
JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences
ISSN: 2302-5697
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

**STUDI ANATOMI DAUN CANTIGI (*Vaccinium korinchense* Ridl.) PADA
ALTITUD BERBEDA DI GUNUNG TALANG**

**LEAF ANATOMY STUDY OF BILBERRY (*Vaccinium korinchense* Ridl.) AT ALTITUDE
GRADIENT ON THE TALANG MOUNTAIN**

Alponsin*, Tesri Maideliza, Zozy Aneloi Noli

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

**Email: alponsin@gmail.com*

INTISARI

Studi tentang anatomi daun Bilberry (*Vaccinium korinchense* Rild.) pada gradien ketinggian di Gunung Talang telah dilakukan pada bulan Oktober hingga Desember 2015. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan ketebalan jaringan daun Bilbellry di berbagai gradien ketinggian. Sampel dikumpulkan di Gunung Talang. Penelitian ini menggunakan metode survei dan *purposive sampling* dengan lima gradien ketinggian 2.200-2.529 meter di atas permukaan laut. Preparat irisan daun dilakukan di Laboratorium Struktur Perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Analisis data menggunakan uji Kruskal-Wallis. Hasil menunjukkan bahwa ketebalan daun, palisade dan ketebalan jaringan spons adalah bervariasi antara 434-685 μ m, 183-322 μ m dan 175-283 μ m pada berbagai ketinggian. Sementara ketebalan epidermis dan ketebalan kutikula tidak berbeda secara signifikan, diantara tempat ketinggian.

Kata Kunci: Vaccinium korinchense, Gunung Talang, altitud, anatomi daun

ABSTRACT

The study about leaf anatomy of Bilberry (*Vaccinium korinchense* RILD.) at altitude gradient on the Talang Mountain has been carried out in October to December 2015. The goal research is to compared that leaf thick tissues Bilbellry at altitude gradient. The sample were collected at Talang Mountain. The research used survey method and *purposive sampling* with five altitude gradient (2200-2529 meter above sea level). Leaf section was maked at the Plant Structures developments Laboratory, Department Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Andalas University. Data analysis used Kruskal-Wallis test. The results showed that leaf thickness, palisade and spongy thickness various between altitudes is sequentially 434-685 μ m, 183-322 μ m and 175-283 μ m . While epidermis thickness and cuticle thickness did not differ significantly between altitudes.

Keywords: Vaccinium korinchense, Talang Mountain, altitude, leaf anatomy

PENDAHULUAN

Gunung Talang merupakan salah satu gunung berapi aktif yang terdapat di Sumatera Barat dan secara administratif berada di Kecamatan Kota Anau, Kabupaten Solok. Gunung ini memiliki ketinggian 2.597 m dpl (PVMBA, 2007). Di sekitar puncak gunung ini banyak ditemukan tumbuhan *Vaccinium korinchense*, yaitu spesies dari famili Ericaceae. Tumbuhan ini merupakan salah satu tumbuhan endemik pulau Sumatera. Di daerah Sumatera Barat tumbuhan ini dikenal dengan nama Cantigi (Backer, 1968; Syamsuardi, Tamin dan Nurainas, 2006). Patriyanus (1994) melaporkan bahwa Cantigi ini dapat ditemukan pada daerah pegunungan atau pada ketinggian 1000-3500 m dpl seperti di Gunung Singgalang, Gunung Marapi, dan Gunung Talang.

Pertambahan ketinggian tempat (altitud) dari atas permukaan laut pada pegunungan berbanding lurus dengan cekaman lingkungan abiotik yang diterima oleh tumbuhan. Menurut Vickeys (1984) dengan meningkatnya altitud untuk setiap 100 m dpl maka akan terjadi pengurangan suhu sebesar 0,6°C. Selain itu menurut Streb *et al.* (1998) dengan meningkatnya ketinggian maka akan menyebabkan CO₂ berkurang, peningkatan intensitas cahaya matahari, radiasi UV-B dan kekeringan. Dalam menanggapi cekaman lingkungan abiotik tersebut tumbuhan perlu melakukan adaptasi pada berbagai aspek seperti perubahan fisiologis, anatomi dan perubahan morfologi (Whitmore, 1984).

Salah satu organ pada tumbuhan yang berperan dalam mengontrol proses fisiologi adalah daun. Menurut Whitten *et al.* (1984) pertambahan altitud menyebabkan pengurangan atau pertambahan tebal daun. Kofidis and Bosabalidis (2008) melaporkan bahwa pada tumbuhan *Nepeta Nuda* (Labiatae) mengalami perubahan ketebalan jaringan daun dengan perubahan altitud.

