

**STUDI MORFOLOGI DAN ANATOMI DAUN EDELWEIS JAWA  
(*Anaphalis javanica*) PADA ZONA KETINGGIAN YANG BERBEDA DI  
TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**MUHAMMAD FATHONI HAMZAH**

**NIM. 06520032**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2010**

**STUDI MORFOLOGI DAN ANATOMI DAUN EDELWEIS  
JAWA (*Anaphalis javanica*) PADA ZONA KETINGGIAN YANG  
BERBEDA DI TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER  
SEMERU  
JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada :**

**Fakultas Sains Dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN)  
Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh :**

**MUHAMMAD FATHONI HAMZAH  
NIM. 06520032**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2010**

**STUDI MORFOLOGI DAN ANATOMI DAUN EDELWEIS  
JAWA (*Anaphalis javanica*) PADA ZONA KETINGGIAN YANG  
BERBEDA DI TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER  
SEMERU JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**MUHAMMAD FATHONI HAMZAH  
NIM. 06520032**

**Telah disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing I**



**Suyono, MP  
NIP. 19710622 200312 1 002**

**Dosen Pembimbing II**



**Ach. Nashihuddin, M.Ag  
NIP.19730705 200003 1 002**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd  
NIP. 19630114 199903 1 001**

**STUDI MORFOLOGI DAN ANATOMI DAUN EDELWEIS JAWA  
(*Anaphalis javanica*) PADA ZONA KETINGGIAN YANG BERBEDA DI  
TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**MUHAMMAD FATHONI HAMZAH**  
NIM. 06520032

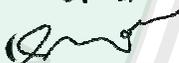
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Tugas Akhir dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal, 13 Oktober 2010

**Susunan Dewan Penguji**

1. Penguji Utama : Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018200312 2 002
2. Ketua : Ir. Liliek Hariani, M.P  
NIP. 19620901199803 2 001
3. Sekretaris : Suyono, M.P  
NIP. 19710622 200312 1 002
4. Anggota : Nashihuddin, M.Ag  
NIP. 19730705200003 1 002

**Tanda Tangan**

(  )  
(  )  
(  )  
(  )

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Eko Badi Minarno, M.Pd**  
NIP. 19630114 199903 1 001

MOTO :

خير جليس في الزمان كتاب

“Sebaik-baik teman sepanjang masa adalah buku”



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr Wb*

Alhamdulillah puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya. Shalawat seiring salam semoga tercurah kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya. Atas kehendak, hidayah serta inayah Allahlah, penulis dapat penyusunan tugas akhir ini dengan judul “Studi Morfologi Dan Anatomi daun Edelweis Jawa (*Anaphalis Javanica*) Pada Ketinggian Yang Berbeda Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru”.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, iringan do'a dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, yang memberikan dukungan serta kewenangan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Suyono, MP. selaku dosen pembimbing, karena atas bimbingan, bantuan, arahan dan kesabaran beliau, penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ach Nashihuddin, M.Ag selaku dosen pembimbing agama yang telah sabar, memberikan bimbingan, arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
6. Kedua orang kami Bapak dan Ibu tercinta dan yang aku hormati, serta Mas fandi dan leli yang selalu memberi dukungan moril dan motifasi dalam menyelesaikan tulisan ini.
7. Bapak ibu dosen biologi yang telah mengajarkan banyak hal dan memberikan pengetahuan yang luas kepada penulis
8. Sahabatku seperjuangan (Didik, Zaenal, Sheila, Arip, Arobi, agung, aik, mbak aik, mas smile, riful, dkk), terima kasih atas segala do'a, motivasi dan kesetiiaanya menjadi sahabat setia yang selalu penuh canda dan tawa selama kita menuntut ilmu. Semoga persahabatan kita akan abadi serta kesuksesan menyertai kita.
9. Teman-teman Biologi, BTC (Biology Tour Community), IMM komsariat revivalis yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. khususnya IKABIO 06 yang memberikan semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang memberikan doa', semangat, dukungan, saran dan pemikiran sehingga penulisan ini menjadi lebih baik dan terselesaikan.

Tiada kata yang patut diucapkan selain ucapan Jazaakumullahu Ahsanal Jaza' dan semoga amal baik mereka mendapat ridho dari Allah SWT, dan diberi balasan yang setimpal atas bantuan dan pemikirannya. Sebagai akhir kata, penulis berharap skripsi ini bermanfaat dan dapat menjadi inspirasi bagi peneliti lain serta menambah khasanah ilmu pengetahuan. amin

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Malang, 05 Oktober 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
ABSTRAK .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1 Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) .....	7
2.1.1 Morfologi Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) .....	7
2.2 Klasifikasi Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) .....	9
2.3 Faktor-faktor Lingkungan dan Pertumbuhan .....	9
2.3.1 Plastisitas Tumbuhan .....	9
2.4 Pengaruh dan Letak Geografi Terhadap Pertumbuhan .....	13
2.4.1 pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Anatomi Stomata .....	17
2.4.2. Peran Stomata Dalam Transpirasi Dan Fotosintesis .....	23
2.5 Fungsi dan Peran Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) .....	25
2.6 Keberagaman Tumbuhan dalam Al Qur'an .....	27
BAB III METODE PENELITIAN .....	34
3.1 Rancangan Penelitian .....	34
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	34
3.3 Alat dan Bahan .....	34
3.4 Prosedur Penelitian .....	35
3.6 Pengamatan Morfologi .....	36
3.6.1 Organ Vegetatif .....	36
3.6.2 Panjang dan Lebar Daun .....	36
3.7 Pengamatan Anatomi .....	37
3.8 Faktor Abiotik .....	38
3.9 Analisis Data .....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
4.1 Faktor Abiotik Tiap Stasiun Di Gunung Batok Dan Resort Cemoro Lawang .....	39
4.2 Perbedaan Morfologi Tumbuhan Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) Akibat Zona Ketinggian yang berbeda .....	40

4.2.1 Panjang dan Lebar Daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) .....	40
4.3 Perbedaan Anatomi Tumbuhan Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) Akibat Zona Ketinggian yang berbeda.....	49
4.3.1 Kerapatan Stomata .....	49
4.3.2 Indeks Stomata .....	55
4.3.3 Panjang dan Lebar Stomata .....	57
4.4 Perbandingan Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) Antara Di Gunung Batok Dengan Di Resort Cemoro Lawang .....	64
4.5 Studi Morfologi Dan Anatomi Edelweis jawa ( <i>Anaphalis Javanica</i> ) Pada Beberapa Zona Dalam Pandangan Islam.....	68
 BAB V PENUTUP .....	 76
5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran.....	76
 DAFTAR PUSTAKA .....	 77
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	80

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Faktor-faktor abiotik pada masing-masing stasiun di Gunung Batok Dan Resort Cemoro Lawang .....	39
Tabel 4.2 Ringkasan Anava tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat terhadap panjang daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Gunung Batok.....	40
Tabel 4.3 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Gunung Batok.....	40
Tabel 4.4 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat terhadap panjang daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Resort Cemoro Lawang.....	42
Tabel 4.5 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Resort Cemoro Lawang.....	42
Tabel 4.6 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat terhadap lebar daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Gunung Batok.....	44
Tabel 4.7 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap lebar daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Gunung Batok.....	42
Tabel 4.8 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat terhadap lebar daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Resort Cemoro Lawang.....	45
Tabel 4.9 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap lebar daun Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Resort Cemoro Lawang.....	46
Tabel 4.10 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan kerapatan stomata ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada Gunung Batok di TNBTS .....	50
Tabel 4.11 Ringkasan Uji BNT 0,05 pengaruh ketinggian tempat dengan kerapatan stomata ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada Gunung Batok di TNBTS .....	50

Tabel 4.12 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan kerapatan stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada Resort Cemoro Lawang di TNBTS .....	52
Tabel 4.13 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan indeks stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada G. batok di TNBTS .....	55
Tabel 4.14 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan indeks stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada Resort Cemoro Lawang.....	56
Tabel 4.15 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan panjang stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada G. batok di TNBTS .....	58
Tabel 4.16 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan panjang stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada Resort Cemoro Lawang di TNBTS .....	58
Tabel 4.17 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan lebar stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada Gunung Batok di TNBTS.....	59
Tabel 4.18 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian tempat dengan lebar stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) pada Gunung Batok di TNBTS.....	60
Tabel 4.19 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan lebar stomata Edelweis jawa ( <i>Anaphalis javanica</i> ) di Resort Cemoro Lawang di TNBTS.....	62

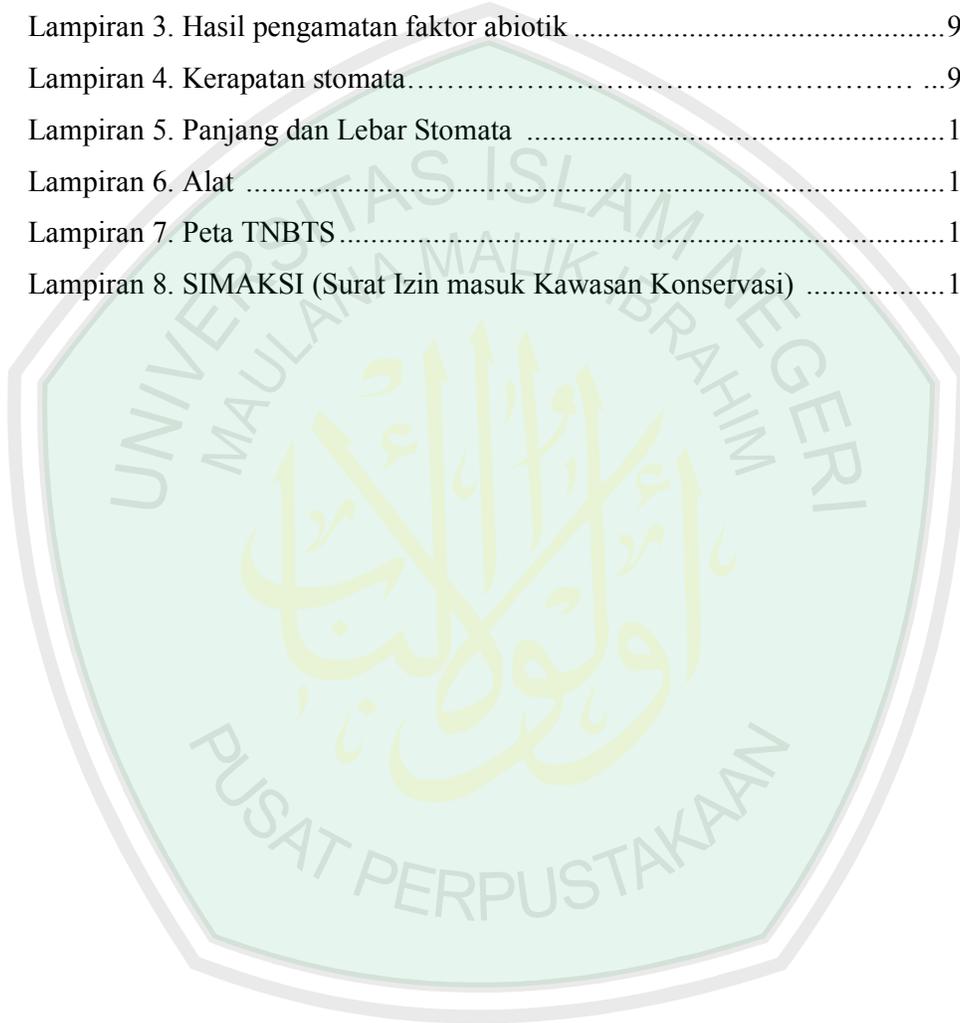
## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Morfologi Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) .....8
- Gambar 2. Diagram perbandingan edelweis jawa antara Gunung Batok  
dengan Resort Cemoro Lawan (*Anaphalis javanica*) .....64



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis statistik .....	80
Lampiran 2. Data hasil pengamatan.....	90
Lampiran 3. Hasil pengamatan faktor abiotik .....	97
Lampiran 4. Kerapatan stomata.....	99
Lampiran 5. Panjang dan Lebar Stomata .....	100
Lampiran 6. Alat .....	101
Lampiran 7. Peta TNBTS.....	102
Lampiran 8. SIMAKSI (Surat Izin masuk Kawasan Konservasi) .....	103



## ABSTRAK

Hamzah, Muhammad Fathoni. 2010. **Studi Morfologi dan Anatomi Daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) Pada Beberapa Ketinggian yang Berbeda di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.**  
Pembimbing : Suyono, M.P dan Ach. Nashihuddin, M.Ag

Kata kunci : Morfologi, Anatomi, Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)

Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) merupakan tumbuhan dalam beradaptasi mampu mengoptimalkan pertumbuhan dan laju metabolisme meskipun dalam keadaan minim nutrisi. Bunga Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) bisa mencapai umur lebih dari 100 tahun, untuk itulah disebut bunga abadi. Tumbuhan ini cocok tumbuh pada kondisi panas terik di daerah terbuka di kawah dan puncak, tidak bisa bersaing untuk tumbuh di hutan yang gelap dan lembab. Bentuk adaptasi atau plastisitas yaitu perubahan morfologi yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Jenis tumbuhan yang hidup pada kondisi lingkungan yang berbeda dapat menunjukkan perbedaan dalam sifat morfologi dan fisiologinya. Dalam tumbuhan terdapat perubahan fenotip yang merupakan mekanisme pertahanan diri suatu individu terhadap perubahan faktor lingkungan, dan ketahanan hidup suatu populasi tumbuhan dipengaruhi oleh komposisi genetik dan sifat plastisitas (perubahan morfologi akibat pengaruh lingkungan) fenotip dari suatu individu.

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) One way Anava, dengan mengamati perbedaan morfologi dan anatomi daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) yaitu panjang dan lebar daun, kerapatan stomata, indeks stomata, panjang dan lebar stomata. Pengambilan sampel pada dua tempat yang berbeda yaitu di Gunung Batok dan Resort Cemoro Lawang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – September 2010, bertempat di Area Taman Nasional Bromo Tengger Semeru dan Laboratorium Optik Universitas Islam (UIN) Maliki Malang. Teknik analisis data menggunakan analisis One way Anava dan apabila perlakuan terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf signifikansi 0,05.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan aspek morfologi daun dan anatomi daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di tiap stasiu dengan ketinggian yang berbeda, yaitu panjang dan lebar daun, kerapatan stomata, indeks stomata, panjang stomata, dan lebar stomta. Di Gunung Batok kerapatan stomatanya rendah yang diikuti dengan ukuran stomata yang besar, sedangkan di Resort Cemoro Lawang kerapatan stomatanya lebih rapat dan diikuti dengan ukuran stomata yang lebih kecil.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan kawasan yang kaya akan berbagai jenis tumbuhan yang sangat tinggi nilainya, secara keseluruhan di kawasan ini terdapat kurang lebih 40.000 jenis tumbuhan, 25.000 – 30.000 diantaranya adalah tumbuhan berbunga, yang merupakan sepersepuluh dari seluruh tumbuhan berbunga yang ada di dunia. Flora Indonesia sangat unik dan banyak jenis-jenis endemik. Hal ini dimungkinkan karena adanya keanekaragaman yang tinggi dalam hal iklim, tipe tanah, ketinggian tempat, salinitas, disamping adanya hambatan-hambatan bagi penyebaran tumbuhan yang antara lain berupa laut dan selat, gunung-gunung yang lebar (Primack, 1998).

Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) merupakan tumbuhan yang dalam beradaptasi mampu mengoptimalkan pertumbuhan dan laju metabolisme meskipun dalam keadaan minim nutrisi. Bunga Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) bisa mencapai umur lebih dari 100 tahun, untuk itulah disebut bunga abadi. Jenis bunga Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) ini merupakan tumbuhan perintis yang kuat dan mulai mendiami lereng yang tandus akibat kebakaran. Edelweis jawa cocok tumbuh pada kondisi panas terik di daerah terbuka di kawah dan puncak, tidak bisa bersaing untuk tumbuh di hutan yang gelap dan lembab. (Steenis, 1978)

Keindahan bunga Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) ini kemudian dimanfaatkan manusia baik dari pengunjung taman wisata maupun masyarakat sekitar. Bagian-bagian Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) sering dipetik dan dibawa turun dari gunung untuk alasan-alasan estetis dan spiritual, atau sekedar kenang-kenangan oleh para pendaki. Sampai saat ini keberadaan dari bunga Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) mulai turun jumlah populasinya.

Morfologi suatu tumbuhan ditentukan oleh pengaruh kondisi lingkungan dan faktor bawaan (genetik). Kedua faktor tersebut akan berinteraksi selama siklus hidup tumbuhan, sehingga memunculkan bentuk luar yang berbeda pada satu spesies. Perkembangan tumbuhan mulai dari biji sampai dewasa terjadi perubahan biokimia, fisiologi, anatomi, dan morfologi. Selain itu tumbuhan mengalami plastisitas yaitu perubahan morfologi yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Jones & Eluhsinger, 1996). Borour menyatakan bahwa lingkungan bersifat dinamis atau berubah-ubah. Perubahan dan perbedaan yang terjadi dari faktor-faktor lingkungan terhadap tumbuhan akan berbeda-beda menurut waktu, tempat dan keadaan tumbuhan itu sendiri.

Bagian tumbuhan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan (ketinggian tempat ) salah satunya adalah anatomi stomata dan trikوماتa. Anatomi stomata meliputi tipe, ukuran, kerapatan dan indeks stomata. Menurut Suranto, (2002) Apabila pengaruh lingkungan dominan dari pada genetik, maka dimungkinkan terjadi variasi morfologi dari satu spesies yang hidup pada beberapa populasi. Pengaruh lingkungan ini dapat berupa kondisi tanah, iklim atau elevasi. Sehingga

tumbuhan harus menyesuaikan diri dengan keadaan habitatnya agar dapat melangsungkan kehidupan.

Menurut Penelitian Darwin (1905) dalam Suranto (2002) , pada tumbuhan strawberry yang karena kondisi tanahnya kering dapat menimbulkan terjadinya variasi pada morfologi maupun anatominya. Tumbuhan ini sifat daunnya menjadi tervarigasi (variegated) selamanya tumbuhan ini ditanam pada kondisi tanah yang kering, tetapi sifat daun tersebut akan hilang ketika di tanam pada tanah berhumus. Kondisi lain juga dicatat oleh Darwin, dimana pengaruh musim terhadap sifat varietas tumbuhan dahlia dan bunga mawar. Pada awal tahun kedua jenis tumbuhan menunjukkan morfologi yang bagus, namun pada tahun berikutnya sifat yang bagus dari kedua varietas tersebut hilang. Selanjutnya Darwin melaporkan adanya pengaruh lingkungan yang lain, yakni ketinggian tanah tempat tumbuh, terhadap morfologi tumbuhan, dimana pengaruh ketinggian ini menimbulkan terjadinya varigasi pada tumbuhan yang terlindungi, tetapi pada tumbuhan tidak terlindungi tidak begitu tervarigasi

Allah berfirman dalam al Qur'an surat al-Sajdah ayat 7 :

الَّذِي أَحْسَنَ كُلَّ شَيْءٍ خَلَقَهُ وَبَدَأَ خَلْقَ الْإِنْسَانِ مِنْ طِينٍ ﴿٧﴾

Artinya : “ yang membuat segala sesuatu yang Dia ciptakan sebaik-baik dan yang memulai penciptaan manusia dari tanah.”(QS. As-Sajdah 32 : 7)

Sesungguhnya segala sesuatu yang diciptakan Allah sudah berdasar pada porsi yang sangat sesuai. Semua makhluk hidup mengetahui apa yang sebenarnya menjadi kebutuhannya serta bagaimana cara untuk mempertahankan hidup. Demikian juga dengan tumbuhan akan tumbuh dan berkembang sesuai fungsi yang dijalankannya. Pada hakikatnya penciptaan tumbuhan diciptakan dengan

proporsional, seperti fungsi dari daun sebagai tempat proses fotosintesis dan stomata sebagai pintu pertukaran gas dari atmosfer. Selain itu tumbuhan juga diciptakan memiliki system adaptasi agar dapat mempertahankan hidupnya dalam menghadapi lingkungan yang kurang mendukung bagi kehidupannya.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَتُصْبِحُ الْأَرْضُ مُخْضَرَّةً إِنَّ اللَّهَ لَطِيفٌ  
خَبِيرٌ

Artinya : “ Apakah kamu tiada melihat, bahwasanya Allah menurunkan air dari langit, lalu jadilah bumi itu hijau? Sesungguhnya Allah Maha halus lagi Maha Mengetahui.”

Dilanjutkan pada Ayat berikutnya terkait mekanisme pertumbuhan tanaman yang beraneka ragam setelah terjadinya proses turunnya hujan dan kemudian di serap oleh tumbuhan dan terjadilah proses metabolisme dalam tumbuhan kemudian memacu pertumbuhannya sehingga tumbuhan memiliki kemampuan untuk bisa bertahan hidup dengan melakukan adaptasi berupa modifikasi dari morfologi maupun fisiologinya, hal ini merupakan bentuk kasih sayang Allah swt pada makhluknya

Berdasarkan uraian di atas, maka dianggap perlu untuk melakukan penelitian terkait analisis Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) dari morfologi dan anatomi daun pada beberapa zona ketinggian yang berbeda di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) dan menganalisis dari faktor abiotik yang berpengaruh pada perbedaan di tingkat morfologi dan anatomi daun Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*).

## 1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana perbedaan morfologi daun tumbuhan Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) dari berbagai zona ketinggian pada kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TN BTS) ?
2. Bagaimana perbedaan anatomi daun tumbuhan Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) dari berbagai zona ketinggian pada kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TN BTS) ?

## 1.3 Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui perbedaan morfologi daun tumbuhan Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) dari berbagai zona ketinggian pada kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TN BTS) ?
2. Untuk mengetahui perbedaan anatomi daun tumbuhan Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) dari berbagai zona ketinggian pada kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TN BTS) ?

## 1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengaplikasikan teori yang sudah diberikan pada perkuliahan dalam bentuk praktek langsung ke lapangan.
2. Mendapat informasi ilmiah tentang perbedaan morfologi dan anatomi Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) pada zona - zona dengan karakteristik yang berbeda di TNBTS.

3. Melalui penelitian ini juga dapat diperoleh informasi ilmiah tentang hubungan karakteristik faktor lingkungan dengan tampilan/fenotip dari Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*).
4. Penelitian ini juga bermanfaat bagi peneliti selanjutnya, sebab hasil penelitian ini akan memberikan inspirasi untuk penelitian selanjutnya.
5. Penelitian ini juga di harapkan memberikan manfaat berupa nilai penting konservasi Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*).

#### **1.6 Batasan Masalah**

1. Analisis anatomi yang digunakan pada penelitian ini dibatasi pada tingkat kerapatan stomata, indeks stomata, panjang stomata, dan lebar stomata
2. Analisis morfologi yang digunakan pada penelitian dibatasi pada lebar daun, dan panjang daun.
3. Zona yang di gunakan pada saat pengambilan sampel Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) adalah pada zona awal yaitu di Gunung Batok dan zona kedua di Resort Cemoro Lawang di TNBTS.
4. Faktor abiotik yang yang di teliti dibatasi pada tinggi (elevasi) diatas permukaan air laut, kelembapan, suhu, dan kecepatan angin.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)

##### 2.1.1 Morfologi Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)

*Anaphalis javanica*, yang dikenal secara populer sebagai Edelweis Jawa (*Javanese Edelweis*), adalah tumbuhan endemik zona alpina atau montana di berbagai pegunungan tinggi Nusantara. Tumbuhan ini dapat mencapai ketinggian 8 m dan dapat memiliki batang sebesar kaki manusia walaupun umumnya tidak melebihi 1 m. Tumbuhan ini termasuk herba, berbatang silinder, daun Edelweis Jawa panjang, tipis, berbulu lebat, dan tersebar atau berhadapan, termasuk daun tunggal dan tepi daun rata, mempunyai pelepah, berdaun harum, akar tunggal yang terdapat serabut-serabut pada percabangan akar dari *Anaphalis javanica* tersebut (Aliadi, 1990).

Menurut Aliadi, (1990) bagian tengah pada Edelweis Jawa terdapat bunganya yang berwarna oranye dan kepala bunga yang menyerupai bunga aster. Bunga Edelweis Jawa bisa mencapai umur lebih dari 100 tahun, untuk itulah disebut bunga abadi.

Pada suku asteraceae, perbungaanya dalam kapitulum dengan 1-banyak bunga (flore) yang duduk pada dasar bunga bersama dikelilingi oleh involukrum. Kapitulum tersebut terlihat seperti satu bunga dan disebut pseudantium. Kapitulum-kapitulum kemudian tersusun pada berbagai tipe perbungaan atau tunggal. Dasar

bunga bersama dapat berbentuk cawan, kerucut atau bulat. Setiap bunga dapat mempunyai bractea berbentuk selaput (disebut palea), rambut-rambut keras atau braktea, gambar morfologi dapat dilihat pada gambar 1 (Undang, 1991).



**Gambar 1. Morfologi bunga Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)**

Batang dari suku Asteraceae termasuk Edelweis Jawa (*Anaphalis Javanica*), berbentuk seperti tanaman herba atau perdu, umumnya menyimpan karbohidrat dalam bentuk polifruktosan inulin. (Aliadi, 1990).

## 2.2 Klasifikasi Edelweis Jawa Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)

Berdasarkan karakteristik di atas, Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom Plantae

Philum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Ordo Asterales

Family Asteraceae

Genus *Anaphalis*

Spesies *Anaphalis javanica* (Aliadi, 1990).

