedikit

begitu pula dengan suhu udara yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari. Perbedaan suhu dikarenakan pada setiap kenaikan 100 mdpl maka suhu akan turun sebesar 0,6 °C. Hal ini dikenal sebagai laju penurunan suhu normal karena merupakan nilai rata-rata pada semua lintang dan waktu [7]. Perbedaan suhu udara merupakan akibat dari pengaruh intensitas cahaya, dimana semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin tinggi pula suhu udara, selain itu tingginya intensitas cahaya matahari juga dapat mempermudah penguraian senyawa-senyawa yang dihasilkan dari proses pembakaran [8].

Dataran tinggi (D3) memiliki kecepatan angin yang lebih tinggi daripada dataran rendah (D1). Kecepatan angin yang tinggi menyebabkan meningkatnya turbulensi udara, sehingga temperaturnya akan menurun. Semakin tinggi tempatnya, semakin kencang pula angin yang bertiup. Hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya gesekan yang menghambat laju udara. Di permukaan bumi, gunung, pohon, dan topografi yang tidak rata lainnya memberikan gaya gesekan yang besar. Semakin tinggi suatu tempat, gaya gesekan ini semakin kecil [9].

Suhu udara yang tinggi menampung uap air yang lebih banyak daripada suhu udara yang rendah. Hal tersebut yang menyebabkan rata-rata kelembaban udara di dataran rendah (D1) lebih tinggi daripada di dataran sedang (D2) dan dataran tinggi (D3) meskipun tidak berbeda nyata berdasarkan data statistik. Dataran rendah (D1) memiliki suhu tanah yang paling tinggi dan dataran tinggi (D3) memiliki suhu terendah. Menurut [10], suhu tanah dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan konduksi dari bumi. Suhu berkorelasi positif dengan sinar matahari.

Dataran rendah (D1) memiliki kelembaban tanah tertinggi. Kelembaban tanah dipengaruhi oleh kondisi cuaca (seperti presipitasi, suhu udara dan kecepatan angin) dalam memberikan masukan dan menghilangkan kandungan air yang ada di dalam tanah. Menurut [11], menyebutkan bahwa wilayah Kapanewon Samigaluh, Girimulyo, Kokap, Kalibawang bagian bawah dan Pengasih bagian barat memiliki tingkat potensi kekeringan fisik lahan yang tinggi yang terjadi pada musim kemarau.

Pengukuran pH di lokasi penelitian menunjukkan hasil rata-rata di dataran rendah (D1) memiliki nilai terendah. Derajat

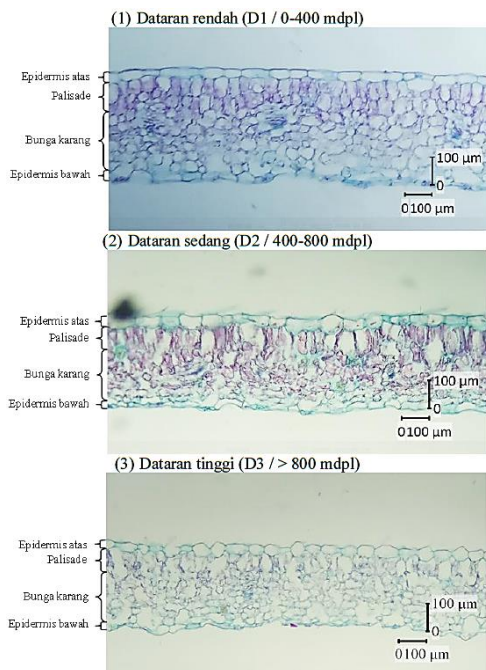
kemasaman tanah (pH) nyata berkorelasi positif dengan ketinggian tempat, yaitu nilai pH cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya ketinggian tempat. Salah satu faktor penyebabnya adalah kandungan bahan organik tanah yang lebih tinggi. Bahan organik dapat meningkatkan pH tanah yang nilainya sangat tergantung dari kualitas bahan organik [12].

Dari data hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa kondisi mikroklimatik dan edafik Kulon Progo merupakan hasil dari sejumlah faktor tidak tetap yang saling berhubungan secara timbal balik yang meliputi radiasi matahari, suhu, uap air, angin, dan curah hujan.