Ketebalan jaringan daun bertambah dengan meningkatnya altitud (950-1480 m dpl) namun berkurang pada ketinggian 1760 m dpl. Perubahan ketebalan daun tumbuhan avocado pada altitud berbeda juga telah di laporkan oleh

Chartzoulakis *et al.* (2002). Selain itu Gunung Talang aktif mengeluarkan gas sulfur melalui solfatara (PVMBA, 2007). Aktivitas solfatara menghasilkan gas sulfur berupa SO₂ dan H₂S yang akan mempengaruhi lingkungan, karena SO₂ dapat menjadi penyebab kerusakan utama pada kehidupan tumbuhan (Larcher, 1995).

Tumbuhan Cantigi (*Vaccinium korinchense*) juga merupakan salah satu tumbuhan pegunungan yang diduga melakukan adaptasi terhadap perubahan altitud terutama yang terdapat di Gunung Talang. Oleh karena itu, penelitian terhadap tumbuhan *V. korinchense* di Gunung Talang dan adaptasi anatomi serta fisiologinya menjadi menarik untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan tebal jaringan daun (tebal daun, tebal epidermis, tebal kutikula, tebal palisade, dan tebal bunga karang) *V. korinchense* pada altitud berbeda di Gunung Talang.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Oktober hingga Desember 2015. Pengambilan sampel tumbuhan dilakukan di Gunung Talang, Solok, Sumatera Barat. Pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah gelas ukur 100 ml, kuvet, aluminium foil, tabung sentrifuge, timbangan digital, aspirator, botol gelap, kaca objek, *cover glass*, mikroskop, balok, GPS (*Global Positioning system*), saringan Buchner, *hot plate*, kantong plastik 1 kg, wadah pewarna (*staining jars*), bunset, aluminium foil, tisu, kertas, kayu, jarum, kotak kertas, label, botol film, kamera digital, pipet tetes, oven, botol vial, silet dan Mikrotom, aplikasi komputer SPSS v19 dan ImageJ 1.49 (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>).

Bahan-bahan yang digunakan adalah daun tumbuhan *Vaccinium korinchense*, lunak 46°C-48°C, paraffin keras 56°C-58°C, minyak paraffin, alkohol 70%, safranin 1%, tertier butyl alkohol

(TBA), (FAA) Formaldehid acetic acid alkohol (50 ml alkohol 96% : 5 ml asam asetat glasial : 10 ml formalin : 35 ml aquades), *Hemalum-fast green*, *Haupt Adhesive* (1 g Gelatin : 100 ml air: 0,5 g Sodium benzoat : 15 gliserin), entelan, formalin 4% dan larutan Johansen seri I-V (Berlyn dan Miksche, 1976).