## 2.3 Faktor-Faktor lingkungan dan Pertumbuhan

### 2.3.1 Plastisitas tumbuhan

Plastisitas yaitu perubahan morfologi yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Jones & Eluhsinger, 1996). Jenis tumbuhan yang hidup pada kondisi lingkungan yang berbeda dapat menunjukkan perbedaan dalam sifat morfologi dan fisiologisnya (Davis dan Heywood, 1967) Darwin (1859 dalam Groot dan Boschhuizen, 1969) dalam Purnamahati (1990) menghubungkan fenomena tersebut dengan seleksi alam. Steenis (1957) dalam Purnamahati (1990) menyebut fenomena tersebut sebagai variasi fenotip atau variabilitas. Sedangkan Solbrig (1971) dalam Purnamahati (1990) menyebutnya sebagai variabilitas fenotip atau plastisitas.

Kuiper (1984) menyebutnya sebagai plastisitas fenotip yang merupakan mekanisme pertahanan diri suatu individu terhadap perubahan faktor lingkungan. Ditambahkannya bahwa ketahanan hidup suatu populasi tumbuhan dipengaruhi oleh komposisi genetik dan sifat plastisitas fenotip dari suatu individu. Suatu jenis tumbuh-tumbuhan yang penyebarannya luas seringkali memperlihatkan perbedaan menurut letak geografis dan keadaan lingkungannya. Perbedaan ini bukan hanya dalam bentuk dan pertumbuhannya, tetapi seringkali juga mengenai adaptasi dan persyaratan terhadap keadaan tempat tumbuhnya, yang berakar pada sifat-sifat genetik, sebagai akibat dari mutasi dan polipoidi (Soerianegara, 1988).

Van Steenis (1957) dalam Purnamahati (1990) telah menjabarkan penyebab plastisitas atas pembagian instrinsik, klimatik, edafik dan biotik, misalnya fitomorfosis, zoomorfosis ataupun antromorfosis. Sedangkan menurut Davis (1967) dalam Purnamahati (1990) faktor penyebab plastisitas dapat genetik atau lingkungan.

Sinnot (1960) dalam Purnamahati (1990) mengelompokkan faktor penyebab plastisitas atas faktor fisis, kimiawi dan genetik. Baik Sinnot (1960) maupun Davis (1967) dalam Purnamahati (1990) sepakat bahwa sangatlah sukar untuk memisahkan penyebab plastisitas tumbuhan berdasarkan faktor genetik atau lingkungan, karena kedua faktor tersebut erat bekerjasama, seperti juga dikemukakan oleh Daubenmire (1959) dalam Purnamahati (1990).

Berdasarkan ketinggian tempat dan suhu, formasi hutan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru di bagi dalam 3 zone yaitu :

1. *Sub Montane* (750 – 1.500m dpl).
2. *Montane* (1.500 – 2.400 m dpl).
3. *Sub Alpin* (2.400m dpl).

Hutan sub mountain merupakan zona tipe hutan hujan tropis dataran rendah sampai pegunungan yang mempunyai tingkat keanekaragaman jenis dan kerapatan yang tinggi. Hutan ini merupakan hutan primer yang bisa dijumpai dibagian Semeru dan Bromo. Pada Gunung Batok dan Resort Cemoro Lawang masuk dalam kategori Montana, karena berada pada ketinggian 1.500 – 2.400 m dpl. Jenis vegetasinya antara lain dari family *Fagaceae*, *Moraceae*, *Anacardiaceae*, *Sterculiaceae* dan *Rubiaceae*. Jenis tumbuhan bawahnya antara lain terdiri dari berbagai jenis *Calamus spp.*, *Piper spp.*, *Asplenium spp.*, *Begonia spp.*, dan dari family *Anacardiaceae*, *Araceae*, *Poaceae* dan *Zingiberaceae*. Sedangkan pada hutan montana sebagian besar merupakan hutan primer yang keanekaragaman jenisnya sesudah mulai berkurang dan jenis tumbuhannya merupakan tumbuhan pionir yang tidak dapat hidup dibawah naungan (Undang, 1991).

Jenis-jenis pohon yang ada antara lain cemara gunung (*Casuarina junghuhniana.*), mentigi (*Vaccinium varingifolium*), kemlanding gunung (*Albizia lophanta.*), akasia (*Acasia decurrens.*), tumbuhan bawahnya antara lain Edelweis Jawa (*Anaphalis longifolia*), senduro (*Anaphalis javanica*), paku-pakuan (*Pteris sp.*), rumput merakan (*Themedia sp.*), calingan (*Centela Asiatica*), dan alang-alang

(*Imperata cylindrical L.*). sedangkan di Zona hutan *sub Alpin* hanya terdapat pohon-pohon kerdil yang sedikit jenisnya, antara lain mentigi gunung (*Vaccinum varingivolum*), kemlanding gunung (*Ambizzia Lopantha*),. Dan Edelweis Jawa (*Anaphalis longifolia*). (Anonymous, 2010).

Menurut Kramer (1979), pertumbuhan merupakan hasil akhir interaksi dari berbagai proses fisiologis, dan untuk mengetahui mengapa pertumbuhan pohon berbeda pada berbagai variasi keadaan lingkungan dan perlakuan, diperlukan bagaimana proses fisiologis dipengaruhi oleh lingkungan. Sebagai media pertumbuhan dan tempat penyediaan hara bagi perubahan tanaman, kapasitas tanah adalah relatif terbatas dan sangat tergantung dari sifat dan ciri tanah tersebut. Sehubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tanah mempunyai beberapa peranan diantaranya untuk pengaturan suhu tanah, udara tanah dan air tanah.

Daniel *et al.* (1992) menyatakan bahwa kualitas tanah merupakan salah satu faktor dalam pertumbuhan. Lebih lanjut dikatakan bahwa pertimbangan-pertimbangan yang diantaranya penentuan produktifitas tempat tumbuh, sangat dipengaruhi oleh faktor tanah. Berdasarkan peranan tanah terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, maka sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi tanah diantaranya kandungan unsur hara, kemasaman tanah (pH tanah), kandungan bahan organik tanah (BO), kelengasan tanah, tekstur dan struktur tanah dan lain-lain merupakan faktor-faktor penting yang berperan dalam menentukan kualitas dari tempat tumbuh.

Jenis tanah di TN-BTS berdasarkan peta tanah tinjau Propensi Jawa Timur tahun 1998 adalah regosol dan litosol. Bahan jenis tanah ini adalah abu dan pasir vulkanis intermedier sampai basis dengan sifat permeabilitas sangat rapat dan lapisan teratas sangat peka terhadap erosi. Warna tanah mulai dari kelabu, coklat, coklat kekuning-kuningan sampai putih. Tekstur tanah pada umumnya pasir sampai lempung berdebu dengan struktur lepas atau butir tunggal serta konsistensinya lepas.

#### **2.4 Pengaruh Letak Geografi Terhadap Pertumbuhan**

Ketinggian tempat adalah ketinggian dari permukaan air laut (elevasi). Ketinggian tempat mempengaruhi perubahan suhu udara. Semakin tinggi suatu tempat, misalnya pegunungan, semakin rendah suhu udaranya atau udaranya semakin dingin. Semakin rendah daerahnya semakin tinggi suhu udaranya atau udaranya semakin panas. Faktor iklim di dalamnya termasuk suhu udara, sinar matahari, kelembaban udara dan angin. Unsur-unsur ini sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu ketinggian suatu tempat berpengaruh terhadap suhu suatu wilayah. Secara geografis, kawasan TNBTS terletak antara  $7^{\circ} 51'' 39'$  –  $8^{\circ} 19'' 35'$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ} 47'' 44'$  –  $113^{\circ} 7'' 45'$  Bujur Timur. Berdasarkan SK Dirjen PHPA No. 68/kpts/DJ-VI/1998 tanggal 4 Mei 1998 yang menyatakan bahwa pembagian Zonasi di TNBTS adalah sebagai berikut yang dibagi menjadi 5 zonasi yaitu zona inti, zona rimba, zona pemanfaatan intensif, zona pemanfaatan tradisional dan zona rehabilitasi. (Muawin, 2009).

Perbedaan regional dalam topografi, geografi dan cuaca menyebabkan terjadinya perbedaan dalam tanaman. Pola tanam dari beberapa tanaman yang ditanam terus menerus serta keadaan iklim yang cocok akan meningkatkan dan kompleksnya serangan hama, penyakit dan gulma. Tinggi tempat dari permukaan laut menentukan suhu udara dan intensitas sinar yang diterima oleh tanaman. Suhu dan penyinaran inilah yang nantinya akan digunakan untuk menggolongkan tanaman apa yang sesuai untuk dataran tinggi atau dataran rendah. Ketinggian tempat dari permukaan laut juga sangat menentukan pembungaan tanaman. Tanaman berbuah yang ditanam di dataran rendah berbunga lebih awal dibandingkan dengan yang ditanam pada dataran tinggi. (Warnock,1993)

Semua proses fisiologi akan dipengaruhi oleh suhu dan beberapa proses akan tergantung dari cahaya. Suhu optimum diperlukan tanaman agar dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh tanaman. Suhu yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan tanaman bahkan akan dapat mengakibatkan kematian bagi tanaman, demikian pula sebaliknya suhu yang terlalu rendah. Sedangkan cahaya merupakan sumber tenaga bagi tanaman. (Muawin, 2009).

Suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, induksi bunga, pertumbuhan dan differensiasi perbungaan (inflorescence), mekar bunga, munculnya serbuk sari, pembentukan benih dan pemasakan benih. Tanaman tropis tidak memerlukan keperluan vernalisasi sebelum rangsangan fotoperiode terhadap pembungaan menjadi efektif. Tetapi, pengaruh suhu terhadap induksi bunga cukup

kompleks dan bervariasi tergantung pada tanggap tanaman terhadap fotoperiode yang berbeda. Suhu malam yang tinggi mencegah atau memperlambat pembungaan dalam beberapa tanaman. (Boudreau, 2008)

Di daerah beriklim sedang perbedaan suhu lebih ditentukan oleh derajat lintang (latitude), Di tropika perbedaan ini lebih ditentukan oleh tinggi tempat (altitude). Ditinjau dari sudut pertumbuhan tanaman, Junghuhn (1853) dalam membagi daerah pertanian di pulau Jawa menjadi 4 zone.

1. Zone I 0 – 600 m dpl
2. Zone II 600 – 1.350 m dpl
3. Zone III 350 – 2.250 m dpl
4. Zone IV 2.250 – 3.000 m dpl

Sedangkan Wellman (1972) membuat pembagian yang dihubungkan dengan ekologi patogen tanaman dan ternyata cocok untuk tropika Asia yaitu zone I 0-300 m dpl, zone II 300-500 m dpl, zone III 500-1000 m dpl dan zone IV 1.000-2.000 m dpl.

Perubahan suhu tentunya mengakibatkan perbedaan jenis tumbuhan pada wilayah-wilayah tertentu sesuai dengan ketinggian tempatnya. Maka berdasarkan iklim dan ketinggian tempat, flora di Indonesia terdiri atas: Hutan hujan tropis Indonesia berada di daerah katulistiwa, banyak mendapat sinar matahari, curah hujannya tinggi, dan suhu udaranya tinggi, menyebabkan banyak terdapat hutan hujan tropik. Ciri-ciri hutan ini adalah sangat lebat, selalu hijau sepanjang tahun, tidak mengalami musim gugur, dan jenisnya sangat heterogen. Hutan jenis ini banyak

terdapat di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Jawa, dan Irian Jaya. Beberapa jenis floranya misalnya kayu meranti, ulin, dan kapur. Pada pohon-pohon ini hidup menumpang berbagai tumbuhan seperti anggrek dan tumbuhan merambat dan epifit. (Muawin, 2009).

Dimana kedua faktor sangat mempengaruhi metabolisme yang terjadi pada tumbuhan yaitu cahaya dan suhu. Cahaya merupakan faktor esensial untuk perkembangan dan pertumbuhan tumbuhan. Selain cahaya diperlukan untuk kepentingan fotosintesis, dimana di gunakan untuk mengubah zat anorganik menjadi zat organik, cahaya diperlukan juga untuk kegiatan reproduksi. Kekuatan yang diterima pada suatu lokasi bergantung pada lamanya penyinaran dan intensitas cahaya yang diterima. Variasi kekuatan cahaya tersebut dalam keadaan yang lebih luas akan dapat menentukan iklim, dalam kondisi setempat akan mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan secara local. (Polunin, 1994).

Pada jenis tumbuhan Edelweis Jawa merupakan tumbuhan perintis yang kuat dan mulai mendiami lereng yang tandus akibat kebakaran. Edelweis Jawa cocok tumbuh pada kondisi panas terik di daerah terbuka di kawah dan puncak, tidak bisa bersaing untuk tumbuh di hutan yang gelap dan lembab. Edelweis Jawa merupakan tumbuhan pelopor bagi tanah vulkanik muda di hutan pegunungan dan mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya di atas tanah yang tandus, Edelweis Jawa bersifat intoleran, dan dapat hidup pada tanah yang miskin kandungan hara, karena mampu membentuk mikoriza dengan jamur tanah tertentu yang secara efektif

memperluas kawasan yang dijangkau oleh akar-akarnya dan meningkatkan efisiensi dalam mencari zat hara. Hidup pada ketinggian antara 1600 samapai 3600 m dpl. Bunga-bunganya muncul di antara bulan April dan Agustus, sangat disukai oleh serangga, lebih dari 300 jenis serangga seperti kutu, tirip, kupu-kupu, lalat, tabuhan, dan lebah terlihat mengunjunginya (Steenis, 1978).

Jika tumbuhan ini cabang-cabangnya dibiarkan tumbuh cukup kokoh, Edelweis Jawa dapat menjadi tempat bersarang bagi burung tiung batu licik *Myophonus glaucinus*. Bagian-bagian Edelweis Jawa sering dipetik dan dibawa turun dari gunung untuk alasan-alasan estetik dan spiritual, atau sekedar kenang-kenangan oleh para pendaki. Pada bulan Februari hingga Oktober 1988, terdapat 636 batang yang tercatat telah diambil dari Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, yang merupakan salah satu tempat perlindungan terakhir tumbuhan ini. Dalam batas tertentu dan sepanjang hanya potongan-potongan kecil yang dipetik, tekanan ini dapat ditoleransi. Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, tumbuhan ini dinyatakan punah. (Aliadi, 1990).

#### **2.4.1 Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Anatomi Stomata**

Stomata merupakan celah pada epidermis yang dibatasi oleh dua buah sel penutup. Sel penutup pada tumbuhan dikotil berbentuk lengkung seperti biji kacang merah atau ginjal, sedangkan pada tumbuhan monokotil berbentuk halter yaitu bentuk sel penutup memanjang, ramping di tengah dan menggelembung di ujungnya (Hidayat, 1995).

Pada dinding sel penutup mempunyai penebalan yang tidak sama, yaitu dinding sebelah dalam lebih tebal dari pada dinding sebelah luarnya. Perubahan tekanan turgor pada sel penutup menyebabkan perubahan bentuk sel penutup sehingga mengakibatkan stomata membuka dan menutup. Apabila sel penutup membuka, maka stomata akan menjadi jalan utama gas-gas yang bergerak dari udara ke dalam daun dan sebaliknya (Tjitrosomo, 1983).

Terdapat dua atau lebih sel yang mengelilingi sel penutup, yaitu disebut sebagai sel tetangga. Sel tetangga dapat mempunyai bentuk yang sama atau berbeda dengan sel epidermis lainnya. Sel tetangga berperan dalam perubahan osmotik yang menyebabkan gerakan sel penutup, kemudian sel penutup akan mengatur peristiwa membuka dan menutupnya stomata (Hidayat, 1995).

Stomata biasanya ditemukan pada bagian tumbuhan yang berhubungan dengan udara, terutama di daun, batang dan rizhoma. Stomata juga terdapat pada mahkota bunga, daun buah, tangkai sari dan biji tetapi biasanya stomata tersebut tidak berfungsi (Fahn, 1991). Pada stomata daun, umumnya terdapat permukaan bawah. Pada beberapa spesies tumbuhan, stomata terdapat pada kedua permukaan daun, dan ada juga tumbuhan yang mempunyai stomata pada permukaan atas daun saja. Daun yang mempunyai stomata pada kedua permukaannya disebut daun hipostomatik, daun yang stomata pada kedua permukaan bawah disebut daun amfistomatik, sedangkan daun yang stomata terdapat pada permukaan atas disebut daun epistomatik (Esau, 1965).

Menurut Irwan, (1992) lingkungan adalah suatu system kompleks yang berada di luar individu yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme. Lingkungan bersifat dinamis atau berubah-berubah. Perubahan dan perbedaan yang terjadi baik secara mutlak maupun relatif dari faktor-faktor lingkungan terhadap tumbuhan akan berbeda-beda menurut waktu, tempat dan keadaan tumbuhan itu sendiri.

Sifat dan susunan tumbuhan sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungannya. Setiap tumbuhan dan bagian-bagiannya yang memungkinkan tumbuhan itu hidup pada keadaan lingkungan tertentu disebut adaptasi (Irwan, 1992). Tumbuhan mempunyai beberapa sifat, di antaranya adalah ukuran, bentuk, warna, waktu matang, resistensi terhadap penyakit, dan produktifitas, sifat-sifat tersebut tergantung pada gen-gen yang diwariskan dan pada lingkungan tempat perkembangannya. Pengungkapan sejumlah besar gen yang berhubungan dengan pertumbuhan, ukuran, dan hasil biji atau buah terutama dipengaruhi oleh lingkungan. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil suatu tanaman ialah suhu, intensitas cahaya, kelembaban udara, dan nutrien tanah (Tjitrosomo, 1983). Sumardi (1993 dan Mahadeisiwi 2003) menyatakan bahwa tipe stomata dan tipe trikوماتa dipengaruhi oleh lingkungan dimana tumbuhan tersebut hidup. Faktor-faktor lingkungan tersebut berkaitan erat dengan ketinggian tempat dimana tanaman itu tumbuh.

Bagian tumbuhan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan (ketinggian tempat ) salah satunya adalah anatomi stomata dan trikوماتa. Anatomi stomata

meliputi tipe, ukuran, kerapatan dan indeks stomata. Menurut Metcalfe & Chalk (1957 dalam Fahn, 1991) menyatakan bahwa variasi tipe stomata dapat terjadi pada spesies-spesies dalam satu suku, marga, bahkan spesies yang sama. Bentuk trikomata pada genus Euphorbio tidak mengalami perubahan oleh faktor lingkungan dimana tanaman itu tumbuh, tetapi hanya kerapatan dan ukurannya saja yang dapat berubah (Kurniati, 1999).

Jumlah stomata cukup beragam menurut macam tumbuhannya. Jumlah stomata per satuan luas daun pada jenis tumbuhan yang sama juga dapat beragam, tergantung letak daun dan kondisi lingkungan (Tjitrosomo, 1983). Willmer (1983) menyatakan bahwa frekuensi stomata tertinggi ditemukan pada daun yang berada di bagian puncak. Pada sehelai daun yang masih dalam perkembangan, frekuensi stomatanya dapat berbeda dimana frekuensinya tertinggi ditemukan pada bagian daun yang sel-selnya sedang berkembang dan frekuensi terendah ditemukan pada bagian ujung daun.

Faktor-faktor lingkungan yang menentukan jumlah stomata tiap satuan luas permukaan daun dipengaruhi oleh kelembapan udara, cahaya, suhu, angin dan kandungan air tanah.

#### a. Kelembaban Udara

Kebanyakan tumbuhan spesies tertentu sangat peka terhadap kelembapan atmosfer. Stomata menutup apabila kandungan uap air di udaradan diruang antar sel melebihi titik kritis. Gradien yang besar cenderung mendorong gerakan tumbuhan untuk melakukan pembukaan dan penutupan stomata dalam selang waktu sekitar 30

menit. Hal ini disebabkan oleh gradient uap yang tajam mendorong penutupan stomata, sehingga CO<sub>2</sub> berkurang dan stomata akhirnya membuka.

#### b. Cahaya

Menurut Salisbury, (1995) stomata tumbuhan pada umumnya membuka pada saat matahari terbit dan menutup pada saat hari gelap, sehingga memungkinkan masuknya CO<sub>2</sub> yang diperlukan untuk fotosintesis pada siang hari. Umumnya proses pembukaan memerlukan waktu sekitar 1 jam, dan penutupan berlangsung secara bertahap sepanjang sore. Stomata menutup lebih cepat jika tumbuhan ditempatkan dalam keadaan gelap secara tiba-tiba. Taraf minimum cahaya yang diperlukan untuk pembukaan stomata pada kebanyakan tumbuhan kira-kira 1/1000-1/30 cahaya matahari penuh hanya cukup untuk melangsungkan fotosintesis netto. Tingkat cahaya yang tinggi mengakibatkan stomata membuka lebih besar (Salisbury dan Ross, 1995).

Frekuensi stomata pada tumbuhan yang tumbuh di tempat terang biasanya lebih tinggi daripada tumbuhan yang tumbuh di tempat yang gelap atau teduh (Willmer, 1983). Pada daun *Iris* yang tumbuh dengan intensitas cahaya yang lebih rendah akan memperlihatkan jumlah stomata yang lebih rendah pula (Pazourek, 1970 dalam Fahn, 1991).

#### c. Suhu

Suhu mempengaruhi semua kegiatan tumbuhan seperti absorpsi, air, fotosintesis, transpirasi, respirasi, perkecambahan, tumbuh, dan reproduksi. Perbedaan yang besar dalam suhu, durasi, dan lamanya waktu tumbuh adalah faktor-faktor yang penting. Temperatur tinggi akan meningkatkan laju evapotranspirasi di

daerah yang panas (Tjitrosomo, 1983). Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi frekuensi stomata adalah temperatur atau suhu.

Suhu tinggi (30-35°C) menyebabkan stomata menutup. Hal ini disebabkan karena respon tidak langsung tumbuhan terhadap keadaan rawan air atau karena laju respirasi naik sehingga konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam daun juga naik. Kerapatan stomata tergantung pada konsentrasi CO<sub>2</sub>. Apabila kadar CO<sub>2</sub> naik, maka jumlah stomata persatuan luas menjadi lebih sedikit. Hal ini dibuktikan dengan menghitung jumlah stomata spesies tertentu pada berbagai ketinggian tempat (tekanan potensial CO<sub>2</sub> di atmosfer menurun sejalan dengan ketinggian tempat) (Salisbury dan Ross, 1995).

#### d. Angin

Pergerakan udara akan menyebabkan terjadinya angin, dimana makin tinggi tingkat pergerakan udara atau makin kencangnya angin, akan mengakibatkan makin cepatnya molekul uap air keluar dari jaringan tanaman. Hal ini membuktikan bahwa angin mampu meningkatkan transpirasi, menjadikan keadaan rawan air dan stomata akan selalu membuka. Angin berpengaruh terhadap membuka dan menutupnya stomata secara tidak langsung. Dalam keadaan angin bertiup kencang, pengeluaran air melalui transpirasi seringkali melebihi kemampuan tumbuhan untuk menggantinya, akibatnya daun dapat mengalami kekurangan air sehingga turgornya turun dan stomata akan tertutup.

#### e. Kandungan air tanah

Kandungan air diserap oleh tumbuhan hanya 0,1% yang digunakan dalam proses fotosintesis sebagai sumber hidrogen. Hal ini tidak menutup kemungkinan suplai air berpengaruh terhadap membuka dan menutupnya stomata yang mengakibatkan berkurangnya luas permukaan daun karena berkurangnya pertumbuhan dan gangguan terhadap kerja enzim karena berkurangnya kandungan air protoplasma yang dapat menurunkan fotosintesis total. Menurut Murotibah, (1994) tumbuhan yang tumbuh di tempat kering (kekurangan air) memiliki jumlah stomata lebih sedikit daripada tumbuhan yang tumbuh dan hidup di tempat yang banyak air.

#### **2.4.2 Peranan stomata dalam transpirasi dan fotosintesis**

Transpirasi adalah pengeluaran air oleh tumbuhan dalam bentuk uap air. Hampir seluruh proses fisiologi dalam tumbuhan berlangsung dengan adanya air dan garam-garam mineral. Kecepatan pengangkutan air dan garam mineral dari akar ke daun melalui xylem salah satunya dipengaruhi oleh kecepatan transpirasi. Dengan adanya transpirasi maka potensial osmotik sel-sel mesofil daun naik dan menyebabkan terbentuknya daya hisap daun terhadap air di saluran xylem (Santosa, 1990). Sebagian besar dari air yang diabsorpsi dari tanah (sekitar 99%) yang masuk ke dalam tumbuhan akan dikeluarkan lagi melalui transpirasi, hilangnya air dari tumbuhan sebagian besar adalah melalui daun. Penguapan di daun ada yang melalui kutikula dan melalui stomata. Penguapan air yang melalui stomata lebih banyak dari pada penguapan yang melalui kutikula (Dwijoseputro, 1985).

Menurut Tjitrosomo, (1983) laju kehilangan air pada setiap tumbuhan beragam dan ditentukan oleh struktur anatomi daun, jumlah stomata tiap satuan luas permukaan daun dan berapa faktor lingkungan, seperti kelembaban udara, cahaya, suhu, angin, dan kandungan air tanah. Besarnya transpirasi juga ditentukan oleh besarnya celah antara dua sel penjaga dan proses-proses yang menyebabkan membuka dan menutupnya stomata (Pandey, 1983). Struktur anatomi daun yang mempengaruhi transpirasi antara lain besar kecilnya daun, tebal dan tipisnya lapisan lilin, jumlah bulu (trikomata), bentuk dan letak dari stomata. Selain itu dalam batas tertentu, semakin banyak jumlah stomata maka semakin cepat penguapannya (Dwijoseputro, 1985).

