

**PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT  
TERHADAP KARAKTER MORFOLOGI  
VEGETATIF DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN  
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre ex  
Froehner) DI KAWASAN PEGUNUNGAN  
MURIA KABUPATEN KUDUS**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Biologi



Diajukan oleh:

**UMI SALAMAH**

NIM : 1508016022

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Umi Salamah

NIM : 1508016022

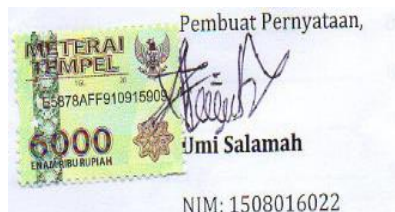
Program Studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TERHADAP KARAKTER MORFOLOGI VEGETATIF DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) DI KAWASAN PEGUNUNGAN MURIA KABUPATEN KUDUS**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya

Semarang, 11 Juli 2019





KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185 telp.  
(024) 76433366

### PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TERHADAP  
KARAKTER MORFOLOGI VEGETATIF DAN KANDUNGAN  
ANTIOKSIDAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre  
ex Froehner) DI KAWASAN PEGUNUNGAN MURIA-  
KABUPATEN KUDUS


Penulis : Umi Salamah  
NIM : 1508016022  
Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang munaqasyah oleh Dewan Penguji Fakultas  
Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah  
satu syarat memperoleh gelar sarjana Ilmu Biologi


Semarang, 31 Juli 2019


#### DEWAN PENGUJI

Penguji I,


  
Dr. H. Ismail, M.Ag.  
NIP. 197110211997031002

Penguji III,


  
Kusriyah, M.Si.  
NIP. 19771110 201101 2005  
Pembimbing I,

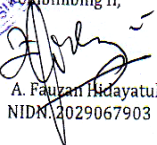
  
Nur Hayati, M. Si  
NIP : 19771125 200912 2 001

Penguji II,

  
Nur Hayati, S.Pd., M.Si.  
NIP. 19771125 200912 2001

Penguji IV,

  
Baq Farhatul Wahdah,  
NIP. 19750222200912 2 002  
Pembimbing II,

  
A. Fauzan Hidayatullah, M.Si  
NIDN. 2029067903



## NOTA DI NAS

Semarang, 10 Juli 2019

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo

di Semarang

*Assalamu'alaikum wr. wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TERHADAP KARAKTER MORFOLOGI VEGETATIF DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) DI KAWASAN PEGUNUNGAN MURIA KABUPATEN KUDUS

Penullis : **Umi Salamah**

NIM : 1508016022

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi saya tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqasyah

*Wasalamu'alaikum wr.wb*

Pembimbing I



**Nur Hayati, M. Si**

NIP.: 19771125 200912 2 001

## NOTA DINAS

Semarang, 10 Juli 2019

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo

di Semarang

*Assalamu'alaikum wr. wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TERHADAP KARAKTER MORFOLOGI VEGETATIF DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) DI KAWASAN PEGUNUNGAN MURIA KABUPATEN KUDUS

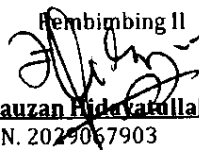
Penullis : **Umi Salamah**

NIM : 1508016022

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi saya tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqasyah

*Wasalamu'alaikum wr.wb*

Bimbinging II  


**A. Fauzan Hidayatullah, M. Si**  
NIDN. 2024067903

## ABSTRAK

Judul : PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TERHADAP KARAKTER MORFOLOGI VEGETATIF DAN KANDUNGAN ANTIOKSIDAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) DI KAWASAN PEGUNUNGAN MURIA KABUPATEN KUDUS

Penulis : **Umi Salamah**

NIM : 1508016022

Gunung muria merupakan salah satu gunung yang berada di Jawa Tengah yang memiliki ketinggian 1602 m dpl dan memiliki luas hutan mencapai 69.812,08 hektar. Gunung muria memiliki potensi alam dan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Desa colo terletak di lereng gunung muria yang mempunyai potensi alam berupa perkebunan kopi dengan luasan 110 ha yang belum dikembangkan. pada penelitian ini akan dilakukan “Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Karakter Morfologi Vegetatif Dan Kandungan Antioksidan Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) Di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus”. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh ketinggian tempat terhadap hubungan kekerabatan kopi robusta berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan kandungan antioksidan di Muria Kabupaten Kudus serta untuk mengetahui adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap kandungan antioksidan kopi robusta di Muria Kabupaten Kudus. Metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan kekerabatan yaitu analisis cluster sedangkan untuk uji kandungan antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil analisis data penelitian diperoleh dua dendogram yaitu dendogram satu berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi dengan menggunakan lima sampel pada masing-masing ketinggian dan dihasilkan 4 kelompok sampel yaitu kelompok sampel 1 terdiri dari semua sampel C (77%), kelompok 2 terdiri dari semua sampel B (65%), kelompok 3 terdiri dari semua sampel

kelompok A (79%) dan kelompok 4 yaitu terdiri dari semua sampel D (78%). Dendogram dua berdasarkan karakter moroflogi vegetatif, karakter ekologi dan karakter fitokimia dengan menggunakan tiga sampel pada masing-masing ketinggian dihasilkan 3 kelompok sampel yaitu kelompok satu terdiri dari semua sampel B dan C (68%), kelompok 2 terdiri dari semua sampel D (57%) dan kelompok 3 terdiri dari semua sampel A (64%). Pada uji kandungan antioksidan diperoleh rata-rata % hambatan antioksidan yaitu kelompok sampel A sebesar 23,987%, kelompok sampel B sebesar 26,520%, kelompok sampel C sebesar 32,880% dan kelompok sampel D sebesar 39,326%. Semakin tinggi ketinggian tempat maka semakin besar % hambatan antioksidan.

**Kata kunci:** Gunung muria, kopi robusta, ketinggian tempat, hubungan kekerabatan, kandungan antioksidan

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada (SKB) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158 Tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987.

### Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat pada halaman berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak Dilambangkan	Tidak Dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Śa	Ś	Es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ĥa	Ĥ	Ha (dengan titik di atas)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Żal	Ż	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Şad	Ş	Es (dengan titik di bawah)



ض	Dad	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Za	Z	Zet (dengan titik di bawah)
ع	Ain	-	apostrof terbalik
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qof	Q	Qi
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	Ea
و	Wau	W	We
هـ	Ha	H	Ha (dengan titik di atas)
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apa pun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

### **Vokal**

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
أَ	<i>Fatḥah</i>	A	A
إِ	<i>Kasrah</i>	I	I
أُ	<i>Ḍammah</i>	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf latin	Nama
أَيَّ	<i>Fatḥah</i> dan Ya	Ai	A dan I
أَوَّ	<i>Fatḥah</i> dan Wau	Au	A dan U

### **Maddah**

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harkat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harkat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
أَ...أَ	<i>Fatḥah</i> dan Alif atau Ya	ā	a dan garis di atas
إِ...	<i>Kasrah</i> dan Ya	ī	i dan garis di atas
أُ...	<i>Ḍammah</i> dan Wau	ū	u dan garis di atas

### ***Ta marbūṭah***

Transliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau mendapat harkat *fathāh*, *kasrah*, dan *ḍammah*, transliterasinya adalah [t]. Sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau mendapat harkat sukun, transliterasinya adalah [h].