Cara Kerja

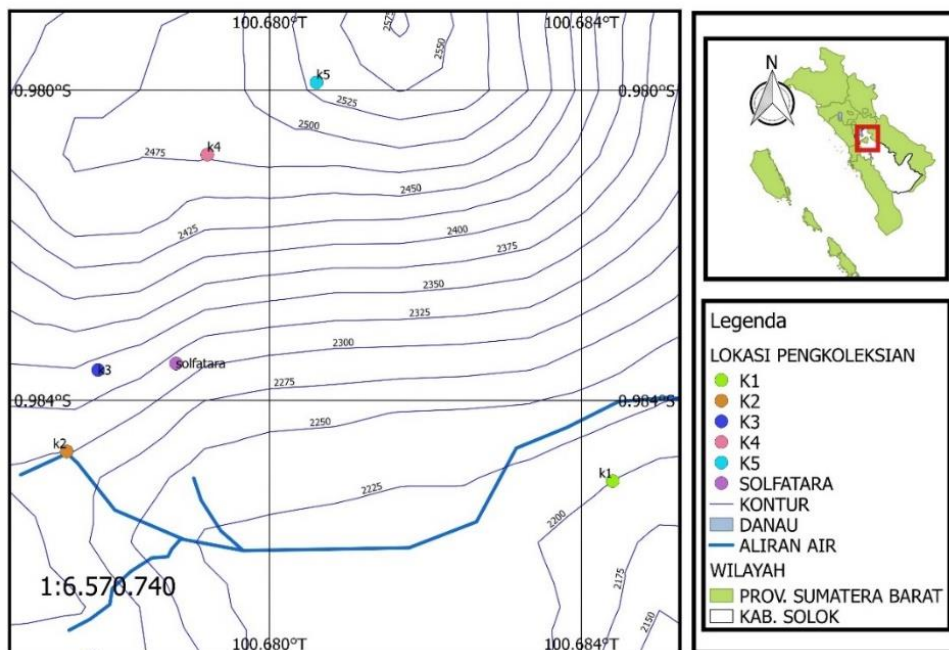
Pengkoleksian sampel di lapangan

Sampel yang diambil adalah daun ke 4 sampai 6 dari pucuk. Penentuan ketinggian (*altitude*) menggunakan GPS. Koleksi untuk sampel sayatan tranversal dimasukkan kedalam kantong plastik kemudian diberi label.

Pengkoleksian sampel dilakukan dengan metode *Purposive Sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa lokasi dengan ketinggian (*altitude*) yang berbeda dengan ketinggian 2000-2597 m dpl dengan 5 titik pengambilan (Gambar 1) dan 5 kali ulangan yaitu pada ketinggian 2100-2200 m dpl (K1), ketinggian 2201-2300 m dpl (K2), ketinggian 2301-2400 m dpl (K3), pada ketinggian 2401-2500 m dpl (K4) dan ketinggian 2501-2597 m dpl (K5).

Pembuatan preparat anatomi sayatan transversal

Preparasi anatomi sayatan transversal mengikuti metode Sass (1958), daun dipotong dengan ukuran 0,5 cm² dan dimasukan dalam larutan fiksatif (FAA). Bahan lalu diaspirasi menggunakan aspirator untuk mengeluarkan udara dari jaringan. Kemudian didehidrasi untuk menarik air dengan menggunakan seri larutan Johansen. Selanjutnya sampel diinfiltrasi yang didahului dengan memasukkan sampel ke dalam campuran TBA dan minyak parafin. Untuk mengisi rongga jaringan dilanjut-kan dengan infiltrasi menggunakan parafin lunak dan keras. Dalam parafin keras sampel langsung ditanam hingga membentuk balok parafin. Balok parafin yang berisi sampel ditampel pada balok kayu dan dimasukkan ke *freezer*. Sampel disayat dengan menggunakan mikrotom dengan ketebalan. Hasil sayatan berupa pita parafin, ditempel pada objek gelas yang telah diberikan zat perekat *haupt's adhesive*. Lalu ditetesi formalin 4%. Selanjutnya dikeringkan di atas papan pemanas dengan suhu maksimum 45⁰C. Setelah kering sayatan diwarnai, ditetesi entelan dan ditutup dengan *cover glass*. Diamati dengan mikroskop dan difoto dengan kamera digital.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengkoleksian Tumbuhan Cantigi (*Vaccinium korinchense* RILD) di Gunung Talang, Solok.

Pengukuran tebal daun, jaringan palisade, jaringan bunga karang, jaringan epidermis dan jaringan kutikula

Pengukuran tebal daun, tebal jaringan epidermis, tebal jaringan palisade, tebal jaringan bunga karang dan tebal kutikula dan pengukuran tebal jaringan ditentukan dengan analisis image ImageJ v 1.49 (Kubínová, 1994; Albrechtová *et al.*, 2007).

Analisis Data

Data tebal daun, tebal palisade, tebal bunga karang, tebal epidermis atas, tebal epidermis bawah, tebal kutikula atas, tebal kutikula bawah, dianalisis dengan analisis *Kruskal Wallis*. Adanya keadaan yang menunjukkan beda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Mann-Whitney* pada taraf uji 5% dengan menggunakan aplikasi SPSS 19.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tebal Daun, Tebal Jaringan Palisade, Tebal Jaringan dan Bunga Karang

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh tebal daun, tebal jaringan palisade dan tebal jaringan bunga karang daun *V. korinchense* yang tumbuh pada 5 strata altitud berbeda di Gunung Talang di sajikan dalam Tabel 1. Berdasarkan uji *kruskal wallis* menunjukkan bahwa perbedaan altitud memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap Tebal daun, tebal jaringan palisade dan tebal jaringan bunga karang daun *V. korinchense*. Pada Tabel 1 diketahui bahwa daun tebal daun *V. korinchense* paling tebal terdapat pada *V. korinchense* yang tumbuh di altitud 2529 m dpl (685 μm) dan altitud 2300 m dpl (677 μm). Sedang tebal daun *V. korinchense* (434 μm) paling tipis adalah tebal daun yang tumbuh pada altitud 2200 m dpl.