Tumbuhan yang mempunyai klorofil dapat mengalami proses fotosintesis yaitu proses perubahan energi sinar matahari menjadi energi kimia dengan terbentuknya senyawa karbohidrat. Selanjutnya, karbohidrat hasil fotosintesis digunakan tumbuhan sebagai sumber energinya. Klorofil berfungsi sebagai pengikat energi matahari pigmen ini member warna hijau pada tumbuhan, sedangkan bahan baku reaksi kimianya adalah gas  $\text{CO}_2$  dan air.

Beberapa faktor yang mempengaruhi laju dari fotosintesis adalah sebagai berikut ; intensitas cahaya, laju fotosintesis maksimum ketika banyak cahaya, konsentrasi  $\text{CO}_2$ , suhu, enzim-enzim yang bekerja dalam proses fotosintesis, kadar air, hasil fotosintesis. (Dwijoseputro, 1985).

## 2.5 Fungsi dan Peran Taman Nasional

Menurut undang-undang No. 5 Tahun 1990 dalam *Ridwan* (1998), Taman Nasional adalah salah satu kawasan pelestarian alam yang mempunyai fungsi perlindungan system penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya yang dikelola dengan system zonasi yang terdiri dari zona inti, zona pemanfaatan dan zona lain sesuai dengan kebutuhannya. *Ridwan* (1998) menyebutkan, Taman Nasional menurut kriteria IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) merupakan kawasan konservasi yang relatif luas yang secara alami kondisinya relatif utuh, tidak terganggu oleh aktivitas manusia yang dikelola terutama untuk kepentingan mempertahankan fungsi ekologis dan pengaturan lingkungan, melestarikan sumber daya plasma nutfah, melestarikan kawasan tangkap air dan menunjang kegiatan rekreasi dan pariwisata serta pengelolaan di bawah pemerintah pusat.

Secara umum menurut system Indonesia, Taman Nasional merupakan kawasan luas yang relative tidak terganggu yang mempunyai nilai alam yang menonjol dengan kepentingan pelestarian yang tinggi. Menurut *setiawan* (2001) Taman Nasional adalah Kawasan Pelestarian Alam (KPA) yang mempunyai ekosistem asli, dikelola dengan system zonasi yang digunakan untuk keperluan penelitian, pendidikan, menunjang budaya dan pariwisata. Taman nasional di tata dalam tiga zona, yaitu zona inti, zona rimba dan zona pemanfaatan. Zona inti dilindungi secara mutlak dan tidak diperbolehkan adanya perubahan apapun oleh

aktifitas manusia. Zona rimba berfungsi sebagai penyangga zona inti dan zona pemanfaatan merupakan bagian Taman Nasional yang dapat dijadikan pusat kunjungan wisata.

Ridwan (1998) menyebutkan fungsi dan peran Tanaman Nasional adalah sebagai berikut :

1. Sebagai sumber plasma nutfah (*Genetik Resources*)

Di dalam kawasan Taman Nasional, Khususnya di daerah inti dilakukan pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya yang antara lain dimaksudkan untuk sumber plasma nutfah.

2. Sebagai penyeimbang iklim (*fungsi klimatologis*)

Terjadinya keutuhan potensi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya akan menjamin terjaganya iklim mikro dan makro yang sesuai dengan kondisi setempat.

3. Sebagai penyangga kehidupan (*fungsi hidrologis*)

Kuantitas dan kualitas serta distribusi air yang berasal dari air hujan sangat dipengaruhi oleh kondisi vegetasi. Daerah yang kondisi vegetasinya atau ekosistemnya masih utuh mudah diindikasikan dengan produksi air yang berlimpah, berkualitas tinggi serta berkesinambungan (keluarannya) yang tidak tergantung dengan adanya musim kemarau.

4. Sebagai wahana pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan.

Kawasan Taman Nasional sering digunakan sebagai laboratorium alam bagi ilmu pengetahuan dan digunakan sebagai tempat untuk mendidik pelajaran dan mahasiswa tentang sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya.

## 2.6 Keberagaman Tumbuhan dalam Al Qur'an

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيْضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ۗ وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَأَلْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ ۗ إِنَّمَا تَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ۗ

“ Tidakkah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat (27). Dan demikian (pula) di antara manusia, binatang-binatang melata dan binatang-binatang ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hambanya, hanyalah ulama. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun” (28). (Qs. Fathir:27-28)

Menurut Shihab (2002), pada ayat ini Allah menguraikan beberapa hal yang menunjukkan kesempurnaan dan kekuasaannya yang oleh kaum musyrikin dapat dilihat setiap waktu yang kalau mereka menyadari pula ke-Esaan dan kekuasaan Allah yang Maha Sempurna itu. Allah menjadikan sesuatu yang beraneka ragam macamnya yang bersumber dari yang satu. Allah menurunkan buah-buahan yang beraneka ragam warna, rasa dan baunya. Sebagaimana yang kita saksikan buah-

buah itu warnanya ada yang kuning, ada yang merah dan sebagainya. Sebagaimana telah termaktub dalam ayat diatas bahwasannya dalam satu tumbuhan dapat mengalami perbedaan dari bentuk secara fenotip maupun genotipnya. Hal ini merupakan bentuk kasih sayang Allah kepada ciptaannya dengan memberikan kemampuan yang lebih atau bisa disebut dengan adaptasi morfologi maupun anatomi sehingga struktur akan mengikuti dari fungsi, dan akibatnya akan terjadi perubahan bentuk sesuai dengan kebutuhan tumbuhan tersebut.

Kemudian dalam ayat (28) Allah menjelaskan tentang hal-hal yang menunjukkan kesempurnaan dan kekuasaanya. Allah SWT, menciptakan binatang-binatang melata dan binatang ternak, yang bermacam-macam warnanya, sekalipun dari jenis-jenis yang satu. Bahkan ada binatang yang satu sering terdapat warna yang bermacam-macam.

Allah berfirman dalam surat Al-An'am ayat 99 :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مَخْرُجًا  
 مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ  
 وَالزُّمَانُ مِثْلَ مَثَبِهَا ۗ غَيْرِ مُتَشَبِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ

لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

“ Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu bulir yang banyak, dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan Kami keluarkan

*pula zaitun dan delima yang serupa dan tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan perhatikanlah pula kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang beriman (al-An'am: 99)''*

Ayat ini menegaskan bahwa Dia (Allah) yang telah menurunkan air yakni dalam bentuk hujan yang deras dan banyak dari langit, lalu Kami mengeluarkan dan menumbuhkan disebabkan oleh adanya air maka menumbuhkan segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan darinya yakni dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Untuk lebih menjelaskan kekuasaannya ditegaskan lebih jauh bahwa Kami keluarkan darinya yakni dari tanaman yang menghijau itu butir yang saling bertumpuk yakni banyak, padahal sebelumnya dia hanya satu biji atau benih.

Dalam komentarnya tentang ayat ini, kitab al-Muntakhab fit tafsir yang ditulis oleh sejumlah pakar mengemukakan bahwa ayat tentang tumbuh-tumbuhan ini menerangkan proses penciptaan buah yang tumbuh dan berkembang melalui beberapa fase, hingga pada fase kematangan. Pada saat mencapai fase kematangan itu suatu jenis buah mengandung komposisi zat gula, minyak, protein, berbagai zat karbohidrat, dan zat tepung. Semua itu terbentuk atas bantuan cahaya matahari yang masuk melalui klorofil yang pada umumnya terdapat pada bagian pohon yang berwarna hijau, terutama pada daun. Daun itu ibarat pabrik yang mengolah komposisi zat-zat tadi untuk didistribusikan ke bagian-bagian pohon yang lain termasuk biji dan buah.

Lebih dari itu, ayat ini menerangkan bahwa air hujan adalah sumber air bersih satu-satunya bagi tanah. Sedangkan matahari adalah sumber semua kehidupan. Tetapi hanya tumbuh-tumbuhan yang dapat menyimpan daya matahari itu dengan perantara klorofil, untuk kemudian menyerahkannya pada manusia dan hewan dalam bentuk bahan makanan organik yang dibentuknya sehingga dapat dilihat tentang bentuk kasih sayang Allah kepada makhluknya dengan memberikan kemampuan beradaptasi baik berupa adaptasi fisiologi maupun morfologi.

Di bagian akhir ayat ini disebutkan (amatilah buah-buahan yang dihasilkannya). Perintah ini mendorong perkembangan ilmu tumbuh-tumbuhan (botani) yang sampai saat ini mengandalkan metode pengamatan bentuk luar seluruh organnya dalam semua fase perkembangannya karena akan mengetahui tingkat perbedaan yang nyata dalam kehidupan.

Allah berfirman dalam surat al-An'am 141,

﴿ وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْثَادًا  
 وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا حَقَّهُ  
 يَوْمَ حَصَادِهِ ۚ وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ۝۱۴۱﴾

“Dan dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanaman-tanaman yang bermacam rasanya, zaitun dan delima yang serupa dan tidak serupa. Makanlah sebagian buahnya bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetikinya dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan “ (Qs; Al-an'am ayat 141).

Sesungguhnya segala sesuatu yang berlebihan akan mendatangkan kemudhorotan dan tidak baik, dan Allah swt tidak menyukai orang yang berlebihan, dalam hal ini semua makhluk memiliki tingkat kebutuhan yang beragam, terutama untuk mencukupi dari kebutuhan supaya berlangsungnya kehidupan baik dari kebutuhan yang sifatnya substansial maupun yang suplemen. Terkadang banyak orang ketika diberi banyak kenikmatan maka orang tersebut akan lalai atas Rob-nya dan terkadang malah bisa kufur atas nikmat tersebut, dan mulai akan mengikut dan memuaskan hawa nafsunya untuk mendapatkan segala sesuatunya. Hal inilah sesungguhnya Allah swt tidak menyukainya. Sebagaimana Allah Berfirman *“lainsyakartum la ‘aziidannakum walain kafartum inna adzabi la syadiid”*, sebagaimana pada tumbuhan, yang berada pada kondisi yang banyak terdapat air di sekitarnya yakni tidak serta merta tumbuhan tersebut mengambil semua air yang berada di sekitarnya, karena jika pada anatomi tumbuhan tersebut banyak menyerap air dan tidak di barengi dengan laju transpirasi maka akan berakibat tumbuhan tersebut mengalami pembusukan pada organnya. Namun jika kekurangan air tumbuhan akan mengalami layu dan mati, karena fungsi air sangat penting dalam mendukung proses metabolisme yang berada pada tumbuhan. Hal inilah yang menyebabkan Allah swt melarang bersikap berlebihan dalam segala hal dan semua ada porsinya yang sesuai dengan tingkat kebutuhan makhluknya.

Menurut Sayyid Qutub dalam Shihab (2002), sesungguhnya Allah menciptakan segala sesuatu berupa buah-buahan, binatang ternak dan kenikmatan lainnya, tiada lain hanya untuk mengingatkan tentang keagungan dan kemuran Allah swt

supaya bisa bersyukur dan bertaqwa atasnya. Bentuk kasih sayang Allah swt dengan memberi semua kebutuhan makhluknya, keberaneka ragam inilah yang terkadang membuat segala sesuatunya akan menyebabkan kelalain. Thahir ibn Asyur menilai bahwa ayat ini mengingatkan nikmat-nikmat yang di anugerahkan Allah swt kepada manusia melalui apa yang diciptakan-Nya di bumi untuk kemaslahatan mereka. Sesudah kecaman terhadap aneka tindakan kaum musyrikin atas nikmat-nikmat Allah serta kritik pedas akibat kepicikan mereka yang telah mengharamkan atas diri mereka sebagian dari nikmat itu, padahal Allah swt maha pengasih lagi maha penyayang.

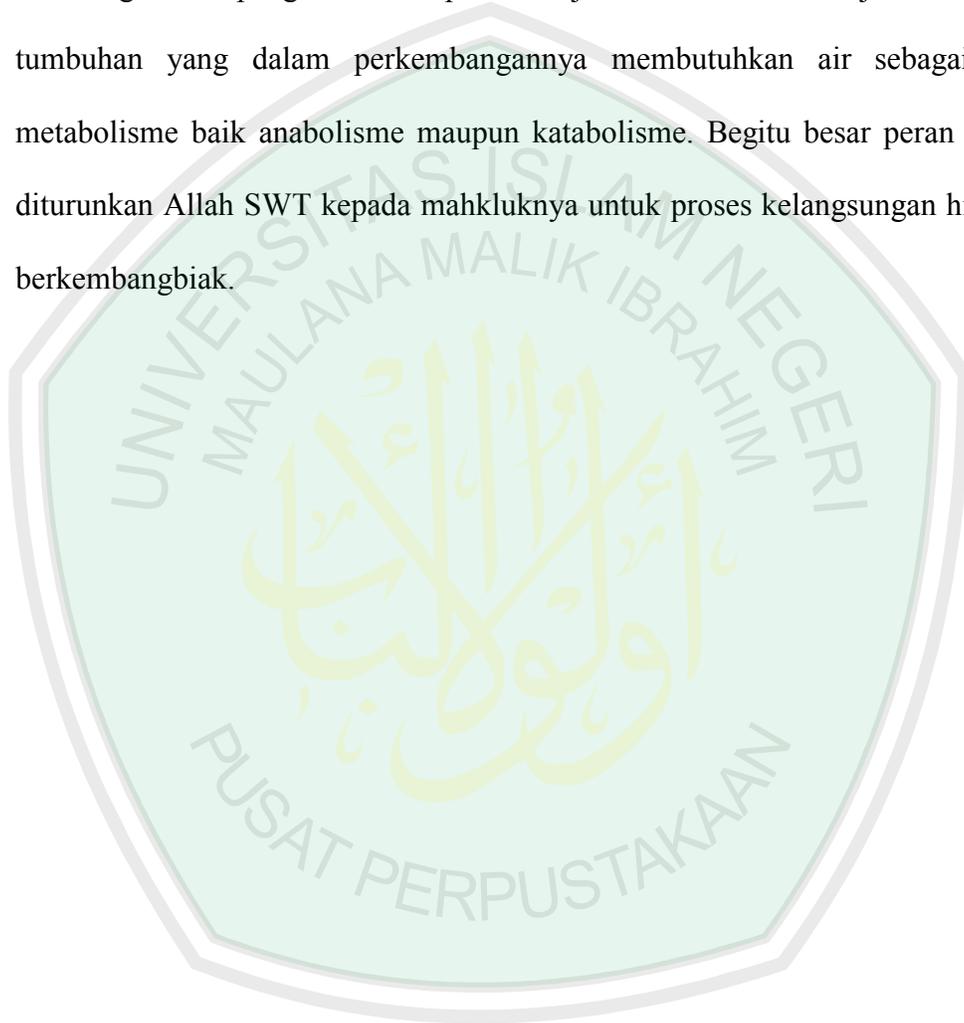
Tentang ulama atau orang-orang yang berilmu pengetahuan, Ibnu Katsir telah menafsirkan “tidak lain orang yang akan merasa takut kepada Allah itu hanyalah ulama yang ma’rifat yaitu mengenal Tuhan menilik hasil kekuasaan dan kebesarannya yang mempunyai sekalian sifat kesempurnaannya dan yang mempunyai al-Asma’ul Husna apabila ma’rifat bertambah sempurna dan ilmu terhadap-Nya bertambah matang, ketakutan kepada-Nya pun bertambah besar dan bertambah banyak.

Dari ayat 27 dan 28 tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tanda-tanda kekuasaan Allah ialah diturunkannya hujan, tumbuhlah tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan buah-buahan yang beraneka ragam.
2. Demikian juga manusia, binatang-binatang diciptakan Allah bermacam-macam warna jenisnya sebagai tanda kekuasaan-Nya.
3. Yang benar-benar mengetahui tanda-tanda kekuasaan Allah dan mentaatinya hanyalah ulama, yaitu orang-orang yang mengetahui secara mendalam kebesaran

Allah. Dia Maha Perkasa menindak orang-orang kafir, Maha Pengampun kepada hamba-hambanya yang beriman dan taat.

4. Dari segi ilmu pengetahuan dapat di kaji dari mekanisme kerja fisiologi dari tumbuhan yang dalam perkembangannya membutuhkan air sebagai proses metabolisme baik anabolisme maupun katabolisme. Begitu besar peran air yang diturunkan Allah SWT kepada makhluknya untuk proses kelangsungan hidup dan berkembangbiak.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) tunggal, Faktor tunggal meliputi ketinggian dan mewakili dari 5 stasiun yang memiliki ketinggian yang berbeda.

#### **3.2 Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan di Gunung Batok dan Resort Cemoro lawang di area Taman Nasional Bromo Tengger Semeru dan di analisis di Laboratorium Optik Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, bulan Mei - September 2010.

#### **3.3 Alat Dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Mikroskop computer Olympus Cx 31, kaca preparat, Global Positioning System (GPS), alat tulis, meteran, penggaris, wadah plastic, pisau/pemes, kamera digital tipe Canon A480 power shot, isolasi selotip, kutek, kertas label, higro meter, kompas.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Melakukan pengamatan pada zona yang akan digunakan sebagai pengambilan sampel, mengambil sampel dari tumbuhan Edelweis jawa pada beberapa zona yaitu pada zona Montana di gunung Batok (ketinggian 2.440 meter dpl) dan Resort Cemoro Lawang (ketinggian 2.287 meter dpl), mengukur tingkat ketinggian dengan menggunakan GPS , kelembaban, suhu, kecepatan angin pada zona pengambilan sampel Edelweis Jawa yaitu antara 1600 meter dpl – 2.614 meter dpl. Penentuan stasiun pada masing-masing tempat (Gunung Batok dan Cemoro Lawang) berdasar dari letak ketinggian, kelembaban, suhu, dan kecepatan angin. Pengambilan sampel dari 5 stasiun sebanyak 2 individu/tumbuhan, dari tiap tumbuhan diambil 2 -4 daun untuk dianalisis. Pengamatan dan menganalisis dari segi morfologi pada beberapa tingkatan zona ketinggian dengan acuan pada batasan masalah, mengambil daun keempat – kelima dari pucuk dan membuat preparat dengan metode stomatal printing pada daun Edelweis Jawa, menghitung tingkat kerapatan stomata, indeks stomata tiap Luas bidang pandang, panjang stomata, lebar stomata, panjang dan lebar daun Edelweis jawa, kemudian menganalisis dari ekologi sekitar (kelembaban, suhu, kecepatan angin, dan ketinggian) terkait faktor-faktor yang mempengaruhi dari pertumbuhan Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*).

### **3.5 Pengamatan Morfologi**

#### **3.5.1 Organ Vegetatif**

Parameter untuk organ vegetatif yang diukur adalah panjang daun dan luas daun.

Pada setiap ketinggian pengukuran panjang dan lebar daun, perbandingan panjang atau lebar daun dan tinggi Edelweis jawa untuk 10 stasiun dan tiap stasiun diambil 2 tumbuhan (tiap tumbuhan diambil 2-4 sampel daun). Masing-masing Gunung di ambil 5 stasiun (Gunung batok 5 stasiun dan Resort Cemoro Lawang 5 stasiun).

#### **3.5.2 Panjang dan Lebar Daun**

Pengukuran panjang dan lebar daun diambil dari daun pada tiap individu, pemilihan tersebut berdasarkan:

Pengukuran daun terbesar yang dipilih pada satu individu diperkirakan merupakan daun dengan ukuran yang lebih stabil yaitu pengambilan daun ke empat sampai ke lima dari pucuk.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris yang dilengkapi dengan meteran. Pengukuran dilakukan sebagai berikut: panjang diukur dari basal daun sampai ujung apek daun tanpa tangkai daun, sedangkan lebar daun diambil dari bagian daun terlebar.

### 3.6 Pengamatan Anatomi

Pengamatan dari segi anatomi yaitu pada kerapatan stomata, indeks stomata, panjang stomata, dan lebar stomata (pengambilan sampel pada jam yang sama). Dengan membuat preparat stomata dari daun Edelweis jawa dengan metode stomatal printing (Arisoesilaningsih, 1998 dalam Astuti, 2000) yaitu permukaan bawah daun diolesi kutek dan dibiarkan mengering, Kemudian kutek dikelupas menggunakan isolasi dan diletakkan diatas gelas benda, Kemudian preparat diamati dibawah mikroskop computer Olympus CX 31 dengan perbesaran 40x10 kali.

Dilakukan pengukuran kerapatan stomata dari beberapa daun Edelweis jawa yang diambil pada beberapa zona yang berbeda. Yaitu dengan menghitung stomata dari hasil pengamatan di mikroskop computer Cx 31. Kerapatan dan indeks stomata di hitung menggunakan rumus :

Kerapatan stomata :

$$RS = \frac{S1 + S2 + S3 + S4 + S5}{n}$$

$$KS = \frac{RS}{LBP}$$

Indeks stomata :

$$I = \frac{\sum Stomata}{\sum Stomata + \sum Sel Epidermis}$$

KS = Kerapatan Stomata

RS = Rata-rata Stomata

I = Indeks stomata

n = Jumlah stomata tiap luas bidang pandang

LBP = Luas Bidang Pandang

LBP =  $400 \times (P = 0,162 \text{ mm}, l = 0,122 \text{ mm})$

S1 = Stomata bidang pandang 1

S2 = Stomata bidang pandang 2

S3 = Stomata bidang pandang 3

S4 = Stomata bidang pandang 4

S5 = Stomata bidang pandang 5

Menurut (Agustin, 1999 dan Kurnia 2005), kerapatan stomata diklasifikasikan menjadi ;

1. Kerapatan rendah ( $< 300 / \text{mm}^2$ )
2. Kerapatan sedang ( $300 - 500 / \text{mm}^2$ )
3. Kerapatan tinggi ( $7500 / \text{mm}^2$ )

### 3.8 Faktor abiotik

Pengamatan dari faktor abiotik yang mempengaruhi dari plastisitas tumbuhan meliputi faktor ketinggian, kelembapan, kecepatan angin, dan suhu.

### 3.9 Analisis data

Data yang sudah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANAVA tunggal. Apabila ada pengaruh nyata pada perlakuan ketinggian maka dilanjutkan dengan Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf signifikansi 5%.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Faktor Abiotik Tiap Stasiun Di Gunung Batok Dan Resort Cemoro

##### Lawang.

Pengamatan faktor abiotik pada tiap stasiun di Gunung Batok dan Resort Cemoro Lawang yang disajikan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Faktor-faktor abiotik pada masing-masing stasiun di Gunung Batok Dan Resort Cemoro Lawang.

Stasiun	Factor abiotik	Gunung Batok	Cemoro Lawang
1	Ketinggian	2184.5 m dpl	1689.5 m dpl
	Suhu	19.35 °C	17.5 °C
	Kelembaban	76.1 %	85.25 %
	Angin	0.3 m/s	0.2 m/s
2	Ketinggian	2200 m dpl	1805.5 m dpl
	Suhu	20.8 °C	18.1 °C
	Kelembaban	73 %	76.95 %
3	Angin	0.25 m/s	0.25 m/s
	Ketinggian	2212 m dpl	1981 m dpl
	Suhu	26.9 °C	18.55 °C
	Kelembaban	70.2 %	74.35 %
4	Angin	0.35 m/s	0.3 m/s
	Ketinggian	2246.5 m dpl	2001 m dpl
	Suhu	22.55 °C	18.3 °C
5	Kelembaban	74.05 %	76.35 %
	Angin	0.4 m/s	0.4 m/s
	Ketinggian	2393 m dpl	2019 m dpl
	Suhu	22.5 °C	17.6 °C
5	Kelembaban	74 %	80.25 %
	Angin	0.55 m/s	0.7 m/s

Berdasarkan tabel faktor abiotik diatas menunjukkan bahwa stasiun ke-5 memiliki ketinggian yang lebih tinggi yaitu 2393 m dpl pada lokasi Gunung Batok dan 2019 m dpl pada lokasi Resort Cemoro Lawang.

## 4.2 Perbedaan Morfologi Tumbuhan Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)

### Akibat Zona Ketinggian Yang Berbeda

#### 4.2.1 Panjang dan Lebar Daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)

Dari hasil analisis statistik One way ANAVA tentang pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*), diperoleh data yang menunjukkan F hitung > F tabel, artinya terdapat perbedaan nyata pada pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) yang berada di Gunung Batok, seperti yang tersaji pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	65,783	16,44575	11,667*	3,06
Galat	15	21,1425	1,4095		
Total	19	86,9255			

Keterangan \*) : Berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %.