B. Respon Anatomis Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) di Kulon Progo

Struktur Anatomi dan Ketebalan Daun Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban)

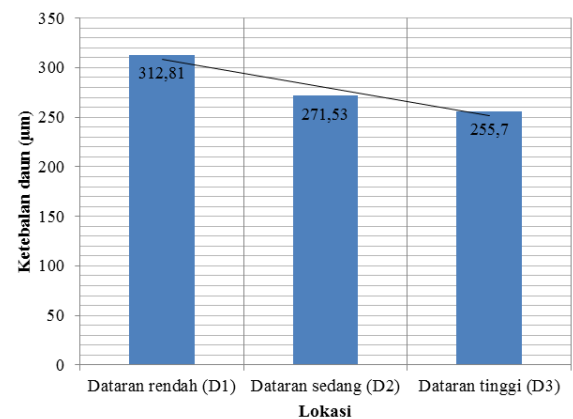
Respon anatomis pegagan yang dilihat dari penampang melintang, ketebalan daun dan kerapatan stomata pegagan memberikan respon seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampang melintang daun pegagan (*Centella asiatica* L Urban) di Kulon Progo pada perbesaran 10×10 .

Pada dataran rendah (D1) memiliki struktur sel lapisan palisade dan bunga karang yang lebih rapat dibandingkan dengan daun

yang berada pada dataran tinggi (D3) yang memiliki lapisan palisade yang lebih tipis tetapi memiliki ruang antar sel yang lebih banyak. [13] menyatakan bahwa perkembangan daun pada intensitas cahaya tinggi didominasi oleh peningkatan jumlah sel daripada peningkatan ukuran sel sehingga menyebabkan daun menjadi tebal, sedangkan tanaman yang tumbuh pada intensitas cahaya rendah peningkatan jumlah sel terhambat sehingga daun menjadi lebih tipis.

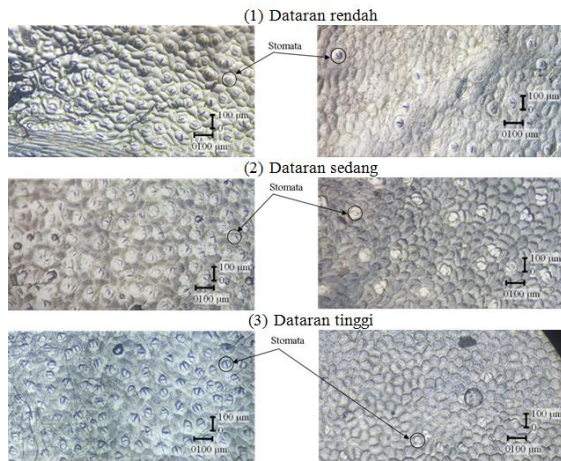


Gambar 2. Rata-rata ketebalan daun pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) pada berbagai tingkat ketinggian di Kulon Progo.

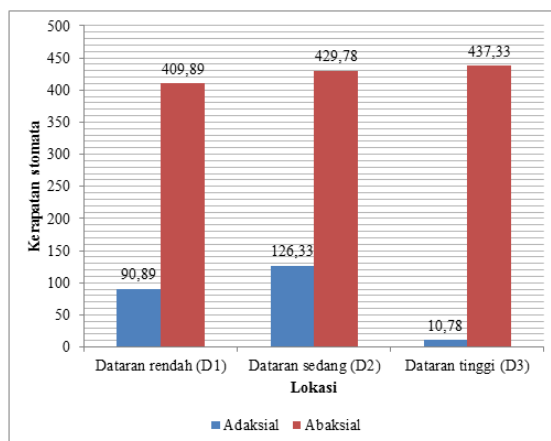
Adanya perbedaan struktur anatomi pada daun pegagan menunjukkan adaptasi pada kondisi lingkungan cahaya yang kurang maka suatu tanaman akan membentuk daun yang lebar dan tipis untuk dapat menangkap cahaya sebanyak mungkin dengan cahaya yang direfleksikan serendah mungkin [14].