Tabel 1. Ketebalan Jaringan Daun Tumbuhan *V. korinchense* pada altitud berbeda di Gunung Talang

Ketingian (m dpl)	Jarak dari Solfatara (meter)	Tebal Daun ($\mu\text{m} \pm \text{sd}$)	Tebal palisade ($\mu\text{m} \pm \text{sd}$)	Tebal Bunga karang ($\mu\text{m} \pm \text{sd}$)
K1 (2200)	656	434 \pm 27 ^a	183 \pm 23 ^a	175 \pm 28 ^a
K2 (2300)	140	677 \pm 72 ^c	322 \pm 27 ^c	266 \pm 50 ^a
K3 (2342)	120	591 \pm 90 ^{bc}	249 \pm 42 ^b	239 \pm 73 ^{ab}
K4 (2483)	305	490 \pm 82 ^{ab}	225 \pm 54 ^{ab}	189 \pm 34 ^b
K5 (2529)	438	685 \pm 141 ^c	321 \pm 86 ^{bc}	283 \pm 69 ^b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut *Mann-Whitney* pada taraf 5%.

Whitten *et al.*, (1984) mengemukakan bahwa salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi tebal daun adalah altitud. Semakin tinggi altitud maka daun bertambah tebal. Dari hasil penelitian Fajrina (2014) menemukan bahwa pada tumbuhan *Anaphalis* yang tumbuh pada altitud 2.581 m dpl memiliki daun yang lebih tebal dibandingkan dengan tumbuhan *Anaphalis* yang ditemukan pada altitud 2.477 m dpl dan susunan parenkim bunga karang juga dipengaruhi oleh altitud habitat suatu tumbuhan, pada tempat yang lebih tinggi tumbuhan cenderung memiliki jaringan bunga karang yang longgar dan banyak ruangan diantara jaringan spons. Lin *et al.* (1999)

mengemukakan bahwa ketebalan pada epidermis atas, epidermis bawah, jaringan palisade, jaringan bunga karang dan kutikula tumbuhan *Fagus lucida* yang terdapat pada altitud 1.260-2020 m dpl meningkat seiring dengan bertambahnya altitud.

Pada penelitian ini ketebalan daun bervariasi atau naik turun antar altitud. Hal ini diduga adanya cekaman lingkungan abotik yang berbeda antar altitud. Dari penelitian ini ditemukan hal yang hampir sama dengan Lin *et al.* (1999) tetapi pada altitud 2483 m dpl dan 2342 mdpl terjadi penurunan tebal daun hal ini diduga disebabkan karena pengaruh polutan yang dihasilkan oleh Solfatara Gunung Talang

(Gambar. 4) yang menyebabkan jaringan pada daun lebih tipis. Gostin (2009) menemukan bahwa ketebalan daun pada beberapa spesies tumbuhan famili Fabaceae yang terdapat pada daerah tercemar mengalami penurunan jika dibandingkan dengan daerah kontrol. Tebal daun pada tumbuhan *Acassia* yang terpapar dengan bahan pencemar memiliki tebal daun yang lebih tipis jika dibandingkan kontrol (Rushayati dan Maulana, 2005). Selain itu Treshow (1984) mengatakan berat kering daun, penurunan tebal daun, ukuran sel, kehilangan daun dan cepatnya penuaan menandakan adanya pencemaran asap dan SO₂. Pada penelitian ini jika dibandingkan tebal daun pada altitud 2200 m dpl (434 µm) lebih tipis dari tebal altitud 2529 m dpl (685 µm) sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tinggi altitud maka ketebalan daun bertambah. Pada altitud 2300 m dpl daun *V. korinchense* lebih tebal karena pada ketinggian ini memiliki lingkungan yang optimal atau cukup baik untuk tumbuh.

Dari Tabel 1 diketahui daun palisade *V. korinchense* paling tebal terdapat pada tumbuhan *V. korinchense* yang tumbuh di altitud 2300 m dpl (322 µm) dan altitud 2529 m dpl (321 µm). Sedangkan ketebalan palisade *V. korinchense* (183 µm) paling tipis adalah tebal palisade pada altitud 2200 m dpl. Pada Tabel 1 juga dapat diketahui bahwa daun bunga karang *V. korinchense* paling tebal terdapat pada tumbuhan *V. korinchense* yang tumbuh di altitud 2529 m dpl (283 µm) dan altitud 2300 m dpl (266 µm). Sedangkan ketebalan bunga karang *V. korinchense* (175 µm) paling tipis adalah tebal bunga karang yang tumbuh pada altitud 2200 m dpl. Pada penelitian ini ketebalan palisade dan bunga karang (mesofil) *V. korinchense* bervariasi atau naik turun antar altitud. Hal ini diduga adanya cekaman lingkungan abotik yang berbeda antar altitud.