Kalau pada kata yang berakhir dengan *ta marbūṭah* diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang al serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta marbūṭah* itu ditransliterasikan dengan ha (h).

### ***Syaddah (Tasydīd)***

Syaddah atau tasydīd yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda tasydīd ( َ ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan perulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda syaddah.

Jika huruf ى bertasydid di akhir sebuah kata dan didahului oleh huruf kasrah ( ِ ), maka ia ditransliterasi seperti huruf maddah (ī).

### ***Kata Sandang***

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf (alif lam ma'arifah). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa, al-, baik ketika ia diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang tidak mengikuti bunyi huruf langsung

yang mengikutinya. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

### **Hamzah**

Aturan transliterasi huruf hamzah menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi hamzah yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila hamzah terletak di awal kata, ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa alif.

### **Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia**

Kata, istilah atau kalimat Arab yang ditransliterasi adalah kata, istilah atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia, atau sudah sering ditulis dalam tulisan bahasa Indonesia, tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi di atas. Namun, bila kata-kata tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka mereka harus ditransliterasi secara utuh.

### **Lafz Al-Jalālah (الله)**

Kata “Allah” yang didahului partikel seperti huruf jarr dan huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *muḍāf ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf hamzah.

Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan kepada *Lafz Al-Jalālah*, ditransliterasi dengan huruf [ t ].

## **Huruf Kapital**

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital (All Caps), dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan Bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital, misalnya, digunakan untuk menuliskan huruf awal nama diri (orang, tempat, bulan) dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Bila nama diri didahului oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis dengan huruf kapital tetap huruf awal nama diri tersebut, bukan huruf awal kata sandangnya. Jika terletak pada awal kalimat, maka huruf A dari kata sandang tersebut menggunakan huruf kapital (Al-). Ketentuan yang sama juga berlaku untuk huruf awal dari judul referensi yang didahului oleh kata sandang al-, baik ketika ia ditulis dalam teks maupun dalam catatan rujukan (CK, DP, CDK, dan DR).

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum *Wr. Wb.*

Alhamdulillah Robbil 'alamiin, rasa syukur yang tak henti-hentinya selalu terucap dari lubuk hati atas segala puji dan nikmat yang telah Allah SWT berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan lancar. anugerahkan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Lantunan sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita semua Baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah meneteskan butiran-butiran keteladanan yang baik dan selalu dinantikan syafa'atnya di Yaumul Qiyamah.

Dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Dr. H. Ruswan, M.A
2. Ketua Jurusan Biologi UIN Walisongo Semarang, Kusrinah, M.Si
3. Dosen pembimbing Nur Hayati, M.Si dan Ahmad Fauzan Hidayatullah, M.Si yang telah memberikan bimbingan, arahan dan semangat selama proses penulisan skripsi

4. Kedua orang tua saya yang sangat saya sayangi Bapak H. Nur Salam dan (Alm.) Ibu Hj. Umi Sa'idah yang akan selalu menjadi panutan saya dalam menjalani hidup dan yang selalu memberikan doa terbaik, kasih sayang yang tulus dan motivasi untuk putrinya di setiap kesuksesannya terutama dalam menyelesaikan skripsi
5. Dr. K.H Fadholan Musyaffa', Lc., MA selaku pengasuh Ma'had Al-Jami'ah walisongo dan Ibu Nyai Hj. Fenty Hidayah yang telah memberikan nasehat, motivasi serta segala aspek baik ilmu agama maupun ilmu pengetahuan umum dan menunjukkan jalan spiritual yang mendalam
6. Siti Mukhlisoh Setyawati, M. Si selaku dosen wali yang telah memberikan banyak arahan, nasehat serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi
7. Bu Sumiati, Bu Arnia dan Bu Afrizka yang selalu memberi arahan dan nasihat dalam penulisan skripsi
8. Saudara-saudara yang terbaik bagiku (Sri Wijayanti, Ali Mahmudi dan Wahyu Wulandari) yang selalu memberi nasihat dan semangat bagi penulis
9. Teman-teman IKAMARU UIN Walisongo angkatan 2015 yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi

10. Teman-teman Biologi 2015 yang telah memberikan pengalaman belajar dan kehidupan selama kuliah serta semangat dalam menyelesaikan skripsi ini
11. Teman-teman seluruh asisten laboratorium biologi UIN Walisongo yang selalu memberikan support dan motivasi kepada penulis
12. Teman-teman satu angkatan 2015 Ma'had Al-Jami'ah Walisongo yang bersama-sama belajar agama dan bekal kehidupan di Masyarakat. Terkhusus untuk Dek Aliya, Dek Amalia, Dek Amanda, Dek vian, Dek Hani dan my roommate kamar 3 rayon lebanon
13. Teman-teman KKN UIN Walisongo 2018 Posko 30 Mojodemak yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini
14. Untuk sahabat-sahabatku para istri sholehah (Zahratul Fitri Masyhudah, Royyi Muwaffa, Ismi Farihatul Wahidah, Umi Latifah, Mihshof Aqliya dan Alim Mu'ayyanah) yang selalu ada dan mendengarkan keluhan kesahku serta memberikan *support* dan motivasi kepada penulis
15. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu



Penulis tidak dapat memberikan balasan apa-apa selain ucapan terimakasih dan iringan do'a kepada Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfa'at bagi semua pihak. *Aamiin Yaa Robbal 'Alamiin Wassalmu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 11 Juli 2019

Penulis

Umi Salamah  
NIM: 150801

## DAFTAR ISI

### Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN .....	iii
NOTA PEMBIMBING .....	iv
ABSTRAK.....	vi
TRANSLITERASI.....	viii
KATA PENGANTAR .....	xiv
DAFTAR ISI.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR GAMBAR .....	xxii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxiii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	10
C. Tujuan Penelitian .....	10
D. Manfaat Penelitian.....	11