Kerapatan Stomata Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban)

Hasil penelitian mengenai kerapatan stomata pegagan di Kulon Progo menunjukkan hasil seperti pada Gambar 3. Berdasarkan pengamatan dapat diketahui bahwa tanaman pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) memiliki stomata di kedua permukaannya, baik di epidermis atas (adaksial) dan di lapisan epidermis bawah (abaksial) sehingga tipe penyebaran dari stomata tanaman ini adalah tipe amphistomatik. Dari penghitungan tersebut diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Kerapatan stomata daun pegagan (*Centella asiatica*L. Urban) di Kulon Progo; bagian abaksial (kiri); adaksial (kanan) pada perbesaran 10×10.



Gambar 4. Diagram rata-rata kerapatan stomatan daun pegagan (*Centella asiatica*L. Urban) di Kulon Progo per 0,25 mm².

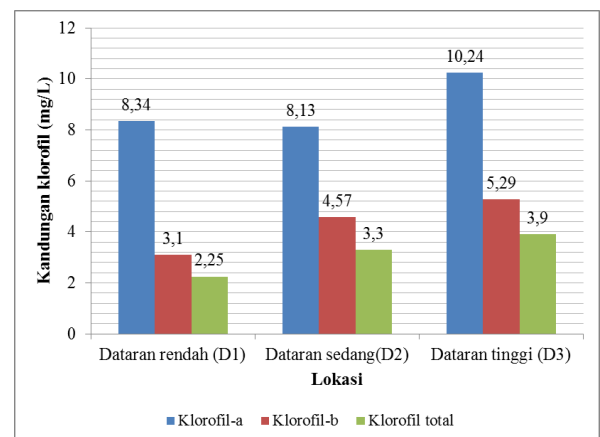
Dapat diketahui bahwa daun tanaman pegagan bagian atas (adaksial) memiliki jumlah stomata yang lebih sedikit daripada jumlah stomata di bagian bawah (abaksial). Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan [15] bahwa pada sebagian besar tanaman, stomata lebih banyak di permukaan bawah daun dibandingkan di permukaan atas. Faktor lain yang menjadi penyebab adalah pada daun bagian atas (adaksial) terdapat lapisan kutikula yang menutupi stomata sehingga menghalangi proses transpirasi. Hal ini mengakibatkan kerapatan stomata pada bagian abaksial lebih tinggi daripada kerapatan stomata pada bagian adaksial [16].

Kerapatan stomata di bagian abaksial yang lebih tinggi juga disebabkan karena pada bagian abaksial tidak terkena sinar matahari secara langsung sehingga tidak banyak stomata yang rusak akibat penyinaran yang terlalu kuat. Adaptasi ini akan meminimumkan kehilangan air yang lebih cepat melalui stomata pada adaksial suatu tanaman yang terkena sinar matahari secara langsung.

C. Respon Fisiologis Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) di Kulon Progo

Kandungan Klorofil Pegagan (*Centellaasiatica* L. Urban)

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kandungan klorofil-a, klorofil-b dan klorofil total di ketiga lokasi penelitian menunjukkan hasil seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Kandungan klorofil daun pegagan (*Centella asiatica*L. Urban) di Kulon Progo.

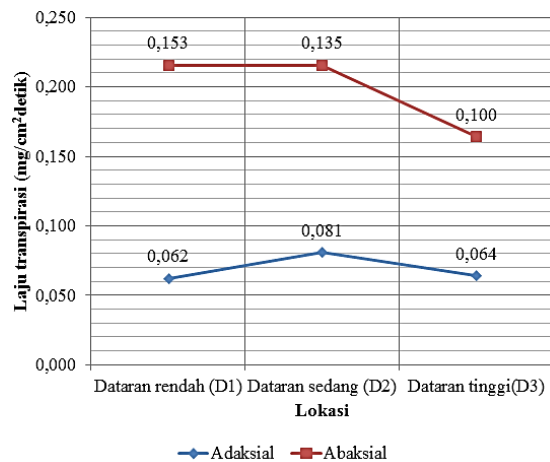
Kandungan klorofil total di dataran tinggi (D3) memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dataran rendah (D1) dan dataran sedang (D2). pada setiap ketinggian baik di dataran rendah (D1), dataran sedang (D2) dan dataran tinggi (D3) jumlah kandungan klorofil-a lebih banyak daripada klorofil-b. Hal ini dikarenakan pigmen klorofil menyusun sekitar 4% bobot kering kloroplas dan klorofil-b berjumlah 1/3 dari klorofil-a [17].