Streb *et al.* (1998) mengatakan bahwa dengan meningkatnya ketinggian maka akan terjadi pengurangan nutrisi tanah seperti Fosfor dan Nitrogen. Chabot and Hicks (1982) menambahkan bahwa tumbuhan yang tumbuh pada kondisi ini akan memiliki mesofil dan kutikula yang tebal. Selain itu peningkatan tebal mesofil (palisade dan bunga karang) berkaitan

dengan fiksasi CO₂ di udara, karena pada altitud yang tinggi maka terjadi pengurangan jumlah atau pCO₂ (Bayton 1968). Hal ini diduga menjadi penyebab perbedaan tebal palisade dan bunga karang *V. korinchense* antar altitud.

Berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana diketahui bahwa nilai korelasi antara altitud dengan tebal daun adalah R= 0,397 dan hubungan antara tebal daun dan altitud adalah $y = -492,211 + 0,452x$. Hasil uji ini menunjukkan bahwa altitud berkontribusi sebesar 39,7% terhadap tebal daun dan sisanya dipengaruhi faktor lainnya dan hubungan ini cukup kuat. Sehingga dapat dikatakan bahwa altitud 2200-2529 m dpl cukup mempengaruhi tebal daun tumbuhan Cantigi (Gambar 2).

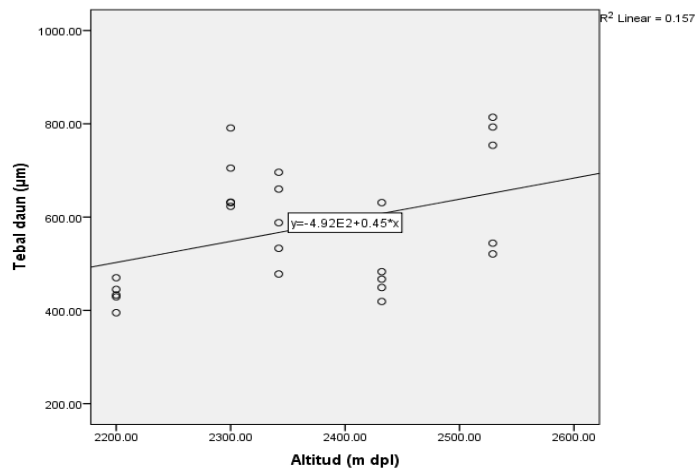
Tebal Kutikula dan Tebal Epidermis

Secara statistik, tebal lapisan kutikula daun *V. korinchense* pada kelima altitud tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (>0,05). Pada Gambar 3. terlihat bahwa tebal jaringan kutikula atas daun *V. korinchense* yang paling tebal dimiliki daun *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2483 m dpl yaitu 21 µm. Ketebalan kutikula bawah pada daun *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2300 m dpl, 2483 m dpl dan 2529 m dpl memiliki ketebalan yang sama yaitu 16 µm. Sedangkan kutikula atas tertipis terdapat pada *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2300 m dpl (16 µm) dan kutikula bawah tertipis diperoleh pada *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2200 m dpl (12 µm).

Delucia and Berlyn (1983) melaporkan bahwa pada tumbuhan Balsam Fir (*Abies balsamea*) meningkat dengan meningkatnya altitud (732-1402 m dpl). Namun tidak berbeda nyata antar altitud. Menurut Korner and Diemer (1987) bahwa bertambahnya altitud maka akan terjadi pengurangan suhu, intensitas cahaya tinggi, laju transpirasi tinggi, kekeringan dan pengurangan kandungan hara tanah. Sehingga tumbuhan akan beradaptasi terhadap cekaman lingkungan yang diterimanya. Pada penelitian ini tebal kutikula pada tumbuhan antar ketinggian tidak berbeda nyata *V. korinchense*. Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa kutikula atas dan bawah pada ketinggian 2483 m dpl lebih tebal daripada ketinggian yang lain. Hal ini diduga karena