<b>BAB II : LANDASAN TEORI .....</b>	<b>13</b>
A. Keaneekaragaman Tumbuhan Dalam Al-Qur'an13	
B. Tinjauan Umum Tanaman Kopi .....	18
1. Sejarah .....	18
2. Klasifikasi .....	20
3. Morfologi .....	21
C. Kerapatan Stomata .....	25
D. Ketinggian Tempat.....	25
E. Aktivitas Antioksidan .....	27
F. Kerangka Pemikiran Teoritis .....	39
1. Uji Kandungan Antioksidan Kopi Robusta.....	39
2. Karakter Morfologi Vegetatif Kopi Robusta.....	40
G. Rumusan Hipotesis.....	40
<b>BAB III : METODE PENELITIAN .....</b>	<b>41</b>
A. Jenis dan Desain Penelitian .....	41
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	43
C. Teknik Pengambilan Sampel .....	46
D. Variabel Penelitian.....	47
E. Metode Pengumpulan Data .....	48
F. Metode Penelitian .....	48
1. Karakterisasi Morfologi Vegetatif pada Kopi Robusta.....	48
a. Alat dan Bahan .....	48
b. Prosedur Penelitian .....	50
2. Uji Kandungan Antioksidan .....	51
a. Alat.....	51
b. Bahan .....	51
c. Prosedur Penelitian .....	51
1. Teknik Pengambilan Data Ketinggian.....	55

2. Teknik Pengambilan Data Faktor Abiotik (suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan pH tanah) ..... 56
3. Analisis Data..... 56

**BAB IV : DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA ..... 55**

- A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian ..... 55
- B. Deskripsi Data Karakter Morfologi, Karakter Ekologi (Data Ekologi) dan Karakter Fitokimia (Data Kandungan Antioksidan) Pada Kopi Robusta di Muria Kabupaten Kudus ..... 59
- C. Analisis Pengelompokkan Kekerbatan Berdasarkan Data Karakter Morfologi, Karakter Ekologi (Data ekologi) dan Karakter Fitokimia (Data Kandungan Antioksidan) Pada Kopi Robusta di Muria Kabupaten Kudus ..... 92
- D. Keterbatasan Penelitian..... 111

**BAB V : PENUTUP ..... 113**

- A. Kesimpulan..... 113
- B. Saran ..... 115

**Daftar Pustaka**

**Lampiran-lampiran**

**Riwayat Hidup**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Desain penelitian karakter morfologi vegetatif kopi robusta.....	42
Tabel 3.2	Desain penelitian data ekologi.....	42
Tabel 3.3	Desain penelitian uji antioksidan kopi Robusta.....	43
Tabel 3.4	Tabel waktu dan tempat penelitian.....	43
Tabel 3.5	Tabel alat dan bahan karakterisai morfologi vegetatif kopi robusta.....	48
Tabel 4.1	Nilai indeks similaritas pada lima sampel pada masing-masing ketinggian.....	77
Tabel 4.2	Nilai indeks similaritas pada tiga sampel pada masing-masing ketinggian.....	84
Tabel 4.3	Nilai absorbansi dan penghambatan antioksidan kopi robusta.....	106

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Gambar Anatomi Biji Kopi Robusta .....	24
Gambar 2.1	Gambar Morfologi Biji Kopi Robusta.....	24
Gambar 2.3	Buah kopi robusta yang sudah masak dan masih muda .....	24
Gambar 2.4	Gambar bagian-bagian tanaman kopi robusta...	25
Gambar 2.5	Struktur kimia asam klorogenat .....	31
Gambar 3.1	Peta administrasi Desa Colo.....	47
Gambar 4.6	Dendogram berdasarkan karakter morfologi dan karakter ekologi.....	65
Gambar 4.7	Dendogram berdasarkan karakter morfologi, karakter ekologi dan karakter fitokimia.....	77
Gambar 4.8	Spesimen bangun daun kopi robusta.....	85
Gambar 4.9	Spesimen pangkal daun.....	86
Gambar 4.10	Warna permukaan atas dan bawah daun .....	87
Gambar 4.11	Kerapatan stomata .....	88
Gambar 4.12	Percabangan batang .....	89
Gambar 4.13	Warna batang .....	90
Gambar 4.14	Pengukuran karakter ekologi .....	91
Gambar4.15	Diagram rata-rata % hambatan antioksidan.....	107

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil perhitungan rata-rata panjang dan lebar daun kopi robusta
- Lampiran 2. Hasil perhitungan diameter batang sampel tanaman kopi robusta
- Lampiran 3. Data karakter morfologi vegetatif kopi robusta di Muria Kudus
- Lampiran 4. Data ekologi kopi robusta di Muria Kudus
- Lampiran 5. Data kandungan antioksidan kopi robusta di Muria Kudus
- Lampiran 6. Skoring data biner karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi pada kopi robusta
- Lampiran 7. Skoring data biner karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi ekologi dan karakter fitokimia pada kopi robusta
- Lampiran 8. Hasil analisis data dendogram berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi pada kopi robusta
- Lampiran 9. Hasil analisis data dendogram berdasarkan karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi dan karakter fitokimia pada kopi robusta
- Lampiran 10. Prosedur uji kandungan antioksidan kopi robusta
- Lampiran 11. Lokasi pengambilan sampel kopi robusta

- Lampiran 12. Sampel kopi robusta di berbagai ketinggian pegunungan Muria Kudus
- Lampiran 13. Pengamatan kerapatan stomata pada kopi robusta
- Lampiran 15. Morfologi buah kopi robusta pada ketinggian yang berbeda
- Lampiran 16. Pengukuran karakter ekologi (data ekologi)
- Lampiran 17. Analisis cluster berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi pada kopi robusta
- Lampiran 18. Analisis cluster berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi pada kopi robusta



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Tanaman kopi merupakan bukan tanaman asli Indonesia melainkan jenis tanaman yang berasal dari Afrika. Jenis kopi yang pertama kali dibudidayakan di Indonesia adalah kopi jenis arabika. Akan tetapi, ketika timbul serangan penyakit karat daun pada tanaman kopi pemerintah Belanda mendatangkan jenis kopi baru, yaitu kopi liberika. Kopi liberika dipilih karena memiliki keunggulan tahan terhadap serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh patogen *Hemelia vastatrix*. Akan tetapi, kopi jenis ini menghasilkan produktivitas yang rendah dibandingkan kopi arabika. Hal ini menyebabkan pemerintahan Belanda mendatangkan jenis kopi baru yaitu kopi jenis robusta. Kopi jenis ini lebih tahan terhadap serangan penyakit karat daun dan memiliki produksi yang lebih baik dibandingkan jenis kopi liberika (M. Subandi, 2011)

Soetriono (2009) menyatakan bahwa kondisi lingkungan tumbuh kopi Robusta di setiap daerah sentra produksi sangat beragam sehingga menghasilkan mutu dan citarasa yang berbeda antara satu dengan lainnya.