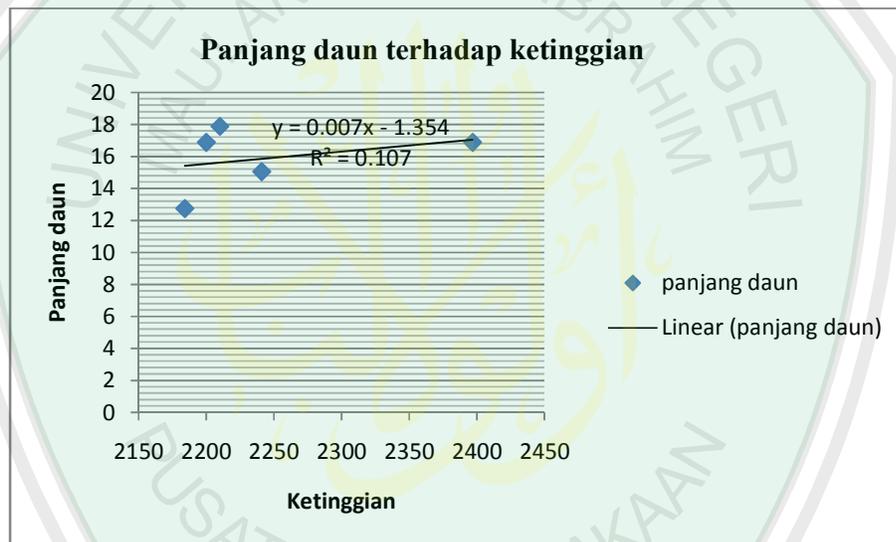
Untuk mengetahui perbedaan tiap setasiun maka dilakukan uji lanjut dengan BNT 0,05 yang tersaji dalam tabel 4.3

Tabel 4. 3 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok

Stasiun	rata-rata panjang daun ( per cm)
IV (2245 m dpl)	12.75 a
II (2200 m dpl)	15.05 b
I (2184 m dpl)	16.875 bc
III (2212 m dpl)	16.875 bc
V (2394 m dpl)	17.875 c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT 0,05.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 0,05 diketahui tingkat perbedaan panjang daun pada tiap stasiunnya, yaitu pada stasiun ke IV berbeda nyata dengan stasiun ke I, II, III, dan V. Stasiun II sama dengan panjang daun Edelweis jawa di stasiun ke I dan III, tetapi berbeda nyata pada panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) dengan stasiun ke V, panjang daun Edelweis Jawa yang paling tinggi yaitu pada stasiun ke-V, panjang daun terendah pada stasiun ke- IV, dan pada stasiun ke-I dan III cenderung lebih rapat mendekati stasiun ke-V.



Gambar 4.1 : Hubungan ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok.

Hasil analisis regresi korelasi antara ketinggian tempat dengan panjang daun Edelweis Jawa menunjukkan nilai yang rendah ( $R^2 = 0,1077$ ) hal ini menunjukkan tingkat hubungan korelasi ketinggian tempat dengan panjang daun Edelweis Jawa yang rendah.

Nilai perbedaan regresi kecil menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara ketinggian terhadap panjang daun edelweis rendah, artinya tingkat perbedaan

ketinggian dengan panjang daun masih di pengaruhi oleh faktor-faktor lain yang lebih dominan daripada ketinggian. Faktor-faktor seperti kelembaban, intensitas cahaya, suhu, maupun vegetasi akan mempengaruhi dari iklim mikro di sekitar Edelweis Jawa tumbuh.

Panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang berdasarkan beberapa tingkat ketinggian setelah dilakukan uji statistik one way ANAVA maka didapatkan nilai dari F hitung > F tabel, sehingga terdapat perbedaan yang nyata pada panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Resort Cemoro Lawang, yang disajikan dalam tabel 4.4

Tabel 4.4 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang.

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	43,652	10,913	3,739*	3,06
Galat	15	43,78	2,918667		
<b>Total</b>	19	87,432			

Keterangan \*) : Berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

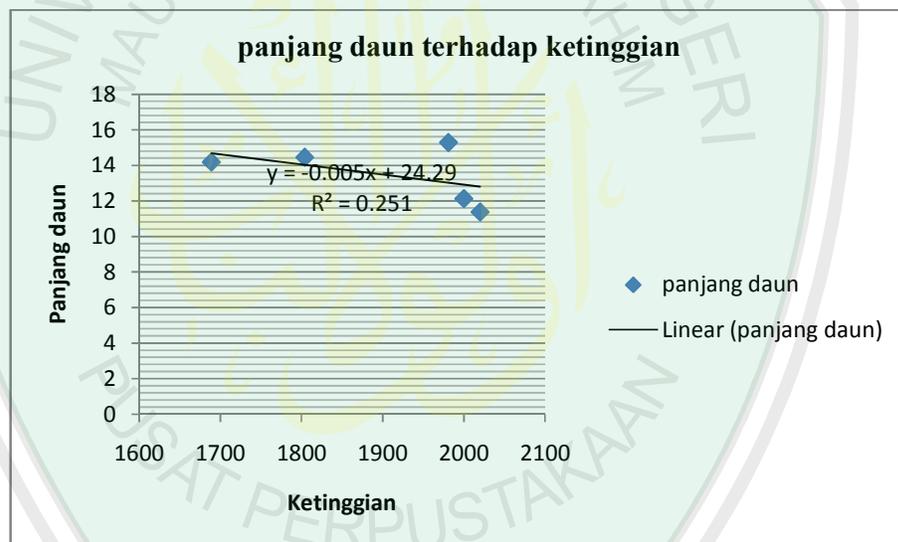
Untuk mengetahui perbedaan pada tiap stasiunya dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT 0,05 yang disajikan dalam tabel 4.5

Tabel 4. 5 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang.

Stasiun	rata-rata panjang daun ( per cm)
III (1981 m dpl)	11,375 a
II (1805 m dpl)	12,125 a
IV (2001 m dpl)	14,175 ab
I (1690 m dpl)	14,45 ab
V (2020 m dpl)	15,275 c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT 0,05.

Berdasarkan hasil penelitian uji BNT 0,05 atas perlakuan beda ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) terdapat adanya perbedaan yang nyata, karena nilai F hitung > F tabel, hasil uji lanjut pada stasiun ke-I, II, III, dan IV berbeda nyata dengan stasiun ke-V, dan pada stasiun ke-IV dan I memiliki kesamaan panjang daun dan berbeda dengan stasiun ke V. Panjang daun Edelweis Jawa yang paling tinggi berada pada stasiun ke-V, kerapatan stomata terendah pada stasiun ke- III, dan pada stasiun ke-IV dan I cenderung lebih rapat mendekati stasiun ke-V.



Gambar 4.2 : Hubungan ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang.

Hasil analisis regresi korelasi antara ketinggian tempat dengan panjang daun Edelweis Jawa menunjukkan nilai yang rendah ( $R^2 = 0,2519$ ) hal ini menunjukkan tingkat hubungan korelasi ketinggian tempat dengan panjang daun Edelweis Jawa yang kecil.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik menggunakan One way ANAVA ,  
Lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Gunung Batok  
menunjukkan perbedaan yang signifikan atau berbeda nyata dikarenakan nilai dari  
F hitung > F tabel, dapat di lihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat  
terhadap lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung  
batok.

<b>SK</b>	<b>Db</b>	<b>JK</b>	<b>KT</b>	<b>F Hit</b>	<b>F 0.5</b>
Perlak	4	1,148	0,287	7,454*	3,06
Galat	15	0,5775	0,0385		
<b>Total</b>	19	1,7255			

Keterangan \*) : Berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

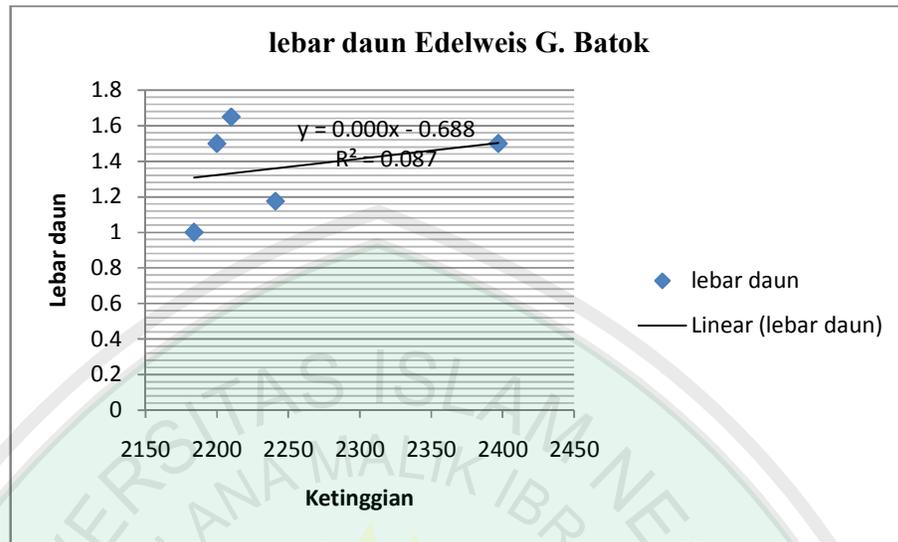
Untuk mengetahui perbedaan pada tiap stasiunya maka dilakukan uji lanjut  
BNT 0,05 berikut tabel hasil uji lanjut BNT 5% .

Tabel 4.7 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap  
lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok.

<b>Stasiun</b>	<b>rata-rata lebar daun (per cm)</b>
IV (2246 m dpl)	1,65 a
II (2200 m dpl)	1,175 a
I (2185 m dpl)	1,5 b
III (2212 m dpl)	1,5 b
V (2394 m dpl)	1,5 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak  
berbeda nyata pada Uji BNT 0,05.

Hasil uji BNT 0,05 menyimpulkan bahwa pada stasiun ke II dan IV  
memiliki perbedaan yang nyata dengan lebar daun Edelweis Jawa di stasiun ke I,  
III, dan V, sedangkan pada stasiun ke I, III, dan V tidak memiliki perbedaan yang  
nyata atau sama pada lebar daun Edelweis Jawa di kawasan Gunung Batok.



Gambar 4.3 : Hubungan ketinggian terhadap lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung batok

Hasil analisis regresi korelasi antara ketinggian tempat dengan lebar daun Edelweis Jawa menunjukkan nilai yang rendah ( $R^2 = 0,0876$ ) hal ini menunjukkan tingkat hubungan korelasi ketinggian tempat dengan lebar daun Edelweis Jawa yang rendah.

Lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang memiliki perbedaan yang nyata setelah dilakukan uji statistik menggunakan ANAVA tunggal,  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , di sajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat terhadap lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang.

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	0,505	0,12625	3,427*	3,06
Galat	15	0,5525	0,036833		
<b>Total</b>	19	1,0575			

Keterangan \*) : Berbeda nyata pada  $F_{hitung}$  dengan taraf signifikansi 5 %

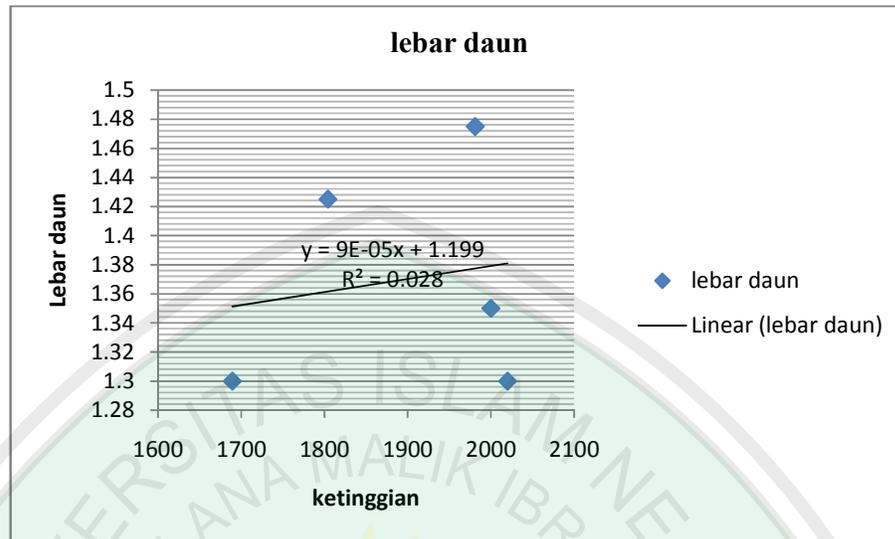
Untuk mengetahui tingkat perbedaan antar stasiun maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT 0,05 dan disajikan dalam tabel 4.9.

Tabel 4.9 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang.

<b>Stasiun</b>	<b>rata-rata lebar daun (per cm)</b>
III (1981 m dpl)	1,125 a
IV (2001 m dpl)	1,25 ab
V (2018 m dpl)	1,475 b
II (1805 m dpl)	1,5 b
I (1690 m dpl)	1,525 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT 0,05.

Berdasarkan tabel 4. 9 diketahui bahwa pada stasiun III dengan ketinggian 1981 m dpl memiliki kesamaan lebar daun dengan stasiun IV pada ketinggian 2001 m dpl, tetapi berbeda dengan stasiun V, II, dan I dengan ketinggian 2018, 1805, dan 1690 m dpl. Dan pada stasiun IV, V, II, dan I tidak memiliki perbedaan yang nyata atau sama dari segi lebar daun Edelweis Jawa di Resort Cemoro Lawang. Panjang daun Edelweis Jawa yang paling tinggi berada pada stasiun ke-V, kerapatan stomata terendah pada stasiun ke- III, dan pada stasiun ke-IV cenderung lebih rapat mendekati stasiun ke-V.



Gambar 4.4 : Hubungan ketinggian terhadap lebar daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang.

Hasil analisis regresi korelasi antara ketinggian tempat dengan lebar daun Edelweis Jawa menunjukkan nilai yang rendah ( $R^2 = 0,0281$ ) hal ini menunjukkan tingkat hubungan korelasi ketinggian tempat dengan lebar daun Edelweis Jawa yang rendah.

Hasil data menunjukkan Faktor ketinggian tidak selamanya berpengaruh terhadap panjang dan lebar daun edelweiss jawa, terlihat dari acaknya nilai panjang dan lebar daun pada tiap stasionnya serta nilai regresi korelasi yang kecil, hal ini menunjukkan adanya faktor lain yang lebih dominan daripada ketinggian dalam mempengaruhi dari panjang dan lebar daun edelweis. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam mengkondisikan lingkungan sekitar tumbuhan bisa diakibatkan oleh tingginya vegetasi yang nantinya mempengaruhi dari iklim mikro di sekitarnya, seperti kelembaban, suhu, dan perolehan intensitas cahaya. Di Resort Cemoro Lawang lebih sedikit dalam menerima cahaya secara langsung jika dibandingkan dengan di Gunung Batok. tumbuhan yang berada pada daerah

yang intensitas cahayanya rendah sampai cukup menunjukkan ukuran luas daun lebih besar namun ketebalan lebih tipis. Terkait intensitas cahaya yang di terima di pengaruhi oleh naungan vegetasi yang berada di sekitar tumbuhan, Menurut Fahn (1995), bahwa pertumbuhan awal daun terjadi karena meristem apikal dan marginal, yang keduanya mempunyai pola pembelahan.

Pada dikotil lapisan terluar meristem marginal membelah antiklinal dan tidak tergantung pada lapisan sel di bawahnya. Peluasan dalam permukaan daun berasosiasi dengan peningkatan jumlah dan ukuran kloroplas serta jumlah klorofil yang terdapat pada palisade dan spons parenkim. Susunan sel-sel jaringan palisade saling melekat, tetapi beberapa bagian terpisah sehingga udara dalam ruang antar sel tetap mencapai sisi panjang dengan kloroplas melekat tepi dinding. Hal ini terspesialisasi untuk efisiensi fotosintesis atau dimensi daerah permukaan bebas. Di samping itu adanya tulang-tulang daun kecil atau minor sangat berperan dalam penyebaran arus transpirasi melalui mesofil dan berperan sebagai titik awal penyerapan hasil fotosintesis dan translokasinya ke luar daun.

Stebbins (1974) mencatat bahwa daun tumbuhan diperkirakan merupakan satu-satunya organ tumbuhan yang paling plastis. Namun hal ini tidak dapat digeneralisasi semua jenis tumbuhan. Definisi yang tepat untuk plastisitas fenotip sulit dibuat, tetapi eksistensi sifat-sifat individu yang terekspresi yang di ubah sebagai akibat stimulus lingkungan, dapat digunakan untuk mengukur plastisitas dari sifat yang karakteristik dari organ tumbuhan (Bradshaw, 1965).

Menurut Fitter (1991), jumlah daun juga mempengaruhi transpirasi, makin luas daerah permukaan daun, makin besar evapotranspirasi. Begitu juga pada

lebar dan panjang daun Edelweis Jawa pada beberapa tempat akan berbeda juga dari tingkat luas daunnya, dikarenakan terkait dari faktor abiotik berupa pengaruh intensitas cahaya yang diterima tumbuhan tersebut. menurut Kuiper (1984), menyebutnya sebagai plastisitas fenotip yang merupakan mekanisme pertahanan diri suatu individu terhadap perubahan faktor lingkungan. Ditambahkannya bahwa ketahanan hidup suatu populasi tumbuhan dipengaruhi oleh komposisi genetik dan sifat plastisitas fenotip dari suatu individu.

Pandangan-pandangan tentang plastisitas organ dapat menunjukkan bahwa tiap organ tumbuhan dapat memberikan respon yang berbeda-beda dalam menghadapi pengaruh tekanan lingkungan. Batang, akar, dan daun tumbuhan kemungkinan mempunyai plastisitas yang berbeda-beda.

### **4.3 Perbedaan Anatomi Tumbuhan Edelweis Jawa (*Anaphalis Javanica*) Dari Zona Ketinggian Yang Berbeda**

#### **4.3.1 Kerapatan Stomata**

Penghitungan stomata dilakukan menggunakan metode stomatal printing dan diamati menggunakan Mikroskop Computer Olympus tipe CX 31 dengan perbesaran 40x10 x. Frekuensi stomata sering berbeda menurut ukuran sel, dimana frekuensi stomata berkurang apabila ukuran sel epidermis menjadi lebih besar (Willmer, 1983).

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANAVA tunggal tentang kerapatan stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Gunung batok menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , hal ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata tingkat kerapatan stomata dari ke-5 stasiunya,

Sehingga terdapat pengaruh kerapatan stomata berdasar pada ketinggian tempat dan kondisi lingkungan yang beragam.

Tabel 4.10 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan kerapatan stomata (*Anaphalis javanica*) pada Gunung Batok di TNBTS

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	14075,3	3518,825	4,382*	3,06
Galat	15	12043,25	802,8833		
Total	19	26118,55			

Keterangan \*) : Berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Untuk mengetahui tingkat perbedaan kerapatan stomata (*Anaphalis javanica*) pada tiap stasiunnya maka dilanjutkan dengan uji BNT 0,05 yang disajikan pada tabel 4.11.

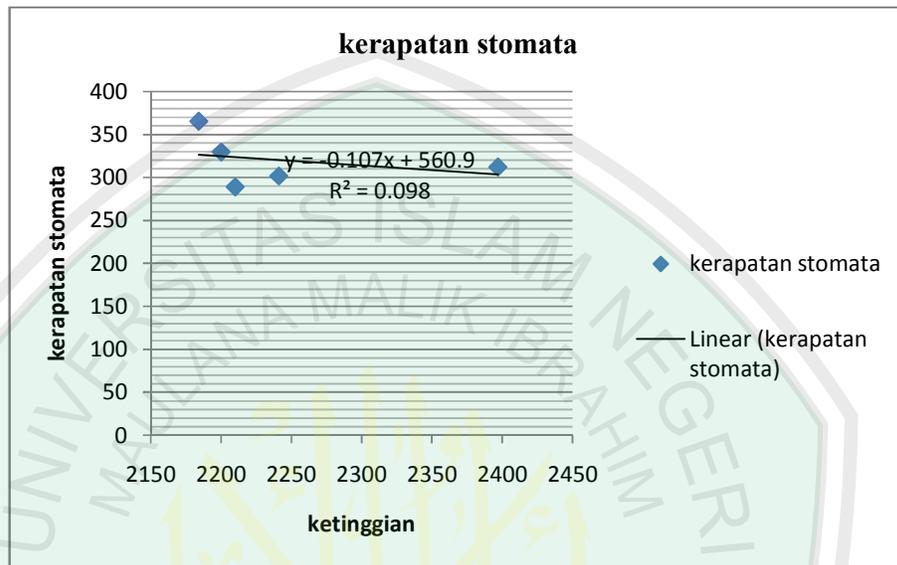
Tabel 4.11 Ringkasan Uji BNT 0,05 pengaruh ketinggian tempat dengan kerapatan stomata (*Anaphalis javanica*) pada Gunung Batok di TNBTS

Stasiun	rata-rata kerapatan stomata (mm <sup>2</sup> )
III (2212 m dpl)	289 a
IV (2246 m dpl)	301,75a
V (2394 m dpl)	312,25a
II (2200 m dpl)	329,75 ab
I (2185 m dpl)	365,5 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT 0,05.

Berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan BNT dapat disimpulkan bahwa pada stasiun ke-III, ke-IV, ke-V dan ke-II mempunyai kerapatan stomata yang sama, akan tetapi stasiun ke-III, ke-IV, dan ke-V berbeda dengan kerapatan stomata pada stasiun ke-I, pada stasiun ke-II memiliki kerapatan stomata sama dengan pada stasiun ke-I, kerapatan stomata yang paling tinggi yaitu pada stasiun

ke-I, kerapatan stomata terendah pada stasiun ke-III, dan pada stasiun ke-II cenderung lebih rapat mendekati stasiun ke-I.



Gambar 4.5 : Hubungan ketinggian terhadap kerapatan stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok.

Hasil analisis regresi korelasi antara ketinggian tempat dengan kerapatan stomata Edelweis Jawa menunjukkan nilai yang rendah ( $R^2 = 0,0987$ ) hal ini menunjukkan tingkat hubungan korelasi ketinggian tempat dengan kerapatan stomata Edelweis Jawa yang rendah. jika semakin tinggi nilai  $R^2$  maka tingkat hubungan semakin besar.

Nilai  $R^2$  yang rendah menunjukkan bahwa hasil beda nyata dengan yang ditunjukkan oleh ANAVA dan perbedaan pada uji BNT tidak semata-mata dipengaruhi oleh faktor-faktor ketinggian tempat, akan tetapi ada faktor abiotik lain (kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya) yang lebih berpengaruh dalam merubah iklim mikro.

Hasil pengamatan kerapatan stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Resort Cemoro Lawang disajikan pada tabel 4.12 yang dianalisis menggunakan ANAVA tunggal menunjukkan F hitung lebih kecil dari pada F tabel maka dapat di simpulkan tidak adanya perbedaan kerapatan stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada tiap stasiunya.

Tabel 4.12 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan kerapatan stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Resort Cemoro Lawang di TNBTS,

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	33858	8464,5	1,327 <sup>ns</sup>	3,06
Galat	15	95638	6375,8		
<b>Total</b>	19	12949,6			

Keterangan <sup>ns</sup>) : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikasi 5 %

Dapat disimpulkan bahwa F hitung < F tabel , maka tidak terdapat perbedaan yang nyata kerapatan stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) tiap stasiunya pada Resort Cemoro Lawang. Hal ini disebabkan karena pada Resort Cemoro Lawang dalam faktor abiotik hampir sama antar stasiunya yaitu dari segi kelembaban, intensitas cahaya, kecepatan angin, dan suhu. Faktor-faktor abiotik yang relatif sama menyebabkan tumbuhan memiliki tingkat kerapatan stomata yang sama.

Kerapatan stomata berhubungan erat dengan keadaan lingkungan di sekitar tumbuhan itu berada. Keadaan lingkungan yang mempengaruhi kerapatan atau jumlah stomata antara lain adalah suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban. Suhu yang tinggi menyebabkan stomata menutup, hal ini disebabkan karena respon tidak langsung tumbuhan terhadap keadaan rawan air atau karena laju transpirasi naik, maka jumlah stomata persatuan luas menjadi lebih sedikit. Dari beberapa

faktor seperti banyaknya vegetasi di sekitar tumbuhan akan mempengaruhi dari iklim mikro di sekitar Edelweis Jawa berada (Salisbury, 1995).

Letak dan jumlah stomata pada permukaan daun berhubungan dengan fungsi stomata pada daun sebagai salah satu sarana transpirasi. Hal ini penting bagi tumbuhan, karena stomata berperan dalam membantu meningkatkan laju angkutan air dan garam mineral, mengatur suhu tumbuhan dengan cara melepaskan kelebihan panas dan mengatur turgor optimal di dalam sel (Sastimitamiharja, 1990). Tanaman-tanaman yang tumbuh pada kondisi cekaman kekeringan mengurangi jumlah stomata (kerapatan rendah) sehingga menurunkan laju kehilangan air. Penutupan stomata dan serapan CO<sub>2</sub> bersih pada daun berkurang secara paralel (bersamaan) selama kekeringan. Proses asimilasi karbon terganggu sebagai akibat dari rendahnya ketersediaan CO<sub>2</sub> pada kloroplas karena cekaman air yang menyebabkan terjadinya penutupan stomata. Jadi, kekeringan yang hebat akan merubah/membatasi proses asimilasi, translokasi, penyimpanan dan penggunaan karbon fotoasimilat secara terpadu.