adanya pengaruh gas sulfur yang dihasilkan oleh Solfatara gunung Talang sehingga menyebabkan kutikula ini menebal. Kutikula tebal merupakan adaptasi tumbuhan terhadap cekaman lingkungan yang diterima dan untuk mengurai gas polutan yang akan terdifusi kedalam jaringan daun. Hal serupa dikemukakan Weryszko *et al.* (2005) yang menyatakan kutikula pada *Glycine max* merupakan pertahanan pertama daun terhadap bahan-bahan pencemar yang masuk melalui daun karena letaknya yang berada di atas lapisan epidermis. Modifikasi tebal kutikula merupakan respon untuk mengurangi transpirasi dan reaksi tumbuhan terhadap masuknya bahan pencemar.

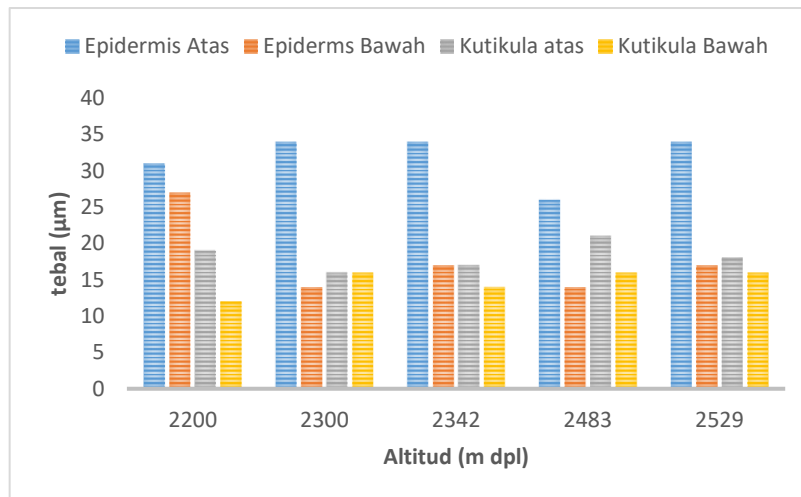
Menurut (Fahn 1991) kutikula merupakan terletak pada lapisan sebelah luar epidermis yang terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan paling luar yang hanya terdiri dari lapisan kutin (kutikula sejati) dan lapisan dalam (lapisan kutikular) yang mengandung kutin serta bahan dinding sel lainnya. Lapisan paling luar daun ini difungsikan untuk menjaga kelembaban daun sebab lapisan kutikula dapat mengontrol transpirasi atau penguapan sehingga meminimalkan kehilangan air. Selain menjaga kelembaban, kutikula juga berfungsi menjadi pertahanan awal terhadap masuknya benda asing termasuk bahan pencemar dari udara ke dalam daun.



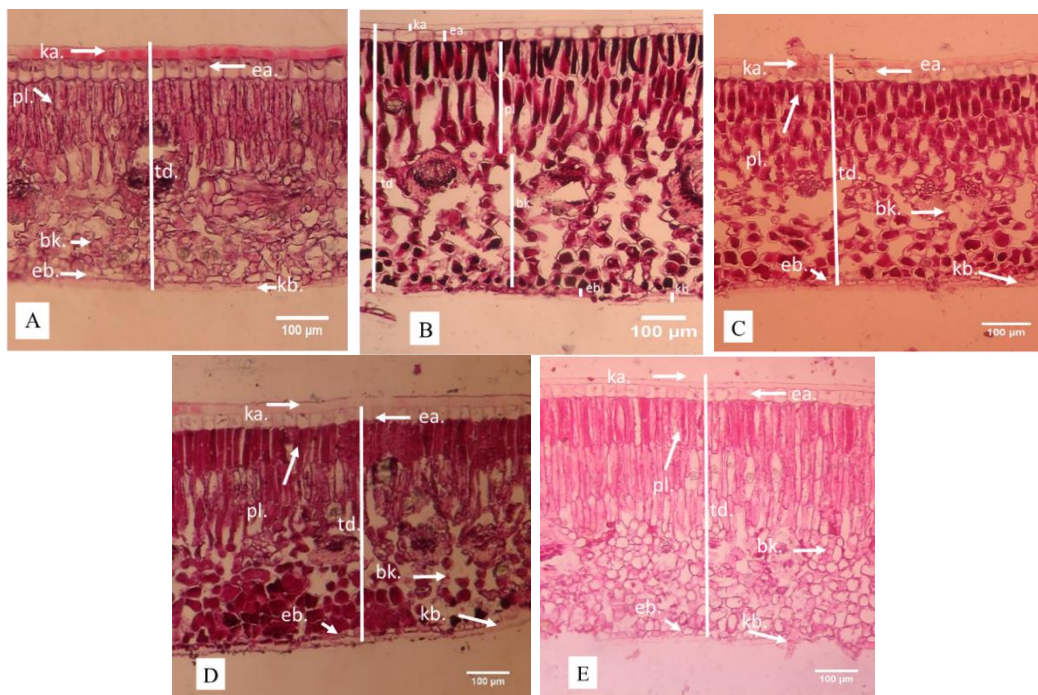
Gambar 2. Hubungan Antara Altitud Dengan Tebal Daun *V. korinchense*