Mutu dan citarasa kopi dipengaruhi oleh klon/varietas agroekologi (jenis tanah, ketinggian tempat, iklim, dan pemupukan), waktu panen, metode pemetikan, pengolahan, dan penyimpanan. Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu dan citarasa kopi adalah ketinggian tempat. Hal tersebut harus mendapat perhatian utama karena faktor tersebut sulit untuk dimodifikasi. Cara yang paling tepat untuk menghasilkan mutu dan citarasa kopi yang berkualitas adalah dengan cara menanam kopi pada ketinggian tempat (elevasi) yang sesuai. Pertumbuhan tanaman semakin lambat atau kerdil seiring naiknya ketinggian tempat.

Selain hal tersebut, stomata memiliki peran penting sebagai alat untuk adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Pada kondisi cekaman kekeringan maka stomata akan menutup sebagai upaya untuk menahan laju transpirasi. Intensitas cahaya yang berbeda-beda memperlihatkan bahwa jumlah stomata dapat berkurang seiring dengan menurunnya intensitas cahaya. Kerapatan stomata dapat mempengaruhi dua proses penting pada tanaman yaitu fotosintesis dan transpirasi yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Fahn, 1991)

Hasil penelitian Da Silva *et al.* (2005) menunjukkan bahwa bertambahnya ketinggian tempat menyebabkan meningkatnya bobot buah dan biji kopi. Suhu yang lebih rendah akan membentuk biji kopi lebih sempurna dan lebih berat disebabkan proses pematangan buah kopi yang lambat (Bertrand *et al.*, 2011). Hasil buah kopi berkorelasi positif dengan pH, Ca, Mg, N total, dan P tersedia dalam tanah (Cyamweshi *et al.*, 2014)

Avelino *et al.* (2005) menemukan kopi yang tumbuh pada elevasi lebih tinggi mempunyai komponen senyawa kimia lebih banyak dibanding kopi yang tumbuh pada elevasi lebih rendah. Selain itu, kopi tersebut mempunyai aroma, *body*, *acidity*, dan *preference* yang lebih baik (Bertrand *et al.*, 2006) dan terdapat korelasi positif antara elevasi tempat tumbuh dengan mutu citarasa kopi. Kopi Robusta mengandung karbohidrat, senyawa nitrogen (protein, asam amino bebas), kafein, lemak (minyak kopi, diterpen), mineral, asam, dan ester (asam klorogenat, asam kuintat). Asam klorogenat merupakan metabolit sekunder terbesar pada biji kopi. Secara umum asam klorogenat dibentuk dari asam kafeat, memiliki aktivitas antioksidan yang kuat secara *in vitro*. Salah satu senyawa fenol yang ada pada kopi adalah asam klorogenat. Senyawa fenol adalah senyawa yang memiliki satu atau

lebih gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatik. Senyawa polifenol merupakan senyawa yang memiliki lebih dari satu gugus fenol. Turunan senyawa fenol merupakan metabolit sekunder terbesar yang diproduksi oleh tanaman. Fenol dan polifenol yang terkandung pada tanaman memainkan peran penting dalam kesehatan jangka panjang dan mengurangi risiko penyakit kronis dan degeneratif. Senyawa fenol dapat memiliki aktivitas antioksidan, antitumor, antiviral, dan antibiotik (Cahyani, 2015)

Antioksidan merupakan pertahanan pertama tubuh kita terhadap kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas dan sangat penting untuk menjaga kesehatan tubuh agar optimum. Antioksidan mampu menginaktivasi atau menstabilisasi radikal bebas sebelum radikal bebas menyerang sel. Antioksidan sangat penting dalam menjaga sel dan kesehatan sistemik. Secara keseluruhan radikal bebas terlibat dalam patogenesis kebanyakan penyakit, namun pembentukan radikal bebas yang terdapat dalam tubuh kita dapat dikontrol oleh antioksidan dalam tubuh kita. Ketika kadar antioksidan dalam tubuh kita tidak terlalu banyak maka kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas dapat berakumulasi dan menimbulkan dampak yang cukup serius terhadap

kesehatan. Antioksidan dapat ditemukan dalam berbagai zat seperti vitamin C, vitamin E atau beberapa sumber makanan (Beksono, 2014). Dalam kategori minuman, salah satu sumber antioksidan terbesar adalah minuman dari bahan kopi (Ciptaningsih, 2012)

Kopi (*Coffea* sp.) termasuk salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi diantara tanaman perkebunan lainnya sehingga berperan penting sebagai sumber devisa negara. Kementerian Pertanian (Kemtan) memproyeksi produksi kopi di tahun 2018 mencapai 674.636 ton. Angka ini meningkat kurang dari 1% dibandingkan angka produksi sementara di tahun 2017 yakni sebesar 668.677 ton (Dkatadata.co.id, 2018)

Kopi Robusta merupakan produk pertanian yang mengandalkan aspek mutu dan citarasa sehingga sasaran akhir budidaya kopi Robusta adalah produk biji yang berkualitas untuk menghasilkan kopi seduh yang disukai oleh konsumen. Selain hal tersebut, kopi robusta memiliki ketahanan yang lebih tinggi dibanding kopi arabika. Kopi robusta lebih tahan terhadap hama dan penyakit dibandingkan kopi arabika. Selain itu kopi robusta dapat tumbuh di iklim apapun, tidak seperti kopi arabika yang

sangat tergantung dengan iklim dan cuaca (Beksono, 2014)

Sehubungan dengan keberadaan keanekaragaman tanaman dan manfaatnya dalam Al-Qur'an surah Al-'Imran ayat 190-191 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ  
 لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ  
 جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ  
 هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: *sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (190). Yaitu orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi seraya berkata: "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka"(191).*

Menurut tafsir Ibnu Katsir QS. Al-'imran ayat 190 yaitu "sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi," memiliki ma'na tentang ketinggian dan keluasaannya, dan ini tentang kerendahan dan ketebalannya serta

kerendahannya, dan apa-apa yang ada diantara keduanya terdapat ayat-ayat yang dapat disaksikan begitu agung berupa bintang-bintang, planet-planet, lautan, gunung-gunung, daratan, pepohonan, tanaman, , pertanian, buah-buahan, hewan, barang tambang, hal-hal yang berguna, berbagai macam jenis, warna, rasa dan bau.

Pada ayat 191 memiliki arti Engkau tidak menciptakan makhluk-makhluk ini dengan sia-sia, tapi dengan kebenaran agar engkau membalas orang-orang yang berbuat buruk dengan apa yang telah mereka amalkan, dan membalas orang-orang yang baik dengan kebaikan. Kemudian mereka mensucikannya dari hal yang sia-sia dan penciptaan yang batil seraya berkata “ Maha Suci Engkau” (191) artinya menciptakan sesuatu yang sia-sia, “Maka peliharalah kami dari siksa neraka .” artinya Wahai Dzat yang telah menciptakan dengan kebenaran dan keadilan, wahai Dzat yang bersih dari kekurangan, aib dan sia-sia, peliharalah kami dari siksa neraka dengan daya dan kekuatan-Mu, takdirkanlah kami untuk mengamalkan amalan-amalan yang engkau ridhai dari kami, dan berilah kami taufiq untuk beramal sholeh yang mengantarkan kami menuju surga yang penuh dengan kenikmatan, dan selamatkanlah kami dari siksa-Mu yang pedih.