Di daerah Resort Cemoro Lawang kondisi di sekitar tumbuhan Edelweis Jawa terdapat banyak vegetasi dan tumbuhan sehingga akan mempengaruhi dari iklim mikro disekitar edelweis, yang mengakibatkan intensitas cahaya terhalang oleh vegetasi (terjadi naungan) sekitarnya dan akan berdampak pada kelembaban naik dan stomata akan semakin rapat. Begitu juga jika edelweis tidak berada pada naungan yang tinggi maka intensitas cahaya akan banyak di terima dan stomata akan berkurang kerapatannya. Hal ini menunjukkan bahwa kerapatan stomata merupakan faktor genetik akan tetapi fenotipnya sangat di pengaruhi oleh

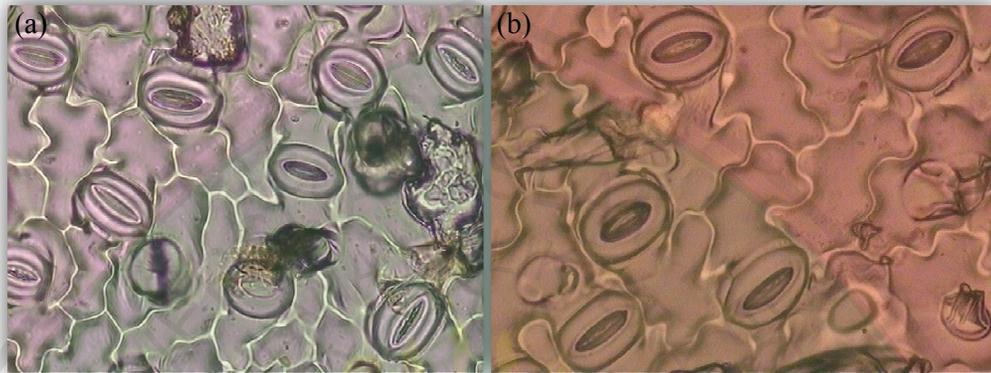
lingkungan. Jika perbedaan tekanan uap air dalam rongga daun dengan di udara menjadi semakin besar maka laju transpirasi meningkat, hal ini di ikuti dengan semakin tidak rapatnya stomata pada luasan daun maka dapat mengurangi hilangnya air dari tumbuhan hal ini merupakan bentuk adaptasi morfologi pada tumbuhan, dikarenakan struktur akan mengikuti dari fungsi tumbuhan tersebut.

Naungan vegetasi ini yang menyebabkan kondisi udara mengalami kelembaban relatif naik, yang mana kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap laju transpirasi. Kelembaban menunjukkan banyak sedikitnya uap air di udara, semakin banyak uap air di udara, akan semakin kecil perbedaan tekanan uap air dalam rongga daun dengan di udara, akan makin lambat laju transpirasi. Sebaliknya apabila tekanan uap air di udara makin rendah atau kelembaban relatifnya makin kecil, akan semakin besar perbedaan uap air di rongga daun dengan di udara, dan transpirasi akan berjalan lebih cepat, hal ini diikuti oleh adaptasi pada anatomi yaitu kerapatan stomata, jika kelembaban tinggi maka intensitas kerapatan stomata akan semakin rapat.

Menurut hasil penelitian lestari (2006) pada beberapa somklon padi, menyatakan bahwa ada hubungan antara tanaman yang tahan kekeringan dengan kerapatan stomata yang rendah. Diperkuat oleh Kadiri (2008), dari hasil penelitiannya pada tanaman Nilam diperoleh hasil bahwa somaklon yang dikategorikan toleran atau moderat mempunyai rata-rata lebar dan panjang serta kerapatan stomata yang lebih rendah dari nomor somaklon yang peka.

Menurut Miskin (1972), kerapatan stomata dapat mempengaruhi dua proses penting pada tanaman yaitu fotosintesis dan transpirasi, yang mana

tumbuhan yang mempunyai kerapatan stomata yang tinggi akan memiliki laju transpirasi yang lebih tinggi dari pada tanaman dengan kerapatan stomata yang rendah.



Gambar 4.1 kerapatan stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) a di Resort Cemoro Lawang dan b di Gunung Batok

#### 4.3.2 Indeks Stomata

Indeks stomata adalah perbandingan jumlah stomata dengan jumlah sel epidermis dalam tiap bidang pandang atau satuan luas tertentu, yaitu jumlah stomata dan jumlah sel epidermis dikalikan 100%. Berdasarkan hasil analisis ANAVA tunggal indeks stomata pada Gunung Batok menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel, hal ini menerangkan bahwa tidak ada perbedaan nyata indeks stomata pada tiap stasiun di Gunung Batok, dapat di lihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan indeks stomata (*Anaphalis javanica*) pada Gunung Batok

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	0,001531	0,000383	1,252 <sup>ns</sup>	3,06
Galat	15	0,004582	0,000305		
<b>Total</b>	19	0,006113			

Keterangan <sup>ns</sup>) : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Indeks stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang sama dengan indeks stomata yang berada di Gunung Batok, yaitu F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga terdapat perbedaan yang tidak nyata pada tiap stasiunya, dapat di lihat pada tabel 4.14 dibawah.

Tabel 4.14 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan indeks stomata (*Anaphalis javanica*) pada Resort Cemoro Lawang di TNBTS

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	0,00284	0,00071	2,623 <sup>ns</sup>	3,06
Galat	15	0,004059	0,000271		
<b>Total</b>	19	0,006899			

Keterangan <sup>ns</sup>) : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Indeks kerapatan stomata di tiap stasiunnya memiliki perbedaan yang tidak nyata, hal ini menunjukkan bahwa indeks stomata diduga sebagai faktor genetik dan tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Indeks stomata merupakan perbandingan antara jumlah stomata dengan jumlah semua sel dalam tiap bidang pandang. Dari hal tersebut dapat dilihat terdapat pola yang sama antara indeks stomata dengan kerapatan stomata.

Adanya perbedaan kerapatan dan indeks stomata pada tumbuhan dikarenakan terdapat perbedaan cara adaptasi pada kondisi lingkungan sekitarnya. Rofi'ah (2010) dalam penelitiannya menyebutkan dalam satu spesies memiliki kesamaan dari indeks stomatanya dan mengalami perbedaan jika beda varietasnya. Frekuensi stomata sering berbeda menurut ukuran sel, dimana frekuensi stomata umumnya berkurang apabila ukuran sel penjaga menjadi lebih besar. Begitu juga pada indeks kerapatan stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok terdapat hubungan antara jumlah sel epidermis dengan stomata. Dimana

tingkat kerapatannya rendah dikarenakan kapasitas stomatanya besar begitu juga dengan kerapatan tinggi maka diikukti dengan kapasitas stomata yang kecil yaitu terdapat pada Resort Cemoro Lawang.

Kerapatan sel epidermis berkaitan pula dengan kerapatan stomata. Kerapatan stomata tinggi mempunyai kerapatan sel epidermis rendah, Willmer (1983) menjelaskan sel penjaga yang lebih kecil menghasilkan kerapatan stomata yang lebih tinggi. Indeks stomata menunjukkan rasio stomata dengan sel epidermis. Indeks stomata berkaitan dengan perubahan yang terjadi pada luas stomata dan sel epidermis. Bila kerapatan stomata rendah dibandingkan sel epidermis akan menghasilkan indeks stomata yang rendah, begitu juga sebaliknya kerapatan stomata yang tinggi dibandingkan sel epidermis akan menghasilkan indeks stomata tinggi.

Menurut Willmer (1983), variabel indeks stomata merupakan karakter anatomi yang tidak dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (stabil) dibandingkan variabel luas dan kerapatan stomata, sehingga variabel tersebut digunakan sebagai penciri keragaman tanaman.

#### **4.3.3 Panjang dan Lebar Stomata**

Pengukuran panjang dan lebar Stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) menggunakan hasil foto yang di ambil menggunakan alat bantu mikroskop computer Olympus CX 31 dengan perbesaran 40x10 dan diukur menggunakan aplikasi measrtment. yang kemudian dianalisis menggunakan uji statistik ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian terhadap panjang stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok menunjukkan bahwa tidak

ada pengaruh nyata pada panjang stomata karena  $F$  hitung  $<$   $F$  tabel, seperti yang disajikan pada (tabel 4.15).

Tabel 4.15 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan panjang stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Gunung Batok di TNBTS

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	26,10891	6,5272	2,056 <sup>ns</sup>	3,06
Galat	15	47,60558	3,1737		
<b>Total</b>	19	73,71449			

Keterangan <sup>ns</sup>) : Tidak berbeda nyata pada  $F$  hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Tabel 4.16 menunjukkan  $F$  hitung lebih kecil dari  $F$  tabel setelah dianalisis menggunakan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian terhadap panjang stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang, sehingga tidak adanya perbedaan nyata pada panjang stomata tiap stasiunya.

Tabel 4.16 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan panjang stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Resort Cemoro Lawang di TNBTS

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	14,45125	3,612813	1.834 <sup>ns</sup>	3,06
Galat	15	29,54062	1,969375		
<b>Total</b>	19	43,99187			

Keterangan <sup>ns</sup>) : Tidak berbeda nyata pada  $F$  hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Panjang stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) antar stasiunya memiliki perbedaan yang tidak nyata, baik di Gunung batok maupun di Resort Cemoro Lawang. Jika dianalisis menggunakan one way ANAVA maka terdapat adanya perbedaan yang tidak nyata karena dianggap perbedaan yang sangat kecil. Hal ini dipengaruhi dari kondisi lingkungan ditiap stasiunya yang hampir serupa menyebabkan tingkat perbedaan panjang stomata tidak beda. Perbedaan dari

faktor kelembaban di tiap stasiunnya mencapai 10 %. Jumlah dan besar stomata dapat meningkat akibat kondisi lingkungan yang kering dan panas karena yang sangat berpengaruh dalam proses transpirasi adalah dari lebar stomata. Menurut Willmer (1983) dalam Croxdale (1999) bahwa tanaman yang tumbuh di daerah yang kering dan banyak mendapatkan penyinaran matahari akan mempunyai kerapatan stomata yang lebih besar dan tingkat kerapatan stomatanya tidak rapat dibandingkan tanaman yang tumbuh di daerah basah dan ternaungi.

Jumlah kerapatan stomata yang besar dipengaruhi oleh kelembaban, Penambahan jumlah stomata dengan diiringi luas stomata yang besar, dapat dilihat sebagai bentuk adaptasi tanaman terhadap lingkungan sekitar akibat dari kebutuhan penguapan yang lebih besar. Penambahan jumlah stomata dengan diiringi luas stomata yang besar, dapat diamati sebagai bentuk adaptasi tanaman terhadap kondisi perbedaan gradien nilai kelembaban relatif yang tinggi, sehingga membutuhkan penguapan yang lebih besar (Fahn, 1991).

Berdasarkan hasil perhitungan statistik menggunakan ANAVA one way, Lebar dari stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) pada Gunung Batok menunjukkan perbedaan yang signifikan atau berbeda nyata dikarenakan nilai dari F hitung lebih besar dari F tabel, dapat di lihat pada (tabel 4.17).

Tabel 4.17 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan lebar stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) Gunung Batok di TNBTS

SK	Db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	28,08944	7,022359	3,959*	3,06
Galat	15	26,60579	1,77372		
<b>Total</b>	19	54,69523			

Keterangan \*): Berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %.

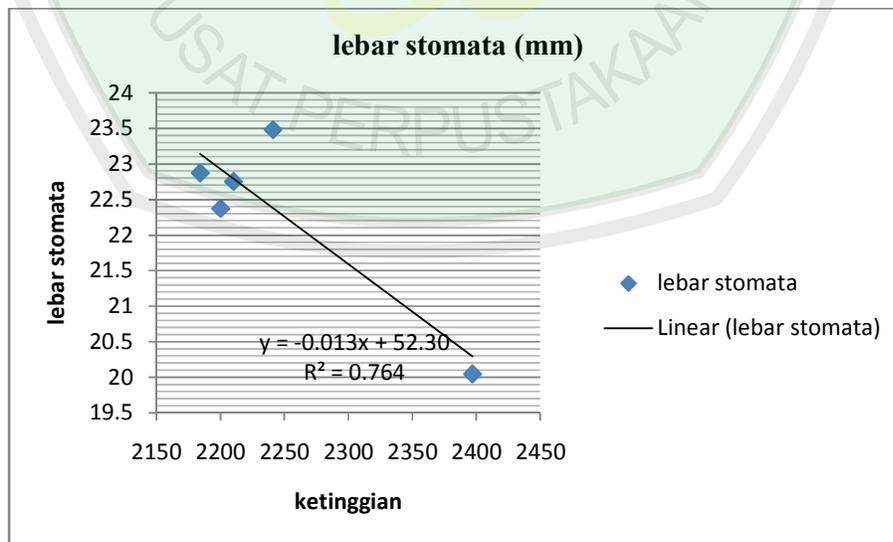
Untuk mengetahui perbedaan tiap stasiun tentang pengaruh faktor ketinggian terhadap lebar stomata maka dilanjutkan dengan uji BNT 0,05, di sajikan pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Ringkasan uji lanjut BNT 0,05 tentang pengaruh ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok

Stasiun	rata-rata lebar stomata (mm <sup>2</sup> )
III (2212 m dpl)	20,045 a
I (2185 m dpl)	22,3725 b
V (2395 m dpl)	22,7535 b
IV (2248 m dpl)	22,875 b
II (2394 m dpl)	23,4815 b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji BNT 0,05.

Uji lanjut BNT 0,05 menunjukkan pada stasiun III berbeda lebar stomatanya dengan stasiun ke-I, ke-II, ke-IV, dan ke-V, sedangkan pada stasiun ke-I, II, IV, dan V tidak berbeda nyata pada lebar dari stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*). Lebar stomata tertinggi pada stasiun ke-II dan yang terendah pada stasiun ke-III.



Gambar 4.6 : Hubungan ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Gunung Batok

Hasil analisis regresi korelasi antara ketinggian dengan lebar stomata Edelweis Jawa menunjukkan nilai yang besar ( $R^2 = 0,764$ ), hal ini menunjukkan adanya korelasi ketinggian dengan lebar stomata besar hubungannya.

Hasil analisis regresi ketinggian tempat terhadap lebar stomata di Gunung Batok menunjukkan terdapat adanya hubungan dan pengaruh yang besar, karena nilai  $R^2$  menunjukkan angka yang besar sehingga dari faktor ketinggian ada pengaruh. Jika pada lebar stomata maka akan di pengaruhi oleh banyaknya intensitas cahaya yang diterima, karena akan mempengaruhi dari kelembaban relatif yang ada di sekitarnya dan terkait dari proses laju transpirasi dan fotosintesis.

Lebar stomata bisa mengalami perbedaan pada tempat yang berbeda, dikarenakan lebar dari stomata akan mengikuti dari adaptasinya. Yang mana dalam lebar stomata ini berpengaruh dari proses fisiologi dari tumbuhan, yaitu dalam peristiwa evaporasi dan transpirasi, semakin lebar stomata maka akan mempengaruhi dari hilangnya air dari dalam tumbuhan. Pada kondisi Gunung Batok tidak terlalu banyak ditumbuhi vegetasi (sedikit naungan) sehingga suhu dan intensitas cahaya yang tinggi akan mempengaruhi kelembaban. tiap kenaikan bertambah 100 meter suhu udara berkurang (turun) rata-rata  $0,6^{\circ}\text{C}$ .

Lebar stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resor Cemoro Lawang setelah dianalisis menggunakan ANAVA tunggal memiliki nilai F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga terdapat perbedaan yang tidak nyata pada beda ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*), di sajikan pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Ringkasan ANAVA tunggal tentang pengaruh ketinggian tempat dengan lebar stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di Resort Cemoro Lawang

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0,5
Perlak	4	2,766081	0,69152	0,355 <sup>ns</sup>	3,06
Galat	15	29,15968	1,943979		
<b>Total</b>	19	31,92576			

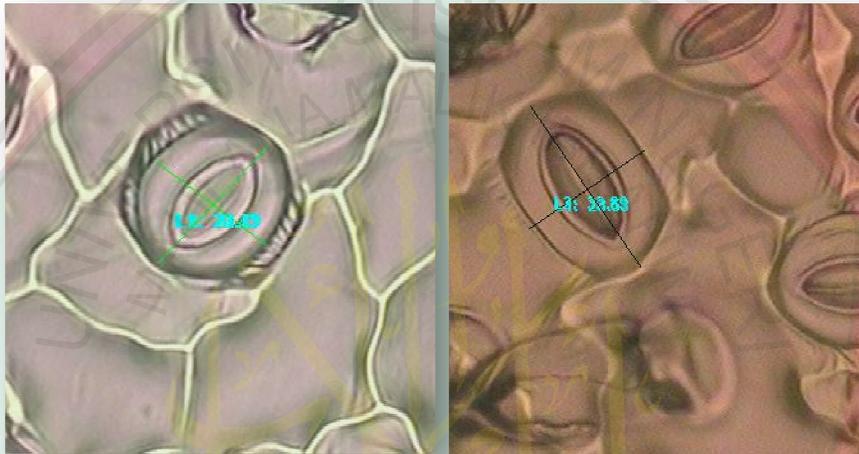
Keterangan <sup>ns</sup>) : Tidak berbeda nyata pada F hitung dengan taraf signifikansi 5 %

Hasil analisis menunjukkan tidak adanya perbedaan ketinggian tempat terhadap lebar stomata, hal ini menggambarkan di lingkungan Cemoro Lawang antara faktor-faktor abiotik dan biotik memiliki perbedaan yang tidak nyata pengaruhnya dalam perbedaan di tingkat iklim mikro.

Ketinggian tempat mempengaruhi perubahan suhu udara. Ada kalanya suhu, kelembaban, dan unsur cuaca tersebut dipengaruhi juga oleh kondisi setempat, misal vegetasi yang kadang lebih dominan dibanding pengaruh ketinggian. Semakin tinggi suatu tempat, misalnya pegunungan, semakin rendah suhu udaranya atau udaranya semakin dingin. Semakin rendah daerahnya semakin tinggi suhu udaranya atau udaranya semakin panas. Oleh karena itu ketinggian suatu tempat berpengaruh terhadap suhu suatu wilayah. Perbedaan regional dalam topografi, geografi dan cuaca menyebabkan terjadinya perbedaan dalam tanaman (Mansfield, 1975).

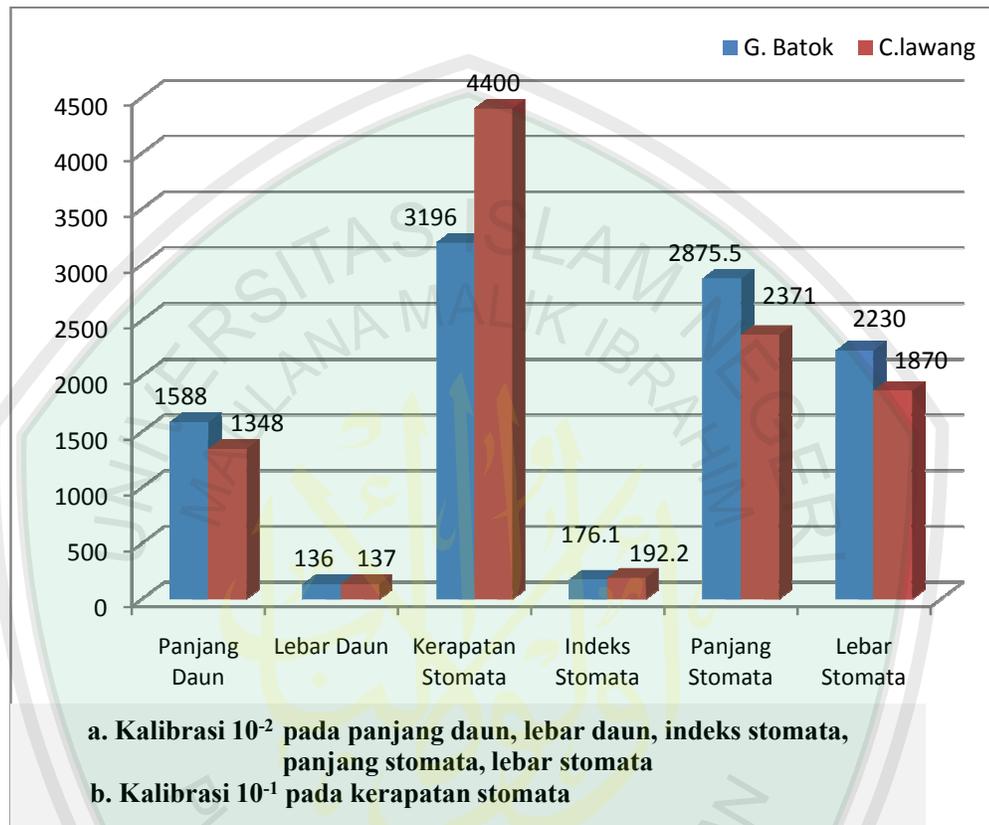
Stomata juga peka terhadap kelembaban atmosfer. Stomata akan menutup jika selisih kandungan uap air di udara dalam ruang antar sel melebihi kritis. Goldsworthy dan Fitter (1992), menyatakan bahwa perubahan dalam ukuran pori-pori stomata disebabkan oleh perubahan dalam keseimbangan turgor antar sel-sel penutup dan sel-sel tetangga atau sel-sel epidermis yang berdekatan. Suatu

kenaikan turgor dalam sel penutup, atau suatu penurunan turgor dalam sel tetangga menghasilkan pembukaan stomata melalui gerakan-gerakan menjauh dinding antiklinal sel penutup. Mekanisme tanggapan stomata terhadap rangsangan adalah kompleks, gambar panjang dan lebar stomata disajikan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Panjang dan lebar stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*)

#### 4.4 Perbandingan Edelweis (*Anaphalis Javanica*) antara Gunung Batok dan Resort Cemoro Lawang



Gambar 4.8 : Diagram perbandingan Edelweis Jawa (*Anaphalis Javanica*) antara Gunung Batok dengan Resort Cemoro Lawang

Berdasarkan variabel pengamatan menunjukkan terdapat adanya hubungan antara kerapatan stomata, indeks stomata, panjang stomata, lebar stomata, panjang daun, dan lebar daun tumbuhan Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) dari tiap stasiunnya antara Gunung Batok dan Cemoro Lawang, ini menunjukkan adanya teori yang menjelaskan struktur mengikuti dari fungsi tumbuhan tersebut berdasarkan kondisinya. Resort cemoro lawang dan Gunung Bathok memiliki kondisi lingkungan, tingkat ketinggian, dan vegetasi yang berbeda, sehingga

berpengaruh terhadap berbagai kondisi iklim mikro seperti kelembaban, suhu, kecepatan angin, maupun intensitas cahaya. Pada akhirnya perbedaan-perbedaan ini mempengaruhi kerapatan stomata, indeks stomata, panjang stomata, lebar stomata. Panjang daun, dan lebar daun edelweis jawa.

Gunung Batok memiliki kondisi lingkungan yang lebih banyak tersinari matahari (sedikit vegetasi di sekitar tumbuhan edelweis, nilai kelembaban relatif 76,7<sup>o</sup>) sehingga suhu di daerah tersebut akan naik, pada akhirnya akan mempengaruhi iklim mikro disekitar Edelweis Jawa tumbuh. Sedangkan kondisi di Resort Cemoro Lawang lebih banyak terdapat vegetasi yang lebih tinggi, sehingga akan mempengaruhi dari nilai kelembaban relatif dari lingkungan abiotiknya (nilai kelembaban relatif mencapai 86,1<sup>o</sup>). Faktor ini yang menyebabkan tingkat kerapatan stomata berbeda, kerapatan stomata di Resort Cemoro Lawang lebih rapat jika di badingakan dengan Edelweis Jawa yang berada di Gunung Batok. Rapatnya Stomata di Resort Cemoro Lawang diikuti dengan indeks stomatanya, jika nilai kerapatan stomata tinggi maka indeks dari stomata mengikuti, begitu juga dengan kerapatan stomata di G.Batok tidak begitu rapat dan diikuti nilai indeks stomata yang tinggi. Diamati dari segi ukuran stomata memiliki perbedaan, stomata pada G. batok memiliki panjang dan lebar stomata yang lebih besar jika dibandingkan dengan panjang dan lebar stomata di Resort Cemoro Lawang. Hal ini memiliki pengaruh atau hubungan antara tingkat kerapatan dan indeks stomata Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) dengan panjang dan lebar stomata pada setiap satuan luas, begitu juga pada panjang dan lebar daun akan berpengaruh terhadap banyakya sinar matahari yang diterima

daun, di karenakan pengaruh dari iklim mikro (dalam hal ini di pengaruhi dari banyaknya vegetasi yang tumbuh disekitar sehingga menyebabkan adanya naungan yang mempengaruhi dari suhu dan kelembaban relatif) yang ada di sekitar terhadap laju transpirasinya. Menurut Willmer, (1983) Frekuensi stomata sering berbeda menurut ukuran sel, dimana frekuensi stomata berkurang apabila ukuran sel penjaga menjadi lebih besar.

Kerapatan atau jumlah stomata berhubungan erat dengan keadaan lingkungan sekitar dimana tumbuhan itu berada. Keadaan lingkungan yang mempengaruhi kerapatan atau jumlah stomata antara lain adalah suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban. Suhu yang tinggi biasanya menyebabkan stomata menutup, hal ini disebabkan karena respon tidak langsung tumbuhan terhadap keadaan rawan air atau karena laju respirasi naik sehingga konsentrasi  $\text{CO}_2$  naik, maka jumlah stomata persatuan luas menjadi lebih sedikit (Ross, 1995). Letak dan jumlah stomata pada permukaan daun berhubungan dengan fungsi stomata pada daun sebagai salah satu sarana transpirasi. Hal ini penting bagi tumbuhan, karena stomata berperan dalam membantu meningkatkan laju angkutan air dan garam mineral, mengatur suhu tumbuhan dengan cara melepaskan kelebihan panas dan mengatur turgor optimal di dalam sel (Sastimitamiharja, 1990).