Secara statistik, tebal lapisan epidermis daun *V. korinchense* pada kelima altitud tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (>0,05). Pada Gambar. 3 terlihat bahwa tebal jaringan epidermis atas dan bawah *V.korinchense* bervariasi atau naik turun antar altitud. Epidermis atas daun *V. korinchense* yang paling tebal dimiliki daun *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2300 m dpl, 2342 m dpl dan 2529 m dpl yaitu 34 µm. Epidermis atas yang paling tipis diperoleh pada tumbuhan *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2483 m dpl yaitu 26 µm. Pada tumbuhan *V.korinchense*, ketebalan epidermis bawah paling tebal terdapat pada *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2200 m dpl sedangkan untuk *V. korinchense* yang tumbuh pada altitud 2300 m dpl dan 2483 m dpl memiliki epidermis bawah yang paling tipis dibandingkan pada altitud

lainnya yaitu 14 µm. Pertambahan ketebalan epidermis atas beberapa tumbuhan dikotil pada ketinggian berbeda menurut Jianjing *et al.* (2012) disebabkan oleh tingginya intensitas cahaya pada daerah pegunungan dan sebagai proteksi dari radiasi sinar UV-B. Pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa epidermis bawah *V. korinchense* pada altitud 2200 m dpl lebih tebal daripada epidermis bawah altitud lainnya. Hal ini diduga untuk mengurai laju transpirasi dan kekeringan pada ketinggian ini. karena berkurangnya altitud maka akan terjadi penambahan suhu. Suhu yang tinggi akan mempercepat laju transpirasi sehingga untuk itu tumbuhan ini meningkatkan ketebalan epidermis bawahnya. Selain itu tumbuhan ini memiliki daun hipostomatik sehingga laju transpirasi lebih tinggi pada sisi abaksial daun.



Gambar 3. Tebal epidermis dan kutikula daun *V. korinchense* pada altitud berbeda



Gambar 4. Tebal jaringan Daun *V. korinchense*: A-E: daun *Vaccinium korinchense* pada altitud 2200-2529 m dpl; ka: kutikula atas, kb: kutikula bawah, ea: epidermis atas, eb: epidermis bawah, pl: palisade, bk: bunga karang, td : tebal daun.