Dalam beberapa tempat Al-Qur'an menunjukkan bahwa salah satu cara memahami alam semesta ini dapat dilakukan lewat pendengaran, penglihatan, pencium, perasa dan peraba. Semua alat panca indra ini dapat membantu manusia untuk melakukan pengamatan dan eksperimen (Hasanah, 2015)

Alam Indonesia merupakan suatu potensi yang dapat dijadikan sumber devisa, termasuk diantaranya spesies kopi robusta yang banyak terdapat dan dibudidayakan di Indonesia. Peningkatan potensi kopi robusta Indonesia dapat dilakukan dengan cara melakukan karakterisasi morfologi untuk mengetahui hubungan kekerabatan antar spesies. Informasi jarak kekerabatan berkaitan dengan persilangan antar spesies. Semakin jauh jarak kekerabatan antar tetua yang dikawinkan, maka peluang menghasilkan kultivar baru dengan variabilitas genetik luas akan semakin besar. Sebaliknya, persilangan antara tetua yang berkerabat dekat akan mengakibatkan terjadinya variabilitas yang sempit. Kekurangan persilangan antara individu yang berkerabat dekat adalah pada tanaman yang menyerbuk silang cenderung menghasilkan keturunan yang lemah, ukuran buah lebih kecil, kurang subur, dan banyak individu yang cacat (Tenda, 2009)



Karakterisasi morfologi penting dilakukan karena dapat menyederhanakan obyek studi untuk menemukan keseragaman dan keanekaragaman suatu tumbuhan. Karakterisasi dilakukan untuk mendeskripsikan seluruh bagian organ tumbuhan sehingga akan tampak karakter yang beragam. Karakter yang beragam tersebut dapat diseleksi sesuai keinginan untuk digunakan sebagai tetua dalam persilangan tanaman. Pemilihan karakter yang diinginkan berdasarkan kepentingan ekonomi, estetika atau preferensi menentukan besarnya peluang keberhasilan program pemuliaan (Henuhili, 2004).

Hubungan kekerabatan juga diperlukan sebagai penentu kekerabatan yang tersebar luas diberbagai tempat dengan kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Melalui pengetahuan tentang kekerabatan, maka tumbuhan tersebut dapat dikelompokkan menurut jenisnya dan dapat dipilih sebagai koleksi plasma nutfah, selain itu, dengan diketahuinya hubungan kekerabatan akan mempermudah dalam mencari varietas pengganti (Varietas substitusi) bila suatu varietas tanaman mengalami kendala dalam proses budidayanya. Adapun karakter yang umum digunakan adalah sifat morfologi seperti bentuk batang dan daun. Fenotipe suatu karakter dipengaruhi tidak hanya oleh faktor genetik tetapi oleh

faktor lingkungan (Rima Indhirawati, Aziz Purwanto, 2015)

Desa Colo Kecamatan Dawe merupakan salah satu desa yang berada di sisi Timur kawasan hutan Muria di Kabupaten Kudus. Desa Colo mempunyai potensi alam berupa perkebunan kopi dengan luasan 110 Hektar dimana belum dikembangkan dengan sebagaimana mestinya. (Apriliani, 2009). Selain hal tersebut untuk meningkatkan kualitas kopi robusta supaya mampu bersaing dengan jenis kopi lainnya. Oleh karena itu diperlukan adanya pemuliaan tanaman dengan cara melakukan karakterisasi morfologi pada tanaman kopi robusta sehingga dapat diketahui tetua dan juga dapat diketahui sampel tanaman yang mempunyai karakter yang bagus.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penelitian yang berjudul “Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Karakter Morfologi Vegetatif Dan Kandungan Antioksidan Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) Di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus” ini penting untuk dilakukan.

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut maka permasalahan yang dirumuskan untuk dikaji melalui penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hubungan kekarabatan dalam kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) berdasarkan perbedaan ketinggian tempat terhadap karakter morfologi vegetatif dan kandungan antioksidan di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus?
2. Adakah pengaruh ketinggian tempat terhadap kandungan antioksidan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus?

## C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap hubungan kekerabatan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan kandungan antioksidan di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus
2. Untuk mengetahui adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap kandungan antioksidan kopi robusta (*Coffea*

*canephora* Pierre ex Froehner) di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus

#### **D. Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mahasiswa
  - a. Memberikan informasi kepada peneliti persebaran kopi robusta (*Coffie canephora* Pierre ex Froehner) di Muria Kudus
  - b. Memberikan informasi kepada peneliti tentang variasi karakter morfologi kopi robusta (*Coffie canephora* Pierre ex Froehner) di Muria Kabupaten Kudus
  - c. Memberikan informasi kepada peneliti tentang hubungan kekerabatan kopi robusta (*Coffie canephora* Pierre ex Froehner) di Muria Kudus pada beberapa ketinggian tempat yang berbeda
  - d. Mengetahui kandungan antioksidan kopi robusta muria kudus berdasarkan perbedaan ketinggian tempat
2. Untuk masyarakat
  - a. Membantu masyarakat secara umum dalam upaya pelestarian plasma nutfah kopi robusta (*coffea canephora* Pierre ex Froehner)

- b. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang adanya kandungan antioksidan pada kopi
- c. Memperkenalkan penelitian kopi di lingkungan UIN Walisongo
- d. Penelitian ini dapat bermanfaat sebagai rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Keanekaragaman Tumbuhan Dalam Al-Qur'an

Keragaman hayati adalah adanya berbagai variasi yang ada diantara makhluk hidup dan lingkungannya. Berdasarkan tingkatannya, *biodiversity* dibedakan dalam tiga tingkatan, yakni (1) Keanekaragaman tingkat genetik, (2) keanekaragaman tingkat spesies, (3) keanekaragaman tingkat ekosistem. *Biodiversity* yang bersifat *renewable* (dapat diperbarui) merupakan aset penting dalam menunjang pembangunan karena memberikan manfaat bagi lingkungan dan kesejahteraan rakyat, baik secara langsung (pangan, sandang, obat-obatan, pupuk) maupun tak langsung (Penahan ombak, daerah pemijahan, siklus nutrient, dll) (Mustaqim, 2015).