Dalam penelitian ini dataran rendah (D1) memiliki kandungan klorofil yang paling sedikit hal tersebut dapat disebabkan karena tingginya intensitas cahaya yang diserap pigmen klorofil akan merusak klorofil itu sendiri dan akan menghambat proses fotosintesis (fotoinhibisi) [18]. Kondisi lain dari daerah yang memiliki elevasi tinggi adalah

jumlah konsentrasi CO₂ yang relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan dataran rendah (D1). Banyaknya jumlah klorofil di dataran tinggi (D3) maka dimungkinkan jumlah CO₂ yang tertangkap juga lebih banyak.

Laju Transpirasi Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban)

Dari hasil penelitian, diperoleh rata-rata laju transpirasi yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Laju transpirasi daun pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) di Kulon Progo.

Dari hasil analisis varian menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada laju transpirasi daun pegagan bagian adaksial adalah sebesar 0,240 dan pada bagian abaksial sebesar 0,402 ($p > 0,05$) sehingga tidak terdapat perbedaan antar ketiga lokasi.

Menurut [19] proses transpirasi dipengaruhi oleh faktor internal meliputi besar kecilnya daun, tebal tipisnya daun, berlapisnya lilin atau tidaknya daun, banyak sedikitnya rambut pada permukaan daun, banyak sedikitnya stomata, serta bentuk dan lokasi stomata. Selain itu juga terdapat faktor eksternal yang mempengaruhi laju transpirasi antara lain suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban, angin, kandungan air tanah.

D. Faktor Lingkungan yang Berpengaruh terhadap Respon Anatomis dan Fisiologis Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban)

Intensitas cahaya berkorelasi positif secara signifikan terhadap struktur anatomi dan

ketebalan daun pegagan. Semakin bertambah intensitas cahaya akibat perbedaan ketinggian tempat maka kerapatan sel dan ketebalan daun semakin meningkat.

Suhu udara berkorelasi positif terhadap struktur anatomi dan ketebalan daun serta jumlah stomata adaksial secara signifikan yang berarti semakin bertambah suhu udara akibat perbedaan ketinggian tempat maka kerapatan sel dan ketebalan daun serta jumlah stomata adaksial akan meningkat. Suhu udara berkorelasi negatif secara signifikan terhadap kandungan klorofil total, klorofil-a, dan klorofil-b.

Kecepatan angin berkorelasi positif secara signifikan terhadap struktur dan ketebalan daun yang berarti bahwa semakin bertambah kecepatan angin maka daun akan semakin tipis. Kelembaban udara berkorelasi secara signifikan terhadap ketebalan daun dan jumlah stomata adaksial yang berarti bahwa semakin bertambah kelembaban maka ketebalan daun dan jumlah stomata adaksial bertambah.

Untuk komponen edafik, suhu tanah berkorelasi positif secara signifikan terhadap ketebalan daun dan jumlah stomata adaksial. Kelembaban tanah berkorelasi positif secara signifikan pada ketebalan daun dan berkorelasi negatif terhadap kandungan klorofil total, klorofil b, dan jumlah stomata abaksial. pH tanah berkorelasi negatif secara signifikan terhadap ketebalan daun dan berkorelasi positif secara signifikan dengan jumlah stomata abaksial.

Simpulan

1. Ketinggian tempat memberikan respon terhadap anatomi tanaman pegagan, semakin bertambah ketinggian maka jaringan palisade dan jaringan bunga karang semakin berkurang jumlah dan kerapatan selnya yang menyebabkan daun semakin tipis dan kerapatan stomata daun pegagan bagian adaksial semakin berkurang. Tetapi perbedaan ketinggian tempat tidak memberikan respon terhadap kerapatan stomata abaksial.
2. Ketinggian tempat memberikan respon fisiologi pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) yaitu kandungan klorofil daun pegagan baik klorofil total, klorofil-a dan klorofil b meningkat seiring bertambahnya ketinggian. Akan tetapi perbedaan

ketinggian tempat tidak memberikan respon terhadap laju transpirasi daun pegagan.