KESIMPULAN

Semakin meningkatnya altitud tempat lokasi pengoleksian tebal daun, tebal palisade dan tebal bunga karang tidak berbeda atau bervariasi antar altitud. Tebal kutikula dan epidermis daun Cantigi tidak berbeda nyata antar altitud.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Erizal Muchtar, Dr. Resti Rahayu dan Suwirmen, M.S. atas segala saran dan masukannya dalam penelitian serta penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Albrechtová, J., J Janáček., and Z. Lhotáková. 2007. Novel efficient methods for measuring mesophyll anatomical characteristics from fresh thick sections using stereology and confocal microscopy: application on acid raintreated Norway spruce needles. *J Exp Bot* 58:1451–1461
- Backer, A. C. and R. C. Bakhuizen van den Brink. 1968. *Flora of Java*. Vol.IX. Wolters. N. V. P. Noordhoff. Groningen. Netherland.
- Bayton, H. W. 1968. The ecology of an eln cloud forest in Puerto Rico. 2. The microclimate of Pico del Oeste. *J. Arnold Arbor.* 49: 419-430.
- Berlyn, G.P and J.P.Miksche. 1976. Botanical Microtechnique and Cytochemistry. The Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Campbell, N.A, J.B. Reece, L.G. Mitchell. 2003. Biologi Jilid 1 (Terjemahan) Erlangga. Jakarta.
- Chabot, F.B. and D.J. Hicks. 1982. The ecology of leaf life spans. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13: 229-259.
- Chartzoulakis. K., A. Patakas, G. Kofidis A. Bosabalidis, and A. Nastou. 2002. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, waterrelations and growth of two avocado cultivars. *Scientia Horticulturae.* 95: 39–50
- Delucia. E.H. and G. P. Berlyn. 1983. The effect of increasing elevation on leaf cuticle thickness and cutikular transpiration in balsam fir. *Can.J.Bot* 62:2423-2431.
- Fahn, A. 1991. *Plant anatomy*. 4th edition. pergamon press England.
- Fajrina, A. 2012. Analisis kemungkinan hybrid alami anatar *Anaphalis longifolia* Blume exDC. Dengan *A.javanica* (DC)*Sch.Bip.* (Asteraceae) berdasarkan karakter anatomi dan molekuler. [Tesis]. Padang: Universitas Andalas
- Gostin, I.N. 2009. Air Pollution Effects on the Leaf Structure of some Fabaceae Species. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 37 (2) : 57-63.
- JianJing, M., J Cheng Jun., H. Mei., Z. TingFang., Y. XueDong, H.D Dong., Z. Hui and H. JinSheng. 2012. Comparative analyses of leaf anatomy of dicotyledonous species in Tibetan and Inner Mongolian grasslands, *Life Sciences* 55(1): 68-79.
- Kofidis.G.,and A.M.. Bosabalidis. 2008. Effects of altitude and season on glandular hairs and leaf structural traits of *Nepeta nuda* L. *Botanical Studies* 49: 363-372.
- Körner, Ch. and M. Diemer. 1987. *In situ* photosynthetic responses to light, temperature and carbon dioxide in herbaceous plants from low and high altitude. *Funct. Ecol.* 1: 179-194.
- Kubínová. L. 1994. Recent stereological methods for measuring leaf anatomical characteristics: estimation of the number and sizes of stomata and mesophyll cells. *J Exp Bot* 45: 119–127
- Lin, F. S., F.J. Yun., Z. Kun., L. X. Jiao and C. K. Ming. 1999. Anatomical Characterics of Leaves and Wood Of *Fagus Lucida* and Their Relationship to Ecological Factors in Mountain Fanjingshan, Guihou, China. *Acta Botanica Sinica.* 41 (9) : 1002-1009.
- Patriyanus, Z. 1993. Jenis-jenis ericaceae pada beberapa daerah di Sumatera Barat. [Tesis]. Padang: Universitas Andalas
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Alam (PV MBA), 2007. Deskripsi Talang. <http://www.vsi.esdm.go.id/>. 27 april 2015.
- Rushayati, S.B. dan R. Y. Maulana. 2005. Respon Pertumbuhan Serta Anatomi Daun Kenari (*Canarium commune* L) dan Akasia (*Acacia mangium* Willd) Terhadap Emisi Gas Kendaraan Bermotor. *Media Konservasi.* 10(2): 71 – 76.
- Sass, J.E. 1958. Botanical Microtechnique. 2nd Edition. Iowa: Iowa State University Press.
- Streb, P., W. Shang, J. Feierabend and R. Bligny. 1998. Divergent strategies of photoprotection in high-mountain plants. *Planta.* 207:313–324.
- Syamsuardi, R., Tamin dan Nurainas. 2006. Upaya Meningkatkan Mutu Pembelajaran Mata Ajaran Taksonomi Tumbuhan Tingkat Tinggi dengan Media Interaktif Berbasis Komputer. Research Grant Proyek TPSDP Unand Padang
- Tiwari S.P., P.Kumar, D. Yadav, and D. K. Chauhan. 2013. Comparative morphological, epidermal, and anatomical studies of Pinus roxburghii needles at different altitudes in the North-West Indian Himalayas. *Turk J Bot* 37: 65-73
- Treshow M. 1970. Enviroment and Plant Response. New York: McGraw-Hill.
- Vickeys, M.L. 1984. Ecology of Tropical Planta. John Willey and Son. Toronto
- Weryszko CE, and Hwil M. 2005. Lead induced histological and ultrastructural changes in the leaves of soybean [*Glycine max* (L) Merr]. *Soil Sci. Plant Nutr* 51: 203 – 212.
- Whitmore, T.C. 1984. Tropical rain forests of the Far East. 2nd ed. Clarendon Press, Oxford.
- Whitten, A.J, S.J Damanik., J. Anwar and N. Hisyam. 1984. Ekologi Ekosistem Sumatera. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.