Organisme yang ada di bumi sangat beragam, keanekaragaman itu merupakan fakta dan gejala yang dapat diamati baik dari segi ukuran, bentuk, warna, struktur, fungsi, perawakan, lama tumbuh, dan tanggapan terhadap faktor lingkungan. Variasi terjadi disebabkan oleh adaptasi, mutasi, perkembangan tumbuhan, faktor lingkungan dan genetika. Variasi keragaman tumbuhan

tersebut terdiri dari tumbuhan tingkat rendah dan tingkat tinggi.

Dalam Al-Qur'an term yang digunakan untuk menunjukkan keanekaragaman hayati diungkap secara implisit dan eksplisit. Misalnya pada Q.S Al-Tin ayat 1 Al-Qur'an menyebut buah tin dan zaitun. Sementara itu, untuk penyebutan secara eksplisit Al-Qur'an menggunakan term *Mukhtalif alwaanuh (berbeda-beda macam warnanya)* seperti dalam Q.S Al-Rum (30) ayat 22, Q.S Fathir (35) ayat 27, dan term *Syattaa* (berbagai macam jenisnya) seperti pada Q.S Thaha (20) ayat 53.

Salah satu ayat Al-Qur'an yang menerangkan tentang keanekaragaman tumbuhan tersebut seperti dalam firman Allah SWT dalam surat Al-An'am ayat 99;

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ نَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: "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 menghidai itu butir yang banyak, dan dari mayang korma mengutrai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, (dan kami kelurkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan tidak serupa. Perhatikanlah buahnya diwaktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematanganny. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”*

Ayat tersebut merupakan lanjutan bukti-bukti kemahakuasaan Allah swt. Ayat-ayat yang lalu mengarahkan manusia agar memandang sekelilingnya supaya dia dapat sampai pada kesimpulan bahwa Allah swt Maha Esa dan kehadiran Hari Kiamat adalah keniscayaan. Yang dipaparkan untuk diamati pada ayat-ayat yang lalu adalah hal-hal yang terbentang di bumi, seperti pertumbuhan biji dan benih, atau yang yang berkaitan dengan langit, selanjutnya dipaparkan juga tentang manusia , asal usul dan kehadirannya di bumi. Pada ayat ini menguraikan hal-hal yang disebutkan diatas (Shihab, 2002).

Dalam komentarnya tentang ayat ini, kitab *al-Muntakhab fi at-tafsir* yang ditulis oleh sejumlah pakar mengemukakan bahwa ayat tentang tumbuh-tumbuhan ini menerangkan tentang proses penciptaan buah yang

tumbuh dan berkembang melalui beberapa fase hingga sampai pada fase kematangan. Pada saat mencapai fase kematangan itu, satu 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 tersebut akan mengolah zat-zat tadi untuk didistribusikan ke bagian-bagian pohon yang lain, termasuk biji dan buah (Shihab, 2002)

Lebih dari itu, ayat ini menerangkan bahwa air hujan adalah sumber air satu-satunya bagi tanah sedangkan matahari adalah semua sumber kehidupan. Tetapi, hanya tumbuh-tumbuhan yang dapat menyimpan daya matahari itu dengan perantaraan klorofil untuk kemudian menyerahkannya kepada manusia dan hewan dalam bentuk bahan makanan organaik yang dibentuknya (Shihab, 2002)

Dibagian akhir ayat ini disebutkan: *unzhuruu ilaa tsamarihi idzaa atsmara wa yan'ih/perhatikanlah buahnya di waktu (pohonnya) berbuah, dan kematangannya.* Perintah ini mendorong perkembangan Ilmu Tumbuh-tumbuhan (Botanik) yang sampai saat ini mengandalkan

metode pengamatan bentuk luar seluruh organnya dalam semua fase perkembangannya (Shihab, 2002)

Adapun ayat 99 yang ditutup dengan *liqaumin yu'minuun/bagi kaum yang beriman*, ia ditutup demikian sebagai isyarat bahwa ayat-ayat ini atau tanda-tanda itu hanya bermanfaat untuk yang beriman. Memang bisa saja ada yang mengetahui rahasia di balik fenomena yang diuraikan ayat-ayat diatas, tetapi bila pengetahuannya tidak disertai iman kepada Allah swt pengetahuan tersebut tidak akan bermanfaat. Atau, dapat juga penutup itu dipahami sebagai mengisyaratkan bahwa yang tidak mengetahui dengan dalam atau bahkan yang tidak mengetahui walau sepiintas tentang bukti-bukti tersebut bukanlah orang yang beriman (Shihab, 2002)

Rossidy (2008) menyatakan bahwa fenomena tumbuhan yang beranekaragam secara morfologi menampilkan gambaran yang unik tersendiri. Morfologi tumbuhan tidak hanya menguraikan bentuk dan susunan tumbuh-tumbuhan saja, melainkan fungsi masing-masing tumbuhan dalam menyokong peranan organnya. Perbedaan morfologi tersebut yang menyebabkan pengelompokkan tumbuhan sehingga menyebabkan keanekaragaman tumbuhan yang tinggi.

Dari ayat Al-Qur'an tersebut telah dijelaskan bahwa tumbuhan diciptakan berjenis-jenis dan bermacam-macam. Tidak dapat dipungkiri bahwa keanekaragaman tumbuhan adalah fenomena alam yang harus dikaji dan dipelajari untuk dimanfaatkan sepenuhnya bagi kesejahteraan manusia. Keanekaragaman tumbuhan juga fenomena alam yang merupakan bagian dari tanda-tanda kekuasaan Allah SWT. Keanekaragaman tersebut jika diamati akan terungkap perbedaan dan persamaan diantara tumbuh-tumbuhan. Perbedaan-perbedaan tersebut terlihat sistematis dan unik menunjukkan menciptakan tumbuhan yang menakjubkan. Semakin banyak perbedaan diantara tumbuhan menjadikannya menempatkan posisi tersendiri sebagai jenis yang berbeda dengan jenis lainnya. Begitu juga semakin banyak persamaan menjadikannya berkerabat dekat, bahkan menjadi satu jenis. Variasi keanekaragaman hayati yang sangat konsisten tersebut sudah sangat jelas menggambarkan kekuasaan Allah. Perenungan keragaman flora adalah cara mengagungkan Allah, sehingga sangat ironis bagi penelaah ilmu alam yang masih ingkar terhadap eksistensi Allah (Shihab, 2002).