3. Faktor lingkungan masing-masing memberikan respon yang berbeda terhadap anatomis dan fisiologi tanaman pegagan (*Centella asiatica* L. Urban). Faktor lingkungan yang paling berpengaruh antara lain intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban tanah, suhu tanah, kelembaban udara, pH, dan kecepatan angin

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung penelitian ini.

Pustaka

- [1] Kumar, M. H.V. & Gupta, Y. K. (2003). Effect of *Centella asiatica* on Cognition and Oxidatif Stress in an Intracerebroventricular Streptozotocin
- [2] Matsuda H., Morikawa T., Ueda H., Yoshikawa M. (2001). Saponin Constituents of Gotu Kola (2): Structures of New Ursane and Oleanane Type Triterpene Oligoglycosides, Centellasaponins B, C, and D from *C. asiatica* Cultivated in Sri Lanka. *Chem Pharm Bull*, 49, 10, 1368-1371
- [3] BPS. (2016). Kondisi Umum Kabupaten Kulon Progo. Diakses ada tanggal 01 Oktober 2019. https://kulonprogokab.go.id/v3/portal/web/view_detil/6/kondisi-umum/.
- [4] Dionne, L. A. and P.B.Spicer. (1958). Staining germinating pollen and pollen tubes. *Stain Technol.* 33:15-17
- [5] Royer, D.L. 2001. Stomatal density and stomatal index as indicators of paleoatmospheric CO₂ concentration. *Review of Palaeobotany and Palynology* 114: 1-28.
- [6] Wintermans, J.F.G.M. & De Mots, A. (1965). Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll A and B and Their Pheophytin in Ethanol. *Biochim Biophys Acta* 109, 448-453.
- [7] Purwantara, S. (2011). Studi Temperatur Udara Terkini di Wilayah Jawa Tengah dan DIY. *Informasi* 37, 2, 166 -179.
- [8] Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [9] Winarno, G. D., Sugeng P. Hariato, Rio Santoso. (2019). *Klimatologi Pertanian*. Bandar Lampung: Pusaka Media.
- [10] Lakitan, Benyamin. 2010. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Raja GrafindoPersada
- [11] Istiyani, Lilis. (2017). Analisis Potensi Kekeringan Fisik Lahan di Kabupaten Kulon Progo Tahun 2016. *Skripsi*. Fakultas Geografi UMS.
- [12] Nazari, Y.A., Soemarno, & Agustina, L. (2012). Pengelolaan Kesuburan Tanah pada Pertanaman Kentang dengan Aplikasi Pupuk Organik dan Anorganik. *Indonesian Green Technology Journal*, 1, 1, 7-12.
- [13] Nirwan. (2007). Produksi Flavonoid Daun Dewa (*Gynura pseudochina* (L.) DC) Asal Kultur In Vitro pada Kondisi Naungan dan Pemupukan. *Disertasi*. Bogor (ID) Institut Pertanian Bogor.
- [14] Kisman, N. Khumaida, T.S., dan D. Soepandie. (2007). Karakter Morfo-Fisiologi Daun, Penciri Adaptasi Kedelai terhadap Intensitas Cahaya Rendah. *Buletin Agronomi*, 35, 2, 96-102.
- [15] Campbell, N.A., Reece, J.B., & Mitchell, L.G. (1999). *Biologi Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- [16] Suyitno. (2012). *Perbandingan Jumlah Stomata pada Bagian Abaksial dan Adaksial*. Diakses tanggal 05 Mei 2020 dari http://www.pertanian.untag-smd.ac.id/wpcontent/uploads/2012/06/Proses_Transpirasi_Pada_Tanaman_Bab_IX.pdf/
- [17] Utami, R. A. (2014). Pengaruh Pemberian Konsentrasi Pupuk Daun Turi Putih (*Sesbania grandiflora*) terhadap Kandungan Klorofil dan Karotenoid pada *Chlorella* sp. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- [18] Pulz, O. (2001). Photobioreactors: Production Systems Fotophototrophic Microorganisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 57 (3). Hal : 287 – 293.
- [19] Dwidjoseputro, D. (1994). *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia. Pustaka Utama.