Letak Edelweis Jawa yang dekat dari kawah sebagai sumber gas sulfur dalam bentuk  $\text{SO}_2$  atau  $\text{H}_2\text{S}$  dapat mempengaruhi ukuran dan kerapatan stomata, di karenakan sulfur dapat masuk ke dalam jaringan tumbuhan melalui akar dan stomata. Sulfur masuk melalui akar dalam bentuk  $\text{SO}_4$  dan masuk melalui stomata dalam bentuk  $\text{SO}_2$  (Salisbury, 1995). Gas  $\text{SO}_2$  dapat menguasai control tanaman

terhadap stomata, sehingga menyebabkan stomata membuka meski daun dalam keadaan stres air. Keadaan ini menyebabkan peningkatan laju difusi sulfur dioksida dan hilangnya air oleh transpirasi yang berlebihan (Spedding, 1969 dalam Fitter 1994). Menurut Miller (1995), sulfur dapat bereaksi dengan air di dalam sel membentuk asam sulfite yang dapat mengubah klorofil menjadi phaeofotin, yaitu suatu pigmen yang tidak aktif dalam fotosintesis. Yang akan menghambat laju fotosintesis.

Lingkungan udara yang tercemar oleh  $\text{SO}_2$  menyebabkan terjadinya penurunan ukuran sel penutup dan jumlah stomata pada berbagai tanaman, dibanding lingkungan yang tidak tercemar, hal tersebut dilakukan sebagai bentuk adaptasi tanaman untuk membatasi masuknya polusi gas  $\text{SO}_2$  ke dalam jaringan mesofil tanaman (Mishra, 1982). Posisi Gunung Batok lebih dekat dengan sumber gas  $\text{SO}_2$  dibandingkan dengan Resort Cemoro Lawang, sehingga kerapatan stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok lebih rendah untuk menghindari hilangnya air.

Anatomi tumbuhan merupakan fenotip yang penampakkannya merupakan hasil dari genotip dan interaksinya dengan lingkungan. Menurut Salisbury (1995) semua yang menentukan bentuk dan fungsi (fenotip) tumbuhan merupakan hasil dari informasi yang di sandi dalam urutan DNA-genom dan dari interaksi antara informasi tersebut dengan lingkungan. Menurut Crowder (2006) kenampakan suatu fenotip tergantung dari sifat hubungan antara genotip dan lingkungan.

#### **4.5 Studi Morfologi Dan Anatomi Edelweis Jawa (*Anaphalis Javanica*) Pada Beberapa Zona Ketinggian Dalam Pandangan Islam**

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pada tingkat morfologi maupun dari anatomi Edelweis Jawa pada beberapa zona yang berbeda. Mulai dari tingkat kerapatan stomata, indeks stomata, panjang stomata, lebar stomata, panjang dan lebar daun Edelweis Jawa. Hal ini menunjukkan adanya bentuk adaptasi dari Edelweis Jawa secara fisiologi maupun morfologi guna melangsungkan kehidupannya. Pada kondisi lingkungan yang berbeda akan mempengaruhi iklim mikro di sekitar tumbuhan yang berakibat akan menentukan dari proses transpirasi dari tumbuhan, oleh karena itu kerapatan stomata dan indeks stomata akan berpengaruh dari hilangnya air dari dalam tumbuhan melalui peristiwa transpirasi. Pada Edelweis Jawa di Gunung batok memiliki kerapatan stomata kurang begitu rapat jika dibandingkan dengan kerapatan stomata yang berada di Resort Cemoro Lawang dan hal ini akan diikuti oleh tingkat dari indeks stomatanya, jika kerapatan stomata tinggi maka jumlah indeks stomata akan menurun seperti pada Stomata di Resor Cemoro Lawang, begitu juga dari segi panjang dan lebar stomata akan dipengaruhi juga dari faktor intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban yang diterima karena berkaitan dengan transpirasi, jika stomata dan luas daun semakin besar maka akan banyak juga air yang hilang melalui peristiwa transpirasi. Hal ini merupakan bentuk dari adaptasi yang dimiliki tumbuhan dengan merubah fisiologi maupun morfologinya dalam teori disebut sebagai plastisitas, dan pada plastisitas akan dipengaruhi dari dua faktor yaitu pengaruh lingkungan dan faktor Genetik. Karena pada dasarnya tumbuhan

akan selalu membutuhkan air sebagai proses metabolisme dalam tubuhnya.

Sebagaimana Allah Berfirman dalam Al Qur'an ayat 21 Surat Az Zumar :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ مَخَّرَ بِهِ زَرْعًا  
مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ جَعَلَهُ حُطَمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لِأُولِي

الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

*“Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi Kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, Kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal ” (Qs, Az Zumar : 21)*

Dari ayat diatas terdapat pesan tersirat bahwasannya Allah SWT menurunkan air sebagai bahan utama yang di butuhkan tanaman untuk melangsungkan proses fisiologi yaitu metabolisme, yang kemudian di jelaskan di atas bahwasannya tumbuh tanaman yang beraneka ragam dan macam “*yahruju zar'an muhtalifan alwanuhu*” (ditumbuhkannya dengan air itu tanaman-tanaman yang beraneka macam warnanya). Sesungguhnya hal ini menjelaskan pada kita tentang keanekaragaman dari tumbuhan-tumbuhan yang ada, meskipun pada satu spesies yang sama bisa jadi memiliki sebuah perbedaan, seperti halnya pada penelitian ini menunjukkan adanya sebuah perbedaan dari segi kerapatan stomata, indeks stomata, maupun dari segi luasan stomata pada sesama tumbuhan Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*), karena jika berdasarkan teori menjelaskan bahwa struktur akan mengikuti dari fungsi tumbuhan artinya bahwa tumbuhan akan berusaha untuk mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan sekitarnya guna

melangsungkan kehidupannya, dan terdapat faktor Genetik yang bisa mempengaruhi dari perubahan tumbuhan tersebut, terkadang tumbuhan tersebut merubah struktur dari morfologinya teori ini dinamakan sebagai plastisitas suatu tumbuhan.

Allah berfirman dalam Al Qur'an Surat Al Baqarah ayat 286 :

لا يكلف الله نفسا إلا وسعها

*“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”*

Ayat di atas menjelaskan tentang sesungguhnya Allah SWT tidak akan mencoba pada umatnya diluar batas kemampuannya, artinya bahwa tingkatan kemampuan seseorang dalam menghadapi cobaan yang di berikan pada hakikatnya mampu untuk di atasi selagi ada sebuah kunci yaitu sabar dan mau mengembalikan segala sesuatunya ke pada sang maha Kholik. Begitu juga pada tumbuhan yang berada pada kondisi tempat yang berbeda-beda, pastinya akan berbeda pula dari tingkat kebutuhan untuk melangsungkan kehidupannya. Hal ini di ibaratkan sebagai ujian yang diberikan Allah SWT dalam hal bentuk pertahanan diri pada kondisi tertentu untuk melangsungkan kehidupan, meskipun dalam tumbuhan yang sama akan tetapi tidak semua sama dalam hal bentuk struktur atau ketahanan diri, maka Allah SWT memberikan tingkatan kemampuan pada tumbuhan tersebut dengan kemampuan untuk melakukan beberapa modifikasi dalam strukturnya guna tetap hidup atau dinamakan defense mechanism (plastisitas). Dengan kemampuan ini maka tumbuhan akan mampu mengatasi ujian yang di berikan berupa kondisi yang tidak menentu atau bahkan dalam suhu yang ekstrim. Syaffiyurahman (2000) buku Shahih Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan

bahwa ini bentuk dari kelembutan, kasih sayang, dan kebaikan Allah SWT, dan inilah yang menghapus beban berat yang dirasakan oleh para sahabat Nabi.

Menurut Shihab ,( 2003) tentang ayat 21 Surah Azzumar bahwa pada akhir ayat menegaskan bahwa Allah memenuhi janjinya. Salah satu janji Allah yang selalu di ingkari kaum musrikin adalah janji tentang kebangkitan manusia setelah kematiannya untuk menerima sanksi dan ganjaran. Ayat di atas mengemukakan salah satu bukti tentang kuasa-Nya membangkitkan yang telah mati, Allah berfirman: apakah engkau siapapun engkau tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air hujan dari langit, lalu dia mengalirkannya di tanah menjadi mata air-air mata di bumi, kemudian satu hal yang lebih hebat lagi adalah Dia mengeluarkan yakni menumbuhkan – dengannya yakni disebabkan oleh air yang turun itu ranam-tanaman pertanian yang bermacam-macam jenis, bentuk, rasa dan warnanya walau air yang menumbuhkannya sama, lalu ia menjadi kering atau menguat dan tinggi lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan setelah sebelumnya segar kehijau-hijauan, kemudian dia menjadikannya hancurr layu berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu yakni proses yang silih berganti dari satu kondisi ke kondisi yang lain benar-benar terdapat pelajaran yang sangat berharga bagi Ulul Albab.

Ibnu ‘Asyur memahami ayat di atas sebagai uraian baru untuk menggambarkan keistimewaan Al Qur’an dan kandungannya yang penuh dengan petunjuk. Ulama’ ini merinci bagian-bagian ayat di atas dalam menggambarkan Al Qur’an, menurutnya turunnya air dari langit diserupakan dengan turunnya Al Qur’an untuk menghidupkan hati manusia. Dialirkannya air menjadi mata air-

mata air, merupakan perumpamaan perumpamaan bagi penyampaian al Qur'an kepada manusia. Tumbuhnya aneka tumbuhan yang berbeda-beda warna menggambarkan sikap manusia yang berbeda-beda yang baik dan yang buruk dan yang bermanfaat dan yang merusak. Selanjutnya menjadikannya hancur merupakan gambaran sekaligus peringatan tentang kemaatian yang akan dialami oleh semua manusia, yang baik maupun yang jahat yaitu kematian. Demikian ibn 'Asyur yang menguatkan pendapatnya diatas dengan perumpamaan yang pernah diberikan oleh Rasul SAW. Tentang tuntutan agama yang beliau sampaikan.

Rasulullah saw bersabda : *“perumpamaan apa yang ditugaskan kepadaku oleh Allah untuk kusampaikan dari tuntunan dan pengetahuan, adalah bagaikan hujan yang lebat yang tercurah ke bumi. Ada diantaranya yang subur, menampung air sehingga menumbuhkan aneka tumbuhan dan rerumputan yang banyak , ada juga yang menampung air itu lalu Allah menganugraahkan dengan air itu dapat di minum, mengairi sawah dan menanam tumbuhan.ada juga yang turun di daerah yang datar sehingga tidak mampu menampung air dan tidak dapat menumbuhkan tanaman. Demikianlah perumpamaan siapa yang memahami agama dan bermanfaat untuknya apa yang aku sampaikan sehingga dia tahu dan mampu mengajarkannya, dan perumpamaan siapa yang tidak dapat mengangkat kepala dan tidak menerima petunjuk Allah yang aku utus untuk menyampaikannya (HR.Bukhari dan Muslim).*

Allah berfirman dalam Surat Al fatihah ayat ke 3 bahwasannya bentuk kasih sayang Allah kepada mahkluknya dengan memberikan kemampuan diri untuk

menyesuaikan diri terhadap lingkungannya sehingga mampu untuk melangsungkan kehidupan.

الَّذِي أَحْسَنَ كُلَّ شَيْءٍ خَلَقَهُ ۖ وَبَدَأَ خَلْقَ الْإِنسَانِ مِن طِينٍ ﴿٧﴾ ثُمَّ جَعَلَ نَسْلَهُ مِن سُلَالَةٍ مِّن مَّاءٍ مَّهِينٍ ﴿٨﴾

” 7. Yang membuat segala sesuatu yang dia ciptakan sebaik-baiknya dan yang memulai penciptaan manusia dari tanah. 8. Kemudian dia menjadikan keturunannya dari saripati air yang hina “.

(As-Sajadah: 7-8)

Segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT sudah di lengkapi dengan proporsi yang tepat. Semua makhluk hidup mengetahui apa yang sesungguhnya menjadi makanannya serta bagaimana cara untuk mempertahankan hidup. Demikian juga dengan tumbuhan, tumbuh dan berkembang sesuai dengan fungsi yang di jalankannya. Tumbuhan sebagai makhluk-Nya juga diciptakan dengan proporsional, seperti struktur dari stomata akan berbeda berdasarkan faktor abiotik seperti banyaknya intensitas cahaya yang diterima tumbuhan tersebut maka akan memperkecil stomatanya supaya mengurangi dari kurang air yang keluar. Selain itu tumbuhan diciptakan memiliki system adaptasi agar dapat menghadapi lingkungan yang kurang mendukung bagi kehidupannya (Chodjim, 2000).

Allah berfirman dalam Surat Al Hujurot Ayat 13 :

يٰٓأَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِّن ذَكَرٍ وَأُنثَىٰ وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا ۗ إِنَّ أَكْرَمَكُمْ عِندَ اللَّهِ أَتْقَاكُمْ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ ﴿١٣﴾

Dan (Ingatlah) ketika segolongan di antara mereka berkata: "Hai penduduk Yatsrib (Madinah), tidak ada tempat bagimu, Maka kembalilah kamu". dan sebahagian dari mereka minta izin kepada nabi (untuk kembali pulang)

*dengan Berkata : "Sesungguhnya rumah-rumah kami terbuka (Tidak ada penjaga)". dan rumah-rumah itu sekali-kali tidak terbuka, mereka tidak lain Hanya hendak lari.*

Manusia tercipta di dunia ini menjadi berbeda-beda bukan karena suatu ketidaksengajaan. Allah, Tuhan sekalian alam yang Maha Menciptakan dan Maha Berkehendak telah menciptakan kita (manusia) bersuku-suku dan berbangsa-bangsa, walaupun dengan kekuasaanya Allah dengan mudah menciptakan semua manusia sama dan tidak mendurhakainya. Allah Yang Maha Pandai telah menunjukkan kepada manusia bahwa kita diciptakan demikian untuk saling kenal-mengenal. Sangsihah anda dengan Firman Allah yang termaktub dalam mu'jizat terbesar Rasulullah SAW yang telah terbukti kebenarannya dan menunjukkan kebenaran-kebenaran tersebut.

Allah swt tidak menyebutkan bahwa manusia diciptakan berbeda untuk saling mencela keburukan manusia lainnya. Tidak juga diperintahkan untuk saling menguasai makhluk ciptaan Yang Maha Kuasa ini. Manusia juga bukan makhluk yang diciptakan untuk saling teror dan menggaggu kedamaian. Manusia diciptakan berbeda-beda untuk kenal-mengenal. Kenal-mengenal bukan sekadar tahu saja. Namun manusia sesuai kodratnya akan belajar mengenai perbedaan-perbedaan yang telah dikenal tersebut. Dari hal-hal yang dikenal itu manusia perlu mengumpulkan, memilah, memilih, dan selanjutnya mengintegrasikannya menjadi hal yang lebih baik. Sehingga berguna bagi kehidupan manusia dan sekitarnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Ada perbedaan morfologi daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di beberapa zona ketinggian yang berbeda yaitu: panjang daun dan lebar daun.
2. Ada perbedaan anatomi daun Edelweis Jawa (*Anaphalis javanica*) di beberapa zona ketinggian yang berbeda yaitu: kerapatan stomata, indeks stomata, panjang stomata, dan lebar stomata.

#### **5.2 Saran**

1. Mengamati cuaca perskala dalam jangka waktu yang lama untuk mendapatkan nilai rata-rata cuaca. dan penambahan pengamatan di tingkat anatomi serta morfologi bunga Edelweis jawa (*Anaphalis javanica*) pada beda zona ketinggian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aliadi, Arif, Erfizal Allzuhud dan Edeje Diamhuri. 1990. Kemungkinan Penangkaran Edelweis (*Anaphalis javanica* (Bl.) Boerl.) dengan Stek Batang. *Media Konservasi*, Volume III (1): 37-45
- Astuti, E. T. 2000. *Pengaruh kekeringan terhadap beberapa aspek morfologi dan anatomi tanaman kedelai*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Unibraw
- Boudreau. 2008. *Organic Plant Disease Management: the Environment*. <http://www.extension.org/main/partners>. Diakses pada 23 maret 2010.
- Brigg, D and S.M. Walters, 1972. *Plant variation and Evolution*. New York: McGraw-Hill Company
- Chodjim, A. 2000. *Alfatihah*. Jakarta. PT. Serambi Ilmu Semesta
- Damayanti, F. 2007. *Analisis Jumlah Kromosom dan Anatomi Stomata pada Beberapa Plasma Nutfah Pisang (Musa sp) Asal Kalimantan Timur*. Biosiantie Vol 4 No 2: 52-53
- Departemen Kehutanan. 2009. *Profil Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru*. Malang: Departemen Kehutanan Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam
- Dwidjoseputro, D. 1985. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta. Gramedia
- D.F. Warnock , W.M. Randle dan O.M. Lindstrom, Jr. 1993. *Photoperiod, Temperature, and Plant Age Interact to Affect Short-day Onion Cold Hardiness*. hortscience, Georgia.
- Esau, K. 1965. *Plant Anatomy*. New York: Chichester, Brisbane, Toronto
- Fahn, A. 1991. *Anatomi Tumbuhan (Edisi 3)*, terjemahan Ahmad sudiarto, dkk. Yogyakarta. UGM Press
- Fitter, A. H and R.K.M Hay. 1994. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. UGM Press yogyakarta

- Gardner, F.P, R.B. Pearce dan R.L Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan Herawati Susilo. Jakarta: UI-Press
- Gofar, A dan Mu'thi, A. 2007. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bogor. Pustaka Imam Asy-syafi'i
- Hidayat, E.B. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: Penerbit ITB
- Irwan, Z. D 1992. *Prinsip-prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem Komunitas dan Lingkungan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Kartasaputra, A.G. 1998. *Pengantar Anatomi Tumbuh-tumbuhan, tentang sel dan jaringan*. Bina Aksara. Jakarta. Hal : 144 – 149
- Kramer, P.J dan T.T Kozlowski. 1979. *Psysiology of woody plant*. New York. Academy Press: PT Raja Grafindo Persada
- Lakitan, B. 2004. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta
- Loveless, A.R. 1983. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropis*. Penerbit PT Gremedia, Jakarta
- Miskin, E.K, D.C. Babu, and D.N.Moss. 1972. *Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in barley*. *Corp science* 12: 780-783
- Muawin. 2009. *Hubungan Suhu Bagi Pertumbuhan Tanaman. hubungan-suhu bagi pertumbuhan tanaman*. Diakses pada 26 maret 2010
- Murotibah, H. 1994. *Studi tentang Tipe dan Indeks Stomata Daun*. IKIP Malang
- Nicholas, Poulnin, 1994, *Pengantar Geografi Tumbuhan*, Gajah Mada Universiti. Press, Yogyakarta.
- Pandey, S. N dan Sinha. 1983. *Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press
- Ridwan. 1998. *Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru*. Malang
- Sasmitamihardja, D. Dan A.H. Siregar. 1990. *Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman*. Bandung : Penerbit ITB

Salisbury, F. B dan Rose, 1995. *Fisiologi Tumbuhan (Jilid 1)*. Terjemahan dari Plant *Philology* 4<sup>th</sup> edition oleh Dian R. Lukman dan Sumaryano. Bandung. ITB

Shihab, Quraisy. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati

Snaydon, R.W. 1973. *Ecological Factor; Genetic Variation and Speciation in Plant*, In V.H. Heywood (ed). Taxonomy and Ecologi. London ; Academic Press

Suranto, 2002., *Could The Enironmental Influences Determine The Plant Morphology*. 37-40, ISSN ; 1411-4402

Suranto (1991, *Studies of Population Variation in Species of Ranunculus*. (M.Sc. Theis). Hobart: Departement of Plant Science. University of Tasmania

Sutrian, Y. 2004. *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan*. Jakarta: Rineka Cipta

Tjitrosomo, S. 1983. *Botani Umum (Jilid 2)*. Bandung: Penerbit Angkasa

Willmer, C. M. 1983. *Stomata*. London. New York: Longman

Lampiran 1 : Analisis statistik ANAVA

1. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Kerapatan stomata gunung Resort Resort Cemoro Lawang

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{8800}{20} = 440$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{8800^2}{20} = \frac{77440000}{20} = 3872000$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 365^2 + 376^2 + \dots + 406^2 - FK \\ &= 4001496 - 3872000 = 129496 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{1918^2 + \dots + 1817^2}{4} - FK \\ &= 3905858 - 3872000 = 33858 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 129496 - 33858 = 95638 \end{aligned}$$

Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	33858	8464,5	1,32	3,06
Galat	15	95638	6375,86		
Total	19	129496			

- b. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Kerapatan stomata gunung Resort Resort Cemoro Lawang.

2. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Kerapatan stomata Gunung Bathok

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{6393}{20} = 319,65$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{6393^2}{20} \\ = \frac{40870449}{20} = 2043522,45$$

$$\text{JK total percobaan} = 386^2 + 376^2 + \dots + 355^2 - FK \\ = 2069641 - 2043522,45 = 26118,55$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{1462^2 + \dots + 1249^2}{4} - FK \\ = 2057597,57 - 2043522,45 = 14075,3$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ = 26118,55 - 14075,3 = 12043,25$$

Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	14075,3	3518,825	4,38	3,06
Galat	15	12043,25	802,88333		
Total	19	26118,55			

a. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} (4,38) > F_{5\%} (3,06) \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Kerapatan stomata Gunung Bathok

$$\text{b. BNT}_{5\%} = 0,05 \text{ db galat} \times \sqrt{\frac{2KT_{\text{Galat}}}{\text{ulangan}}} \\ = 42.69674$$

Stasiun	rata-rata	notasi
III	289	a
IV	301.75	a
V	312.25	a
II	329.75	ab
I	365.5	b

3. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap indeks stomata Gunung Bathok

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{3,53015}{20} = 0,1765075$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{3,53015^2}{20}$$

$$= \frac{12,46195902}{20} = 0,623097951$$

$$\text{JK total percobaan} = 0,17195^2 + 0,16041^2 + \dots + 0,19412^2 - FK$$

$$= 0,62921 - 0,623097951 = 0,006112049$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{0,73041^2 + \dots + 0,70885^2}{4} - FK$$

$$= 0,624628828 - 0,623097951 = 0,001530877$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK total} - \text{JK perlakuan}$$

$$= 0,006112049 - 0,001530877 = 0,004581$$

Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	0,001530877	0,000382719	1,2	3,06
Galat	15	0,004581	0,000305411		
Total	19	0,006112049			

- b. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Indeks Kerapatan stomata gunung Batok.

4. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Indeks stomata Resort Resort Cemoro Lawang

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{3,844}{20} = 0,1922$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{3,844^2}{20}$$

$$= \frac{14,776336}{20} = 0,7388168$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 0,2^2 + 0,186^2 + \dots + 0,183^2 - \text{FK} \\ &= 0,74572 - 0,7388168 = 0,0069032 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{0,843^2 + \dots + 0,764^2}{4} - \text{FK} \\ &= 0,741565 - 0,7388168 = 0,00275 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 0,0069032 - 0,00275 = 0,0041532 \end{aligned}$$

#### Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	0,00275	0,0006875	2,48	3,06
Galat	15	0,0041532	0,0002769		
Total	19	0,0069032			

#### b. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Indeks Kerapatan stomata Resort Resort Cemoro Lawang.

5. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Panjang stomata Edelweis Jawa di Cemoro lawang

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}} \\ &= \frac{474,32}{20} = 23,716 \end{aligned}$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} Fk &= \frac{474,32^2}{20} \\ &= \frac{224979,4624}{20} = 11248,97312 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 26,43^2 + 26,174^2 + \dots + 23,588^2 - \text{FK} \\ &= 11292,96 - 11248,97312 = 43,98688 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{99,816^2 + \dots + 96,776^2}{4} - \text{FK} \\ &= 11263,42437 - 11248,97312 = 14,451254 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 43,98688 - 14,451254 = 29,535626 \end{aligned}$$

## Hasil Uji ANAVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	14,451254	3,6128	1,83	3,06
Galat	15	29,535626	1,96904		
Total	19	43,98688			

## b. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Indeks Kerapatan stomata Resort Resort Cemoro Lawang.

## 6. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

## A. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{446,11^2}{20} = \frac{199014,1321}{20} = 9950,706605$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 26,11^2 + 22,21^2 + 21,208^2 + \dots + 20,166^2 - FK \\ &= 10005,4 - 9950,706 \\ &= 54,693395 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{91,5^2 + 89,49^2 + \dots + 80,18^2}{4} - FK \\ &= 9978,796048 - 9950,706605 \\ &= 28,0894375 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 54,693395 - 28,0894375 \\ &= 26,603957 \end{aligned}$$

## c. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	28.08944	7.022359	3.959115	3.06
Galat	15	26.60579	1.77372		
Total	19	54.69523			

## d. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} (3.959) > F_{5\%} (3.06) \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok.

- e. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)  
Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar stasiun.