## **B. Tinjauan Umum Tanaman Kopi**

### **1. Sejarah**

Tanaman kopi merupakan tanaman yang berasal dari Afrika. Penyebaran tanaman kopi bermula pada 800 sebelum masehi di benua Afrika. Saat itu, tanaman kopi banyak dijumpai tumbuh liar di hutan-hutan dataran tinggi Ethiopia. Seiring dengan popularitas minuman kopi yang mendunia, penyebaran tanaman kopi meluas ke negara-negara Arab, Eropa, Asia dan Amerika. Di Indonesia, bibit kopi arabika pertama kali ditanam pada zaman kolonial Belanda, sekitar tahun 1600-an. Pada tahun 1711, melalui perusahaan dagang Belanda/VOC (*Vereenigde Oostindische Compagnie*), ekspor kopi pertama dikirim dari Pulau Jawa ke Benua Eropa. Sejak saat itu, Indonesia dikenal sebagai Negara yang membudidayakan tanaman kopi secara luas, di luar Arab dan Ethiopia. Perdagangan kopi sempat dimonopoli oleh VOC sekitar tahun 1725 sampai 1780. Pada tahun 1920, penanaman kopi mulai dilakukan oleh perusahaan-perusahaan kecil di Indonesia. Perkembangan area perkebunan kopi semakin pesat setelah Indonesia merdeka, yakni mencakup area luar Jawa, seperti Aceh, Lampung, Sumatera Selatan,

Sumatera Barat, Sumatera Utara, dan daerah lainnya (Cahyani, 2015)

Jenis kopi yang pertama kali dibudidayakan di Indonesia adalah kopi jenis arabika. Akan tetapi, ketika timbul serangan penyakit karat daun pada tahun 1869 di Srilangka, pemerintah Belanda mendatangkan jenis kopi baru, yaitu liberika. Kopi liberika dipilih karena memiliki keunggulan tahan terhadap serangan penyakit karat daun yang disebabkan oleh patogen *Hemelia vastatrix*. Akan tetapi, kopi jenis ini menghasilkan produktivitas yang rendah dibandingkan kopi arabika. Hal ini menyebabkan pemerintahan Belanda mendatangkan jenis kopi baru yaitu kopi jenis robusta. Kopi jenis ini lebih tahan terhadap serangan penyakit karat daun dan memiliki produksi yang lebih baik dibandingkan kopi jenis liberika. Pada tahun 1920-an, pemerintah mendirikan Balai Penelitian Tanaman Kopi di Pulau Jawa yang bertugas mengembangkan dan meneliti kopi jenis arabika dan robusta (Muhammad Fuad Anshori, 2014)

## 2. **Klasifikasi**

Kopi merupakan keluarga dari *Rubiaceae* genus *Coffea*. Terdapat 80 spesies kopi yang diidentifikasi di dunia (Naeli Farhaty, n.d.). Berdasarkan *Integrated*

*Taxonomic Information System* (2019) sistematika tanaman kopi robusta yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Tracheobionta</i>
Subdivisi	: <i>Spermathophyta</i>
Infradivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Gentianales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner

### 3. **Morfologi**

Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) merupakan spesies tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam family Rubiaceae. Tanaman ini tumbuh tegak dan bercabang. Tanaman kopi memiliki akar tunggang. Panjang akar tunggang dapat mencapai 45-50 cm dan terdapat 4-8 akar samping yang tumbuh kebawah sepanjang 2-3 m. Selain itu akar samping bercabang secara merata dengan panjang cabang akar 1-2 m (Latunra (2011) dalam Ilham (2018))

Kopi robusta memiliki batang dan cabang berkayu, tegak lurus dan beruas-ruas berwarna putih keabu-abuan. Tanaman ini mempunyai dua macam pertumbuhan cabang, yaitu cabang orthotrop dan plagiotrop. Cabang orthotrop merupakan cabang yang tumbuh tegak seperti batang dan disebut juga tunas air atau wiwilan atau cabang air. Cabang ini tidak menghasilkan bunga atau buah. Cabang plagiotrop merupakan cabang yang tumbuh ke samping. Cabang ini menghasilkan bunga dan buah (ilham, 2018)

Daun merupakan suatu bagian tumbuhan yang penting dan pada umumnya tiap tumbuhan mempunyai sejumlah besar daun. Daun hanya terdapat pada batang saja dan tidak pernah pada bagian lain tumbuhan. Bagian batang tempat duduknya atau melekatnya daun dinamakan buku-buku (nodus) batang dan tempat di atas daun yang merupakan sudut antara batang dan daun dinamakan ketiak daun. Daun biasanya tipis melebar kaya akan sesuatu zat berwarna hijau yang dinamakan klorofil. Daun yang tua dan daun yang muda memiliki warna yang berbeda. Daun yang muda berwarna hijau muda keputih-putihan, kadang-kadang juga ungu atau

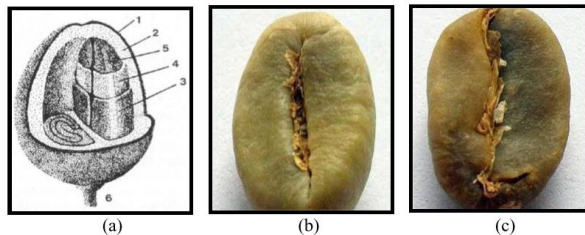


kemerah-merahan. Daun yang tua akan berubah berwarna kekuning-kuningan dan akhirnya menjadi pirang. Sedangkan daun yang sudah dewasa biasanya berwarna hijau sungguh (Tjitrosoepomo, 20s03)

Daun kopi robusta berbentuk oval dengan ujung meruncing dan pangkal tumpul. Daun tumbuh pada batang, cabang dan ranting. Pada bagian batang dan cabang daunnya tumbuh berselang seling, sedangkan pada bagian ranting daunnya tumbuh pada bidang yang sama. Daun kopi robusta cukup besar dengan panjang sekitar 20 - 35 cm dan lebar 8 - 15 cm, memiliki pertulangan daun menyirip dengan langkai panjang 0,5 - 1 cm (Ilham, 2018)

Pada umumnya, tanaman kopi berbunga setelah berumur sekitar dua tahun. Bunga kopi robusta merupakan bunga majemuk berukuran kecil berwarna putih berbentuk payung dengan mahkota berwarna putih berbentuk bintang dan berbau harum. Bunga kopi terletak di ketiak daun, kelopak bunga berwarna hijau dan terbagi lima. Bunga tersusun dalam kelompok, masing-masing terdiri dari 4 - 6 kuntum bunga. Tanaman kopi yang sudah cukup dewasa dan dipelihara dengan baik dapat menghasilkan ribuan bunga. Bila bunga sudah

dewasa, kelopak dan mahkota akan membuka, kemudian segera terjadi penyerbukan. Setelah itu bunga akan berkembang menjadi buah. Waktu yang diperlukan sejak terbentuknya bunga hingga buah menjadi matang untuk kopi robusta yaitu 8 -11 bulan. Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji berbentuk bulat telur. Daging buah terdiri dari tiga bagian yaitu lapisan kulit luar (*eksokarp*), lapisan daging buah (*mesokarp*), dan lapisan kulit tanduk (*endokarp*) yang tipis, tetapi keras (Marcelinda & Ridhay, 2016 dalam Grace 2017). Buah kopi yang muda berwarna hijau dan berubah menjadi kuning setelah tua (Ilham, 2018)