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= t_{0,05 \text{ (db galat)}} \times \frac{\sqrt{2 \cdot \text{KT Galat}}}{\text{Ulangan}} \\ &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2 \cdot 1,77353}{4}} \\ &= 2,331 \times 0,93147 \\ &= 1,98 \end{aligned}$$

- f. Tabel Notasi

Stasiun	rata-rata	notasi
III	20,045	a
I	22,3725	b
V	22,7535	b
IV	22,875	b
II	23,4815	b

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

7. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Resort Resort Cemoro Lawang.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)
  - a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$\text{FK} = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{374,044^2}{20} = 6995,445697$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 20,352^2 + 20,344^2 + \dots + 17,534^2 - \text{FK} \\ &= 31,925303 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{76,74^2 + 73,692^2 + \dots + 74,254^2}{4} - \text{FK} \\ &= 2.766081 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 31,925303 - 2.766081 \\ &= 29.15968 \end{aligned}$$

## b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	2.766081	0.69152	0.355724	3.06
Galat	15	29.15968	1.943979		
Total	19	31.92576			

## c. Kesimpulan

$$F_{hitung} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok.

## 8. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap lebar daun Edelweis Jawa di Resort Gunung Batok.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

## 1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

## a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{27,3^2}{20} = 37,245$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 38.99 - 1.7255 \\ &= 1.1255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{4^2 + 6^2 + \dots + 6^2}{4} - FK \\ &= 1,148 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,5775 \end{aligned}$$

## b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	14.45125	3.612813	1.834498	3.06
Galat	15	29.54062	1.969375		
Total	19	43.99187			

## c. Kesimpulan

$$F_{hitung} > F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh ketinggian terhadap lebar daun Edelweis Jawa di Gunung Batok.

## d. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar stasiun.

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= t_{0,05} (\text{db galat}) \times \frac{\sqrt{2 \cdot \text{KT Galat}}}{\text{Ulangan}} \\ &= 2,131 \times \frac{\sqrt{2 \cdot 0,038}}{4} \\ &= 0,29 \end{aligned}$$

Stasiun	rata-rata	notasi
IV	1,65	a
II	1,175	a
I	1,5	b
III	1,5	b
V	1	b

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

## 9. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Gunung Batok.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

## 1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

## a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$\text{FK} = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{317,72^2}{20} = 5046,664$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 12^2 + 13^2 + \dots + 16^2 - \text{FK} \\ &= 86,9255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{51^2 + \dots + 67,5^2}{4} - \text{FK} \\ &= 65,783 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 21,1425 \end{aligned}$$

## b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	65.783	16.44575	11.66779	3.06
Galat	15	21.1425	1.4095		
Total	19	86.9255			

- c. Kesimpulan  
 $F_{hitung} > F_{5\%} \longrightarrow H_0$  ditolak  
 Ada pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Gunung Batok.

d. Tabel Notasi

Stasiun	rata-rata	notasi
IV	12.75	a
II	15.05	b
I	16.875	bc
III	16.875	bc
V	17.875	c

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

10. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Resort Resort Cemoro Lawang.

$$\bar{X} = \frac{269,6}{20} = 13,48$$

1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)
- a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{269,6^2}{20} = 3634,208$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total Percobaan} &= 16^2 + 15,7^2 + \dots + 11,5^2 - FK \\ &= 87.432 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{56^2 + \dots + 45,5^2}{4} - FK \\ &= 43.652 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total Percobaan} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 43.78 \end{aligned}$$

## e. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	43.652	10.913	3.739036	3.06
Galat	15	43.78	2.918667		
Total	19	87.432			

## f. Kesimpulan

$$F_{hitung} > F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Resort Resort Cemoro Lawang.

## g. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar stasiun.

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= t_{0,05} (\text{db galat}) \times \sqrt{\frac{2 \cdot \text{KT Galat}}{\text{Ulangan}}} \\ &= 2,131 \times \sqrt{\frac{1,459}{4}} \\ &= 2,57 \end{aligned}$$

## h. Tabel Notasi

Stasiun	rata-rata	Notasi
III	11,375	a
II	12,125	a
IV	14,175	ab
I	14,45	ab
V	15,275	c

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Lampiran 2 : Data hasil pengamatan

1. Kerapatan stomata

Tabel 1.1 Kerapatan stomata tiap stasiun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang TNBTS

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata	KS
		1	2	3	4	5			
A1	1	9	7	7	7	6	36	7.2	365.4822
	2	6	8	9	7	7	37	7.4	375.6345
	3	11	10	10	13	10	54	10.8	548.2234
	4	11	14	11	11	15	62	12.4	629.4416
A2	1	8	7	7	6	9	37	7.4	375.6345
	2	8	7	7	9	8	39	7.8	395.9391
	3	10	13	12	11	11	57	11.4	578.6802
	4	8	8	8	11	10	45	9	456.8528
A3	1	9	7	8	6	7	37	7.4	375.6345
	2	7	6	8	6	8	35	7	355.3299
	3	6	8	6	7	8	35	7	355.3299
	4	7	8	8	6	6	35	7	355.3299
A4	1	11	7	9	7	10	44	8.8	446.7005
	2	8	7	6	7	10	38	7.6	385.7868
	3	9	12	10	8	9	48	9.6	487.3096
	4	9	11	8	9	12	49	9.8	497.4619
A5	1	13	11	8	9	10	51	10.2	517.7665
	2	9	11	8	9	12	49	9.8	497.4619
	3	9	7	8	7	8	39	7.8	395.9391
	4	11	10	6	6	7	40	8	406.0914

Tabel 1.2 Kerapatan stomata tiap stasiun di Gunung Batok

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata	KS
		1	2	3	4	5			
A1	1	9	7	8	6	8	38	7.6	385.7868
	2	7	8	7	8	7	37	7.4	375.6345
	3	7	8	6	6	7	34	6.8	345.1777
	4	6	8	7	7	7	35	7	355.3299
A2	1	6	8	7	8	7	36	7.2	365.4822
	2	6	7	6	6	8	33	6.6	335.0254
	3	5	6	6	5	8	30	6	304.5685
	4	7	8	5	5	6	31	6.2	314.7208
A3	1	5	6	6	5	5	27	5.4	274.1117
	2	5	6	9	5	4	29	5.8	294.4162
	3	5	4	5	7	7	28	5.6	284.264
	4	7	5	8	4	6	30	6	304.5685
A4	1	5	8	6	6	5	30	6	304.5685
	2	7	6	8	4	9	34	6.8	345.1777
	3	5	4	5	6	5	25	5	253.8071
	4	6	7	4	6	7	30	6	304.5685
A5	1	7	6	7	5	6	31	6.2	314.7208
	2	7	5	5	8	6	31	6.2	314.7208
	3	5	6	5	6	4	26	5.2	263.9594
	4	7	8	8	6	6	35	7	355.3299

## 2. Indeks stomata

Tabel 2.1 Indeks stomata tiap stasiun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang TNBTS

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata
		1	2	3	4	5		
A1	1	0.225	0.184211	0.212121	0.205882	0.176471	1.003685	0.200737
	2	0.162162	0.190476	0.214286	0.184211	0.179487	0.930622	0.186124
	3	0.22	0.243902	0.204082	0.254902	0.181818	1.104704	0.220941
	4	0.22449	0.259259	0.229167	0.196429	0.277778	1.187122	0.237424
A2	1	0.173913	0.145833	0.170732	0.157895	0.209302	0.857675	0.171535
	2	0.205128	0.194444	0.162791	0.236842	0.216216	1.015422	0.203084
	3	0.188679	0.240741	0.235294	0.207547	0.189655	1.061916	0.212383
	4	0.148148	0.16	0.177778	0.2	0.192308	0.878234	0.175647
A3	1	0.209302	0.14	0.173913	0.153846	0.159091	0.836152	0.16723
	2	0.2	0.153846	0.173913	0.153846	0.170213	0.851818	0.170364
	3	0.162162	0.216216	0.1875	0.194444	0.181818	0.942141	0.188428
	4	0.162791	0.170213	0.216216	0.142857	0.153846	0.845923	0.169185
A4	1	0.22	0.155556	0.176471	0.189189	0.212766	0.953981	0.190796
	2	0.190476	0.189189	0.142857	0.152174	0.2	0.874696	0.174939
	3	0.195652	0.25	0.212766	0.2	0.195652	1.05407	0.210814
	4	0.2	0.22449	0.173913	0.2	0.244898	1.043301	0.20866
A5	1	0.240741	0.203704	0.153846	0.191489	0.2	0.98978	0.197956
	2	0.1875	0.215686	0.177778	0.183673	0.226415	0.991053	0.198211
	3	0.191489	0.189189	0.195122	0.175	0.181818	0.932619	0.186524
	4	0.23913	0.212766	0.142857	0.146341	0.175	0.916095	0.183219

Tabel rata-rata indeks stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang TNBTS

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	0.2	0.186	0.22	0.237	0.843	0.21075
2	0.171	0.203	0.212	0.175	0.761	0.19025
3	0.167	0.17	0.188	0.169	0.694	0.1735
4	0.19	0.174	0.21	0.208	0.782	0.1955
5	0.197	0.198	0.186	0.183	0.764	0.191

Tabel 2.2 Indeks stomata tiap stasiun di Gunung Batok

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata
		1	2	3	4	5		
A1	1	0.17647	0.145833	0.170213	0.130435	0.153846	0.776797	0.155359
	2	0.155556	0.166667	0.145833	0.181818	0.152174	0.802048	0.16041
	3	0.205882	0.195122	0.1875	0.2	0.212121	1.000626	0.200125
	4	0.176471	0.228571	0.194444	0.184211	0.205882	0.989579	0.197916
A2	1	0.176471	0.235294	0.21875	0.258065	0.194444	1.083024	0.216605
	2	0.153846	0.162791	0.166667	0.15	0.2	0.833304	0.166661
	3	0.192308	0.166667	0.2	0.178571	0.222222	0.959768	0.191954
	4	0.179487	0.210526	0.15625	0.142857	0.162162	0.851283	0.170257
A3	1	0.131579	0.171429	0.157895	0.142857	0.147059	0.750818	0.150164
	2	0.138889	0.171429	0.28125	0.15625	0.108108	0.855926	0.171185
	3	0.147059	0.1	0.131579	0.2	0.166667	0.745304	0.149061
	4	0.205882	0.147059	0.181818	0.129032	0.2	0.863792	0.172758
A4	1	0.147059	0.222222	0.2	0.157895	0.151515	0.878691	0.175738
	2	0.194444	0.157895	0.216216	0.117647	0.264706	0.950908	0.190182
	3	0.15625	0.142857	0.166667	0.1875	0.172414	0.825688	0.165138
	4	0.176471	0.170732	0.142857	0.171429	0.194444	0.855932	0.171186
A5	1	0.194444	0.181818	0.205882	0.151515	0.176471	0.910131	0.182026
	2	0.2	0.147059	0.172414	0.2	0.1875	0.906973	0.181395
	3	0.138889	0.176471	0.147059	0.176471	0.117647	0.756536	0.151307
	4	0.2	0.195122	0.222222	0.181818	0.171429	0.970591	0.194118

Tabel rata-rata indeks stomata di Gunung Batok TNBTS

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	0.155	0.16	0.2	0.197	0.712	0.178
2	0.216	0.166	0.191	0.17	0.743	0.18575
3	0.15	0.171	0.149	0.172	0.642	0.1605
4	0.175	0.19	0.165	0.171	0.701	0.17525
5	0.182	0.181	0.151	0.194	0.708	0.177

### 3. Panjang Daun

Tabel 3.1 Panjang Daun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	16	15.7	13	12	56.7	14.175
2	15.3	15	14.5	13	57.8	14.45
3	13.5	14	17	16.6	61.1	15.275
4	10.5	10	14	14	48.5	12.125
5	9.5	12	12.5	11.5	45.5	11.375

Tabel 3.2 Panjang Daun di Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	12	13	14	12	51	12.75
2	18	18.5	15	16	67.5	16.875
3	18.5	17.5	18	17.5	71.5	17.875
4	14.7	14.5	16	15	60.2	15.05
5	18	18.5	15	16	67.5	16.875

### 4. Lebar Daun

4.1 Lebar Daun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	1.4	1.3	1.2	1.3	5.2	1.3
2	1.4	1.3	1.6	1.4	5.7	1.425
3	1.2	1.6	1.7	1.4	5.9	1.475
4	1.2	1.3	1.6	1.3	5.4	1.35
5	1.5	1	1.3	1.4	5.2	1.3

4.2 Lebar Daun di Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	1	1	1	1	4	1
2	1.5	1.8	1.3	1.4	6	1.5
3	2	1.8	1.4	1.4	6.6	1.65
4	1.3	1.2	1.1	1.1	4.7	1.175
5	1.5	1.8	1.3	1.4	6	1.5

## 5. Lebar Stomata

Tabel 5.1 Lebar stomata di Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.11	22.21	21.208	21.972	91.5	22.875
2	22.328	21.444	22.826	22.892	89.49	22.3725
3	23.42	23.406	20.66	23.528	91.014	22.7535
4	25.14	23.314	22.964	22.508	93.926	23.4815
5	20.466	19.236	20.312	20.166	80.18	20.045

Tabel 5.2 Lebar stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	20.352	20.344	18.246	17.798	76.74	19.185
2	20.634	18.994	15.914	18.15	73.692	18.423
3	19.972	19.924	18.222	18.256	76.374	19.0935
4	17.124	16.966	18.744	20.15	72.984	18.246
5	19.696	18.402	18.622	17.534	74.254	18.5635

## 6. Panjang Stomata

Tabel 6.1 Panjang stomata Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.766	27.308	27.428	26.844	108.346	27.0865
2	28.166	26.186	32.148	30.524	117.024	29.256
3	31.082	32.574	26.696	30.874	121.226	30.3065
4	29.782	29.57	29.328	28.428	117.108	29.277
5	29.546	26.176	28.498	27.194	111.414	27.8535

Tabel 6.2 Panjang stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.43	26.174	24.796	22.416	99.816	24.954
2	22.736	23.542	21.432	21.86	89.57	22.3925
3	21.92	24.458	24.264	23.008	93.65	23.4125
4	21.532	22.804	25.414	24.758	94.508	23.627
5	25.582	23.348	24.258	23.588	96.776	24.194

## 7. Lebar Stomata

Tabel 7.1 Lebar stomata Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.11	22.21	21.208	21.972	91.5	22.875
2	22.328	21.444	22.826	22.892	89.49	22.3725
3	23.42	23.406	20.66	23.528	91.014	22.7535
4	25.14	23.314	22.964	22.508	93.926	23.4815
5	20.466	19.236	20.312	20.166	80.18	20.045

Tabel 7.2 Lebar stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	20.352	20.344	18.246	17.798	76.74	19.185
2	20.634	18.994	15.914	18.15	73.692	18.423
3	19.972	19.924	18.222	18.256	76.374	19.0935
4	17.124	16.966	18.744	20.15	72.984	18.246
5	19.696	18.402	18.622	17.534	74.254	18.5635

Lampiran 3: Faktor Abiotik

**1. Faktor abiotik Tiap Stasiun di Gunung Batok dan Resort Resort  
Resort Cemoro Lawang**

Tabel 1.1 Data Gunung Batok :

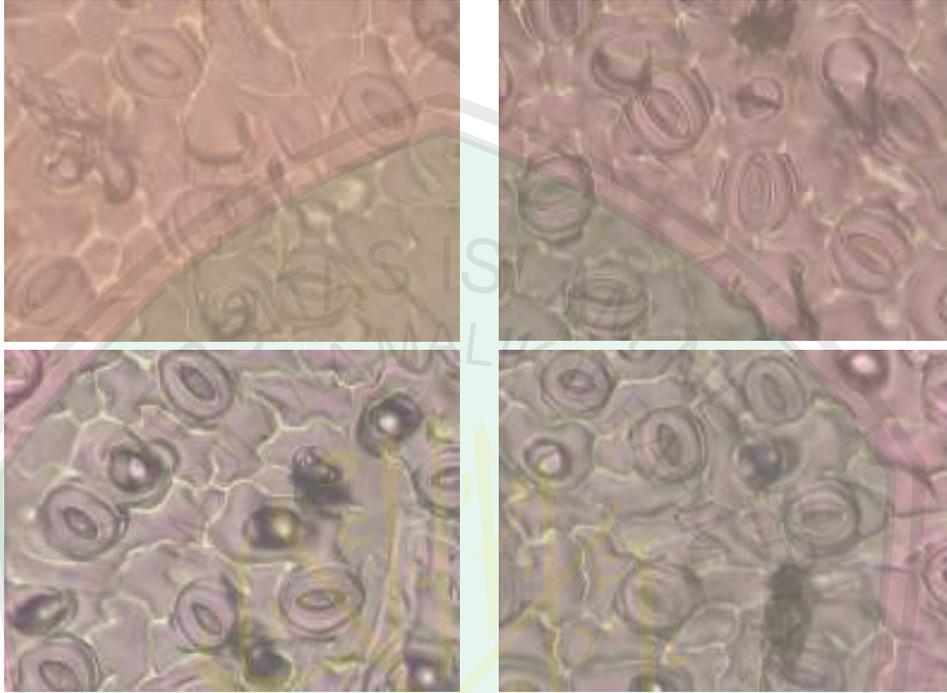
<b>N o.</b>	<b>Stsn</b>	<b>ket</b>	<b>Ketinggian /GPS</b>	<b>Suhu</b>	<b>kelembapan</b>	<b>m/s</b>
1.	1.	1.a	2184	18,5	76,7	0,3
		1.b				
		2.a	2185	20,2	75,5	
		2.b				
2.	2.	1.a	2200	18,7	74,1	0,2
		1.b				
		2.a	2200	22,9	71,9	
		2.b				
3.	3.	1.a	2210	27,3	70,4	0,3
		1.b				
		2.a	2214	26,5	70,0	
		2.b				
4.	4.	1.a	2241	24,9	74,6	0,3
		1.b				
		2.a	2252	20,2	73,5	
		2.b				
5.	5.	1.a	2389	22,1	75,1	0,5
		1.b				
		2.a	2397	22,9	72,9	
		2.b				

Tabel 1.1 Data Resort Resort Resort Cemoro Lawang

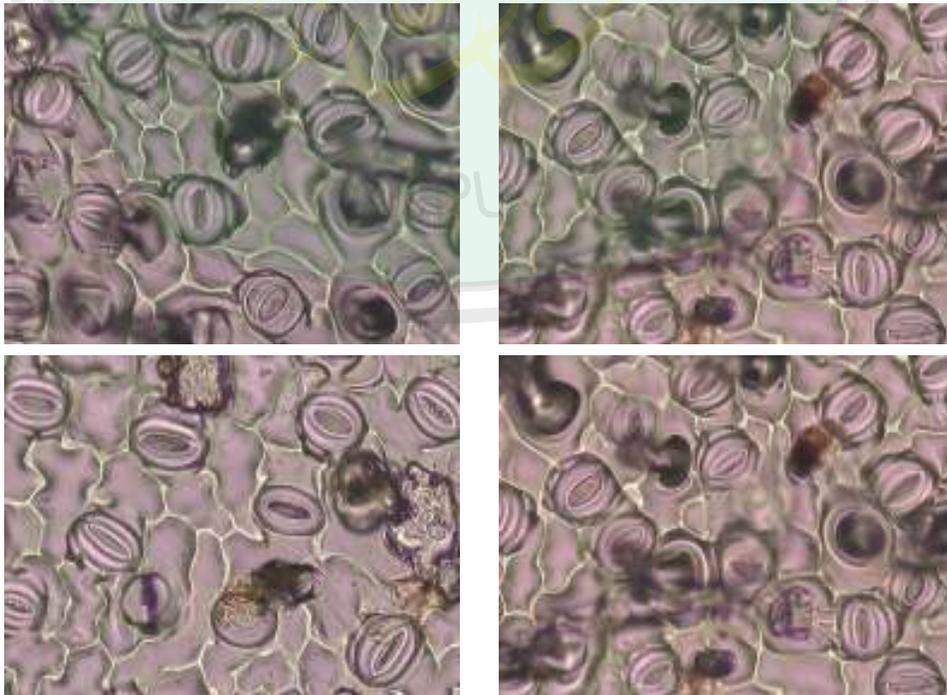
<b>N o.</b>	<b>Stsn</b>	<b>ket</b>	<b>Ketinggian /GPS</b>	<b>Suhu</b>	<b>kelembapan</b>	<b>m/s</b>
1.	1.	1.a	1689	17,3	86,1	0,2
		1.b				
		2.a	1690	17,7	84,4	0,2
		2.b				
2.	2.	1.a	1804	17,5	77,2	0,3
		1.b				
		2.a	1807	18,7	76,7	0,2
		2.b				
3.	3.	1.a	1981	18,7	75,6	0,3
		1.b				
		2.a	1981	18,4	73,1	0,3
		2.b				
4.	4.	1.a	2000	17,7	76,5	0,4
		1.b				
		2.a	2002	18,9	76,2	0,4
		2.b				
5.	5.	1.a	2018	17,8	79,4	0,8
		1.b				
		2.a	2020	17,4	81,1	0,6
		2.b				

*Lampiran 4 : Kerapatan stomata*

1. Gambar kerapatan stomata di Gunung Batok



2. Gambar kerapatan stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

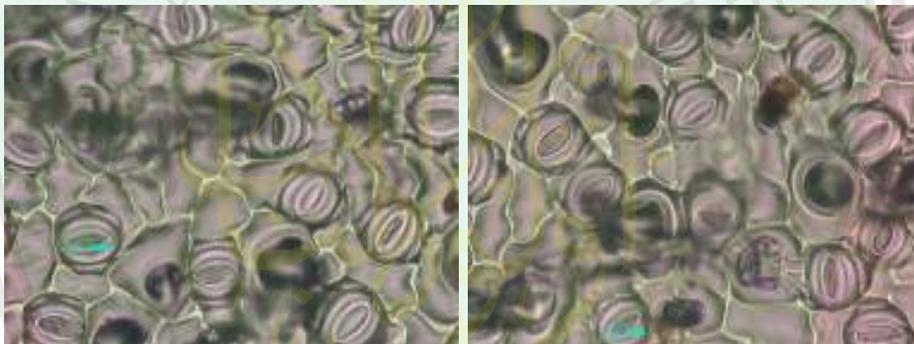


*Lampiran 5 : Panjang dan Lebar Stomata*

1. Gambar panjang dan lebar stomata di Gunung Batok



2. Gambar panjang dan lebar stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang



Lampiran 6 : Alat



Gambar 1, Mikroskop computer Olympus CX 31



Gamabar 2, Global Positioning System



Gambar 3, Stomatal Printing



Lampiran 1 : Analisis statistik ANAVA

1. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Kerapatan stomata gunung Resort Resort Cemoro Lawang

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{8800}{20} = 440$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{8800^2}{20} = \frac{77440000}{20} = 3872000$$

$$\text{JK total percobaan} = 365^2 + 376^2 + \dots + 406^2 - FK$$

$$= 4001496 - 3872000 = 129496$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{1918^2 + \dots + 1817^2}{4} - FK$$

$$= 3905858 - 3872000 = 33858$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK total} - \text{JK perlakuan}$$

$$= 129496 - 33858 = 95638$$

Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	33858	8464,5	1,32	3,06
Galat	15	95638	6375,86		
Total	19	129496			

- b. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Kerapatan stomata gunung Resort Resort Cemoro Lawang.

2. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Kerapatan stomata Gunung Bathok

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{6393}{20} = 319,65$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{6393^2}{20} \\ = \frac{40870449}{20} = 2043522,45$$

$$\text{JK total percobaan} = 386^2 + 376^2 + \dots + 355^2 - FK \\ = 2069641 - 2043522,45 = 26118,55$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{1462^2 + \dots + 1249^2}{4} - FK \\ = 2057597,57 - 2043522,45 = 14075,3$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ = 26118,55 - 14075,3 = 12043,25$$

Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	14075,3	3518,825	4,38	3,06
Galat	15	12043,25	802,88333		
Total	19	26118,55			

a. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} (4,38) > F_{5\%} (3,06) \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Kerapatan stomata Gunung Bathok

$$\text{b. BNT}_{5\%} = 0,05 \text{ db galat} \times \sqrt{\frac{2KT_{\text{Galat}}}{\text{ulangan}}} \\ = 42.69674$$

Stasiun	rata-rata	notasi
III	289	a
IV	301.75	a
V	312.25	a
II	329.75	ab
I	365.5	b

3. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap indeks stomata Gunung Bathok

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{3,53015}{20} = 0,1765075$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{3,53015^2}{20}$$

$$= \frac{12,46195902}{20} = 0,623097951$$

$$\text{JK total percobaan} = 0,17195^2 + 0,16041^2 + \dots + 0,19412^2 - FK$$

$$= 0,62921 - 0,623097951 = 0,006112049$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{0,73041^2 + \dots + 0,70885^2}{4} - FK$$

$$= 0,624628828 - 0,623097951 = 0,001530877$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK total} - \text{JK perlakuan}$$

$$= 0,006112049 - 0,001530877 = 0,004581$$

Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	0,001530877	0,000382719	1,2	3,06
Galat	15	0,004581	0,000305411		
Total	19	0,006112049			

- b. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Indeks Kerapatan stomata gunung Batok.

4. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Indeks stomata Resort Resort Cemoro Lawang

$$\bar{x} = \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{3,844}{20} = 0,1922$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$Fk = \frac{3,844^2}{20}$$

$$= \frac{14,776336}{20} = 0,7388168$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 0,2^2 + 0,186^2 + \dots + 0,183^2 - \text{FK} \\ &= 0,74572 - 0,7388168 = 0,0069032 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{0,843^2 + \dots + 0,764^2}{4} - \text{FK} \\ &= 0,741565 - 0,7388168 = 0,00275 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 0,0069032 - 0,00275 = 0,0041532 \end{aligned}$$

#### Hasil Uji ANAVA 1 Jalur

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	0,00275	0,0006875	2,48	3,06
Galat	15	0,0041532	0,0002769		
Total	19	0,0069032			

#### b. Kesimpulan

$$F_{\text{hitung}} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Indeks Kerapatan stomata Resort Resort Cemoro Lawang.

5. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap Panjang stomata Edelweis Jawa di Cemoro lawang

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\text{total jumlah}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}} \\ &= \frac{474,32}{20} = 23,716 \end{aligned}$$

$$Fk = \frac{\text{kuadrat jumlah total}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$\begin{aligned} Fk &= \frac{474,32^2}{20} \\ &= \frac{224979,4624}{20} = 11248,97312 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK total percobaan} &= 26,43^2 + 26,174^2 + \dots + 23,588^2 - \text{FK} \\ &= 11292,96 - 11248,97312 = 43,98688 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{99,816^2 + \dots + 96,776^2}{4} - \text{FK} \\ &= 11263,42437 - 11248,97312 = 14,451254 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 43,98688 - 14,451254 = 29,535626 \end{aligned}$$

## Hasil Uji ANAVA

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%
Perlakuan	4	14,451254	3,6128	1,83	3,06
Galat	15	29,535626	1,96904		
Total	19	43,98688			

## b. Kesimpulan

$$F_{hitung} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap Indeks Kerapatan stomata Resort Resort Cemoro Lawang.

## 6. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

## A. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{446,11^2}{20} = \frac{199014,1321}{20} = 9950,706605$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 26,11^2 + 22,21^2 + 21,208^2 + \dots + 20,166^2 - FK \\ &= 10005,4 - 9950,706 \\ &= 54,693395 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{91,5^2 + 89,49^2 + \dots + 80,18^2}{4} - FK \\ &= 9978,796048 - 9950,706605 \\ &= 28,0894375 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 54,693395 - 28,0894375 \\ &= 26,603957 \end{aligned}$$

## c. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	28.08944	7.022359	3.959115	3.06
Galat	15	26.60579	1.77372		
Total	19	54.69523			

## d. Kesimpulan

$$F_{hitung} (3.959) > F_{5\%} (3.06) \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok.

- e. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)  
Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar stasiun.

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= t_{0,05} (\text{db galat}) \times \frac{\sqrt{2 \cdot \text{KT Galat}}}{\text{Ulangan}} \\ &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2 \cdot 1,77353}{4}} \\ &= 2,331 \times 0,93147 \\ &= 1,98 \end{aligned}$$

- f. Tabel Notasi

Stasiun	rata-rata	notasi
III	20,045	a
I	22,3725	b
V	22,7535	b
IV	22,875	b
II	23,4815	b

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

7. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Resort Resort Cemoro Lawang.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)
  - a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$\text{FK} = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{374,044^2}{20} = 6995,445697$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 20,352^2 + 20,344^2 + \dots + 17,534^2 - \text{FK} \\ &= 31,925303 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{76,74^2 + 73,692 \dots + 74,254^2}{4} - \text{FK} \\ &= 2.766081 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 31,925303 - 31,925303 \\ &= 29.15968 \end{aligned}$$

## b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	2.766081	0.69152	0.355724	3.06
Galat	15	29.15968	1.943979		
Total	19	31.92576			

## c. Kesimpulan

$$F_{hitung} < F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ diterima}$$

Tidak ada pengaruh pemberian ketinggian terhadap lebar stomata Edelweis Jawa di Gunung Batok.

## 8. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap lebar daun Edelweis Jawa di Resort Gunung Batok.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

## 1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

## a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{27,3^2}{20} = 37,245$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 38.99 - 1.7255 \\ &= 1.1255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{4^2 + 6^2 + \dots + 6^2}{4} - FK \\ &= 1,148 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,5775 \end{aligned}$$

## b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	14.45125	3.612813	1.834498	3.06
Galat	15	29.54062	1.969375		
Total	19	43.99187			

## c. Kesimpulan

$$F_{hitung} > F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh ketinggian terhadap lebar daun Edelweis Jawa di Gunung Batok.

## d. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar stasiun.

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= t_{0,05} (\text{db galat}) \times \frac{\sqrt{2 \cdot \text{KT Galat}}}{\text{Ulangan}} \\ &= 2,131 \times \frac{\sqrt{2 \cdot 0,038}}{4} \\ &= 0,29 \end{aligned}$$

Stasiun	rata-rata	notasi
IV	1,65	a
II	1,175	a
I	1,5	b
III	1,5	b
V	1	b

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

## 9. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Gunung Batok.

$$\bar{X} = \frac{374,004}{20} = 18,702$$

## 1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

## a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$\text{FK} = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{317,72^2}{20} = 5046,664$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 12^2 + 13^2 + \dots + 16^2 - \text{FK} \\ &= 86,9255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{51^2 + \dots + 67,5^2}{4} - \text{FK} \\ &= 65,783 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 21,1425 \end{aligned}$$

## b. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	65.783	16.44575	11.66779	3.06
Galat	15	21.1425	1.4095		
Total	19	86.9255			

- c. Kesimpulan  
 $F_{hitung} > F_{5\%} \longrightarrow H_0$  ditolak  
 Ada pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Gunung Batok.

d. Tabel Notasi

Stasiun	rata-rata	notasi
IV	12.75	a
II	15.05	b
I	16.875	bc
III	16.875	bc
V	17.875	c

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

10. Analisis statistik dengan menggunakan One Way ANAVA untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Resort Resort Cemoro Lawang.

$$\bar{X} = \frac{269,6}{20} = 13,48$$

1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)
- a. Menentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{x^2}{r \times n} = \frac{269,6^2}{20} = 3634,208$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total Percobaan} &= 16^2 + 15,7^2 + \dots + 11,5^2 - FK \\ &= 87.432 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{56^2 + \dots + 45,5^2}{4} - FK \\ &= 43.652 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total Percobaan} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 43.78 \end{aligned}$$

## e. Tabel ANAVA

SK	db	JK	KT	F Hit	F 0.5
Perlak	4	43.652	10.913	3.739036	3.06
Galat	15	43.78	2.918667		
Total	19	87.432			

## f. Kesimpulan

$$F_{hitung} > F_{5\%} \longrightarrow H_0 \text{ ditolak}$$

Ada pengaruh ketinggian terhadap panjang daun Edelweis Jawa di Resort Resort Cemoro Lawang.

## g. Uji Lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar stasiun.

$$\begin{aligned} \text{BNT } 0,01 &= t_{0,05} (\text{db galat}) \times \sqrt{\frac{2 \cdot \text{KT Galat}}{\text{Ulangan}}} \\ &= 2,131 \times \sqrt{\frac{1,459}{4}} \\ &= 2,57 \end{aligned}$$

## h. Tabel Notasi

Stasiun	rata-rata	Notasi
III	11,375	a
II	12,125	a
IV	14,175	ab
I	14,45	ab
V	15,275	c

Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Lampiran 2 : Data hasil pengamatan

1. Kerapatan stomata

Tabel 1.1 Kerapatan stomata tiap stasiun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang TNBTS

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata	KS
		1	2	3	4	5			
A1	1	9	7	7	7	6	36	7.2	365.4822
	2	6	8	9	7	7	37	7.4	375.6345
	3	11	10	10	13	10	54	10.8	548.2234
	4	11	14	11	11	15	62	12.4	629.4416
A2	1	8	7	7	6	9	37	7.4	375.6345
	2	8	7	7	9	8	39	7.8	395.9391
	3	10	13	12	11	11	57	11.4	578.6802
	4	8	8	8	11	10	45	9	456.8528
A3	1	9	7	8	6	7	37	7.4	375.6345
	2	7	6	8	6	8	35	7	355.3299
	3	6	8	6	7	8	35	7	355.3299
	4	7	8	8	6	6	35	7	355.3299
A4	1	11	7	9	7	10	44	8.8	446.7005
	2	8	7	6	7	10	38	7.6	385.7868
	3	9	12	10	8	9	48	9.6	487.3096
	4	9	11	8	9	12	49	9.8	497.4619
A5	1	13	11	8	9	10	51	10.2	517.7665
	2	9	11	8	9	12	49	9.8	497.4619
	3	9	7	8	7	8	39	7.8	395.9391
	4	11	10	6	6	7	40	8	406.0914

Tabel 1.2 Kerapatan stomata tiap stasiun di Gunung Batok

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata	KS
		1	2	3	4	5			
A1	1	9	7	8	6	8	38	7.6	385.7868
	2	7	8	7	8	7	37	7.4	375.6345
	3	7	8	6	6	7	34	6.8	345.1777
	4	6	8	7	7	7	35	7	355.3299
A2	1	6	8	7	8	7	36	7.2	365.4822
	2	6	7	6	6	8	33	6.6	335.0254
	3	5	6	6	5	8	30	6	304.5685
	4	7	8	5	5	6	31	6.2	314.7208
A3	1	5	6	6	5	5	27	5.4	274.1117
	2	5	6	9	5	4	29	5.8	294.4162
	3	5	4	5	7	7	28	5.6	284.264
	4	7	5	8	4	6	30	6	304.5685
A4	1	5	8	6	6	5	30	6	304.5685
	2	7	6	8	4	9	34	6.8	345.1777
	3	5	4	5	6	5	25	5	253.8071
	4	6	7	4	6	7	30	6	304.5685
A5	1	7	6	7	5	6	31	6.2	314.7208
	2	7	5	5	8	6	31	6.2	314.7208
	3	5	6	5	6	4	26	5.2	263.9594
	4	7	8	8	6	6	35	7	355.3299

## 2. Indeks stomata

Tabel 2.1 Indeks stomata tiap stasiun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang TNBTS

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata
		1	2	3	4	5		
A1	1	0.225	0.184211	0.212121	0.205882	0.176471	1.003685	0.200737
	2	0.162162	0.190476	0.214286	0.184211	0.179487	0.930622	0.186124
	3	0.22	0.243902	0.204082	0.254902	0.181818	1.104704	0.220941
	4	0.22449	0.259259	0.229167	0.196429	0.277778	1.187122	0.237424
A2	1	0.173913	0.145833	0.170732	0.157895	0.209302	0.857675	0.171535
	2	0.205128	0.194444	0.162791	0.236842	0.216216	1.015422	0.203084
	3	0.188679	0.240741	0.235294	0.207547	0.189655	1.061916	0.212383
	4	0.148148	0.16	0.177778	0.2	0.192308	0.878234	0.175647
A3	1	0.209302	0.14	0.173913	0.153846	0.159091	0.836152	0.16723
	2	0.2	0.153846	0.173913	0.153846	0.170213	0.851818	0.170364
	3	0.162162	0.216216	0.1875	0.194444	0.181818	0.942141	0.188428
	4	0.162791	0.170213	0.216216	0.142857	0.153846	0.845923	0.169185
A4	1	0.22	0.155556	0.176471	0.189189	0.212766	0.953981	0.190796
	2	0.190476	0.189189	0.142857	0.152174	0.2	0.874696	0.174939
	3	0.195652	0.25	0.212766	0.2	0.195652	1.05407	0.210814
	4	0.2	0.22449	0.173913	0.2	0.244898	1.043301	0.20866
A5	1	0.240741	0.203704	0.153846	0.191489	0.2	0.98978	0.197956
	2	0.1875	0.215686	0.177778	0.183673	0.226415	0.991053	0.198211
	3	0.191489	0.189189	0.195122	0.175	0.181818	0.932619	0.186524
	4	0.23913	0.212766	0.142857	0.146341	0.175	0.916095	0.183219

Tabel rata-rata indeks stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang TNBTS

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	0.2	0.186	0.22	0.237	0.843	0.21075
2	0.171	0.203	0.212	0.175	0.761	0.19025
3	0.167	0.17	0.188	0.169	0.694	0.1735
4	0.19	0.174	0.21	0.208	0.782	0.1955
5	0.197	0.198	0.186	0.183	0.764	0.191

Tabel 2.2 Indeks stomata tiap stasiun di Gunung Batok

Perlakuan	Ulangan	Bidang Pandang					Jumlah	Rerata
		1	2	3	4	5		
A1	1	0.17647	0.145833	0.170213	0.130435	0.153846	0.776797	0.155359
	2	0.155556	0.166667	0.145833	0.181818	0.152174	0.802048	0.16041
	3	0.205882	0.195122	0.1875	0.2	0.212121	1.000626	0.200125
	4	0.176471	0.228571	0.194444	0.184211	0.205882	0.989579	0.197916
A2	1	0.176471	0.235294	0.21875	0.258065	0.194444	1.083024	0.216605
	2	0.153846	0.162791	0.166667	0.15	0.2	0.833304	0.166661
	3	0.192308	0.166667	0.2	0.178571	0.222222	0.959768	0.191954
	4	0.179487	0.210526	0.15625	0.142857	0.162162	0.851283	0.170257
A3	1	0.131579	0.171429	0.157895	0.142857	0.147059	0.750818	0.150164
	2	0.138889	0.171429	0.28125	0.15625	0.108108	0.855926	0.171185
	3	0.147059	0.1	0.131579	0.2	0.166667	0.745304	0.149061
	4	0.205882	0.147059	0.181818	0.129032	0.2	0.863792	0.172758
A4	1	0.147059	0.222222	0.2	0.157895	0.151515	0.878691	0.175738
	2	0.194444	0.157895	0.216216	0.117647	0.264706	0.950908	0.190182
	3	0.15625	0.142857	0.166667	0.1875	0.172414	0.825688	0.165138
	4	0.176471	0.170732	0.142857	0.171429	0.194444	0.855932	0.171186
A5	1	0.194444	0.181818	0.205882	0.151515	0.176471	0.910131	0.182026
	2	0.2	0.147059	0.172414	0.2	0.1875	0.906973	0.181395
	3	0.138889	0.176471	0.147059	0.176471	0.117647	0.756536	0.151307
	4	0.2	0.195122	0.222222	0.181818	0.171429	0.970591	0.194118

Tabel rata-rata indeks stomata di Gunung Batok TNBTS

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	0.155	0.16	0.2	0.197	0.712	0.178
2	0.216	0.166	0.191	0.17	0.743	0.18575
3	0.15	0.171	0.149	0.172	0.642	0.1605
4	0.175	0.19	0.165	0.171	0.701	0.17525
5	0.182	0.181	0.151	0.194	0.708	0.177

### 3. Panjang Daun

Tabel 3.1 Panjang Daun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	16	15.7	13	12	56.7	14.175
2	15.3	15	14.5	13	57.8	14.45
3	13.5	14	17	16.6	61.1	15.275
4	10.5	10	14	14	48.5	12.125
5	9.5	12	12.5	11.5	45.5	11.375

Tabel 3.2 Panjang Daun di Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	12	13	14	12	51	12.75
2	18	18.5	15	16	67.5	16.875
3	18.5	17.5	18	17.5	71.5	17.875
4	14.7	14.5	16	15	60.2	15.05
5	18	18.5	15	16	67.5	16.875

### 4. Lebar Daun

4.1 Lebar Daun di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	1.4	1.3	1.2	1.3	5.2	1.3
2	1.4	1.3	1.6	1.4	5.7	1.425
3	1.2	1.6	1.7	1.4	5.9	1.475
4	1.2	1.3	1.6	1.3	5.4	1.35
5	1.5	1	1.3	1.4	5.2	1.3

4.2 Lebar Daun di Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	1	1	1	1	4	1
2	1.5	1.8	1.3	1.4	6	1.5
3	2	1.8	1.4	1.4	6.6	1.65
4	1.3	1.2	1.1	1.1	4.7	1.175
5	1.5	1.8	1.3	1.4	6	1.5

## 5. Lebar Stomata

Tabel 5.1 Lebar stomata di Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.11	22.21	21.208	21.972	91.5	22.875
2	22.328	21.444	22.826	22.892	89.49	22.3725
3	23.42	23.406	20.66	23.528	91.014	22.7535
4	25.14	23.314	22.964	22.508	93.926	23.4815
5	20.466	19.236	20.312	20.166	80.18	20.045

Tabel 5.2 Lebar stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	20.352	20.344	18.246	17.798	76.74	19.185
2	20.634	18.994	15.914	18.15	73.692	18.423
3	19.972	19.924	18.222	18.256	76.374	19.0935
4	17.124	16.966	18.744	20.15	72.984	18.246
5	19.696	18.402	18.622	17.534	74.254	18.5635

## 6. Panjang Stomata

Tabel 6.1 Panjang stomata Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.766	27.308	27.428	26.844	108.346	27.0865
2	28.166	26.186	32.148	30.524	117.024	29.256
3	31.082	32.574	26.696	30.874	121.226	30.3065
4	29.782	29.57	29.328	28.428	117.108	29.277
5	29.546	26.176	28.498	27.194	111.414	27.8535

Tabel 6.2 Panjang stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.43	26.174	24.796	22.416	99.816	24.954
2	22.736	23.542	21.432	21.86	89.57	22.3925
3	21.92	24.458	24.264	23.008	93.65	23.4125
4	21.532	22.804	25.414	24.758	94.508	23.627
5	25.582	23.348	24.258	23.588	96.776	24.194

## 7. Lebar Stomata

Tabel 7.1 Lebar stomata Gunung Batok

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	26.11	22.21	21.208	21.972	91.5	22.875
2	22.328	21.444	22.826	22.892	89.49	22.3725
3	23.42	23.406	20.66	23.528	91.014	22.7535
4	25.14	23.314	22.964	22.508	93.926	23.4815
5	20.466	19.236	20.312	20.166	80.18	20.045

Tabel 7.2 Lebar stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

stasiun	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
1	20.352	20.344	18.246	17.798	76.74	19.185
2	20.634	18.994	15.914	18.15	73.692	18.423
3	19.972	19.924	18.222	18.256	76.374	19.0935
4	17.124	16.966	18.744	20.15	72.984	18.246
5	19.696	18.402	18.622	17.534	74.254	18.5635

Lampiran 3: Faktor Abiotik

**1. Faktor abiotik Tiap Stasiun di Gunung Batok dan Resort Resort  
Resort Cemoro Lawang**

Tabel 1.1 Data Gunung Batok :

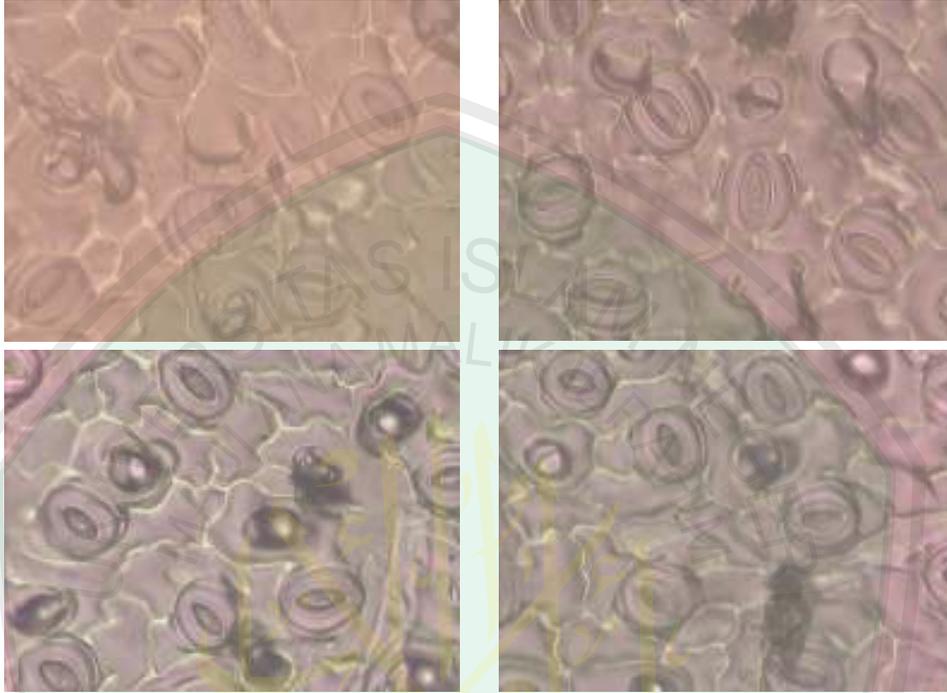
<b>N o.</b>	<b>Stsn</b>	<b>ket</b>	<b>Ketinggian /GPS</b>	<b>Suhu</b>	<b>kelembapan</b>	<b>m/s</b>
1.	1.	1.a	2184	18,5	76,7	0,3
		1.b				
		2.a	2185	20,2	75,5	
		2.b				
2.	2.	1.a	2200	18,7	74,1	0,2
		1.b				
		2.a	2200	22,9	71,9	
		2.b				
3.	3.	1.a	2210	27,3	70,4	0,3
		1.b				
		2.a	2214	26,5	70,0	
		2.b				
4.	4.	1.a	2241	24,9	74,6	0,3
		1.b				
		2.a	2252	20,2	73,5	
		2.b				
5.	5.	1.a	2389	22,1	75,1	0,5
		1.b				
		2.a	2397	22,9	72,9	
		2.b				

Tabel 1.1 Data Resort Resort Resort Cemoro Lawang

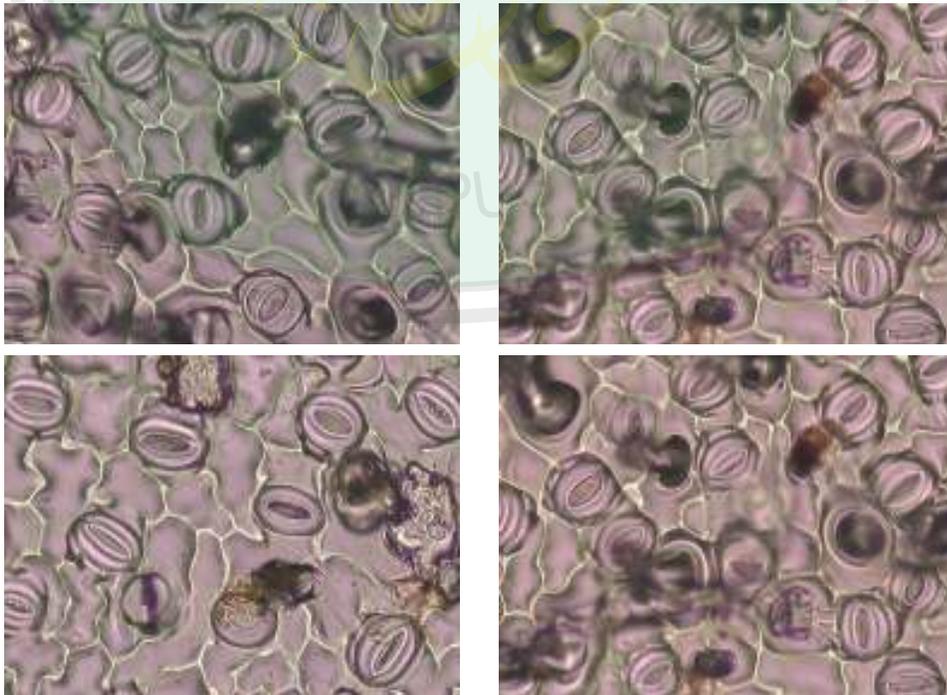
<b>N o.</b>	<b>Stsn</b>	<b>ket</b>	<b>Ketinggian /GPS</b>	<b>Suhu</b>	<b>kelembapan</b>	<b>m/s</b>
1.	1.	1.a	1689	17,3	86,1	0,2
		1.b				
		2.a	1690	17,7	84,4	0,2
		2.b				
2.	2.	1.a	1804	17,5	77,2	0,3
		1.b				
		2.a	1807	18,7	76,7	0,2
		2.b				
3.	3.	1.a	1981	18,7	75,6	0,3
		1.b				
		2.a	1981	18,4	73,1	0,3
		2.b				
4.	4.	1.a	2000	17,7	76,5	0,4
		1.b				
		2.a	2002	18,9	76,2	0,4
		2.b				
5.	5.	1.a	2018	17,8	79,4	0,8
		1.b				
		2.a	2020	17,4	81,1	0,6
		2.b				

*Lampiran 4 : Kerapatan stomata*

1. Gambar kerapatan stomata di Gunung Batok



2. Gambar kerapatan stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang

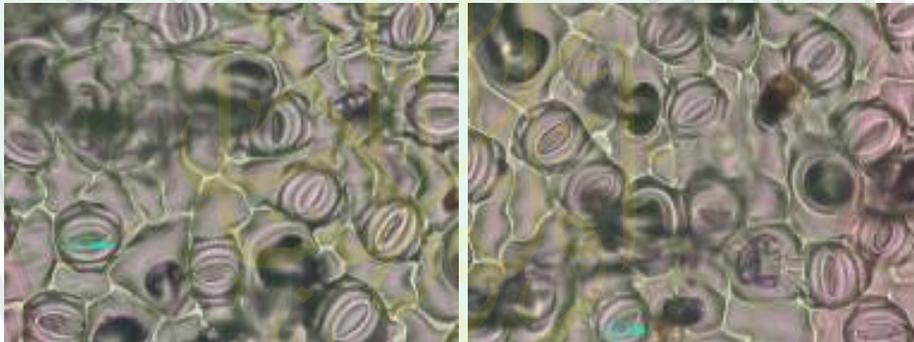


*Lampiran 5* : Panjang dan Lebar Stomata

1. Gambar panjang dan lebar stomata di Gunung Batok



2. Gambar panjang dan lebar stomata di Resort Resort Resort Cemoro Lawang



Lampiran 6 : Alat



Gambar 1, Mikroskop computer Olympus CX 31



Gamabar 2, Global Positioning System



Gambar 3, Stomatal Printing