Gambar 2.1 (a) Anatomi buah kopi (1. Kulit buah, 2. Daging buah, 3. Kulit tanduk, 4. Kulit ari, 5. Biji), (b) Biji kopi robusta, (c). Biji kopi arabika (Grace, 2017)



Gambar 2.2 Biji kopi robusta muria kudus  
(Fauan, 2018)



(a)



(b)

Gambar 2.3 Buah kopi robusta (a) Sudah masak, (b) Masih muda



Gambar 2.4 Bagian-bagian tanaman kopi robusta muria kudus  
(Doc. Fauzan, 2018)

### C. Kearapatan Stomata

Tumbuhan memiliki peranan yang penting bagi makhluk hidup untuk mempertahankan hidupnya. Tumbuhan merupakan produsen karena dapat mensintesis makanannya sendiri dari senyawa anorganik (autotrof) melalui proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan suatu sifat fisiologi yang hanya dimiliki khusus oleh tumbuhan. Salah satu komponen penting yang digunakan dalam fotosintesis adalah klorofil. Klorofil memungkinkan tumbuhan dapat menyerap energi dan cahaya. Setiap jenis daun pada setiap tumbuhan memiliki kandungan klorofil yang berbeda. Faktor yang menyebabkan perbedaan adalah faktor genetik yang mempengaruhi morfologi dan anatomi daun. Selain klorofil, stomata juga dapat mempengaruhi efisiensi fotosintesis. Stomata memungkinkan masuknya dari lingkungan pada siang hari sebagai bahan fotosintesis. Fotosintesis hanya dapat dilakukan saat stomata terbuka. Kerapatan stomata sangat bergantung pada konsentrasi, yaitu bila naik, jumlah stomata per satuan luas lebih sedikit. Stomata memberikan respon pada cahaya melalui efek fotosintesis dari konsentrasi (Rully, dkk, 2016). stomata juga berperan sebagai alat untuk pertukaran CO<sub>2</sub> dalam proses fisiologi yang berhubungan dengan

produksi. Stomata terdiri atas sel penjaga dan sel penutup yang dikelilingi oleh beberapa sel tetangga (Fahn, 1982).

D. Mekanisme menutup dan membukanya stomata tergantung dari tekanan turgor sel tanaman, atau karena perubahan konsentrasi karbondioksida, berkurangnya cahaya dan hormon asam absisat (Lakitan, 1996) Menurut Kerapatan stomata diklasifikasikan menjadi kerapatan rendah ( $<300/\text{mm}^2$ ), kerapatan sedang ( $300\text{-}500/\text{mm}^2$ ) dan kerapatan yang tinggi ( $>500/\text{mm}^2$ ) (Agustina dalam Rofiah (2010))

#### **E. Ketinggian Tempat**

Mutu dan citarasa kopi dipengaruhi oleh klon/varietas, agroekologi (jenis tanah, elevasi, iklim, pemupukan), waktu panen, metode pemetikan, dan penyimpanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dan citarasa kopi salah satunya adalah elevasi. Hal tersebut harus mendapat perhatian utama karena faktor tersebut sukar untuk dimodifikasi. Cara paling tepat adalah menanam kopi Robusta pada elevasi yang sesuai (Juniaty Towaha, Asif Aunillah, Eko Heri Purwanto, 2014)

Tanaman kopi tumbuh, berkembang dan berbuah sangat dipengaruhi oleh iklim. Tanaman kopi tumbuh di

tanah gembur yang subur dan kaya bahan organik (sekurang-kurangnya 3%) dengan pH antara 5,5-6,5 . pH (HrO) < 4,5 kategori sangat masam, 4,5 - 5,5 kategori masam, 5,5 - 6,5 agak masam, 6,6 - 7,5 netral, 7,6 - 8,5 Agak Alkalis, > 8,5 Alkalis. Dari data-data di atas kandungan C organik umumnya memenuhi syarat sekurang-kurangnya 3% kecuali pada ketinggian >500-700 m dpl dan kopi Robusta umumnya dapat tumbuh pada lahan dengan pH > 4,5 (Heru, *dkk*, 2016). Ketinggian tempat penanaman sangat berkaitan dengan citarasa kopi tersebut (Ris Irianto, Alnopri, 2013)

Kopi Robusta dapat tumbuh baik pada ketinggian tempat (elevasi) 300-700 meter dari permukaan laut (m dpl) dengan suhu udara harian 24-30°C dan curah hujan rata-rata 1.500-3.000 mm/tahun. Elevasi optimal yang dianjurkan untuk penanaman kopi Robusta adalah 500-700 m dpl apabila dikaitkan dengan mutu citarasa (Juniaty Towaha, Asif Aunillah, Eko Heri Purwanto, 2014)

Umumnya semakin tinggi daerah dan penanamannya, kopi tumbuh lebih lambat dan menghasilkan buah kopi yang lebih padat dan lebih beraroma. Komponen aromatik yang terkandung di dalamnya terbentuk secara perlahan dan menghasilkan citarasa yang khas. Kopi yang tumbuh pada elevasi lebih

tinggi mempunyai komponen senyawa kimia lebih banyak dibanding kopi yang tumbuh pada elevasi lebih rendah. Selain itu, kopi tersebut mempunyai aroma, *body*, *acidity*, dan *preference* yang lebih baik dan terdapat korelasi positif antara elevasi tempat tumbuh dengan mutu citarasa kopi (Juniaty Towaha, Asif Aunillah, Eko Heri Purwanto, 2014)

#### **F. Aktivitas Antioksidan**

Radikal bebas merupakan salah satu bentuk senyawa reaktif yang secara umum diketahui sebagai senyawa yang memiliki elektron yang tidak berpasangan di kulit terluarnya (Najoan, Runtuwene, & Wewengkang, 2016). Radikal bebas dapat terbentuk secara endogen dan eksogen. Radikal endogen terbentuk dalam tubuh melalui proses metabolisme normal di dalam tubuh. Sementara radikal eksogen berasal dari bahan pencemar yang masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, pencernaan, dan penyerapan kulit. Radikal bebas dalam jumlah normal bermanfaat bagi kesehatan misalnya, memerangi peradangan dan membunuh bakteri. Sementara dalam jumlah berlebih mengakibatkan stress oksidatif. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kerusakan oksidatif mulai dari tingkat sel, jaringan, hingga ke organ tubuh yang

mempercepat terjadinya proses penuaan dan munculnya penyakit. Oleh karena itu, antioksidan dibutuhkan untuk dapat menunda atau menghambat reaksi oksidasi oleh radikal bebas (Widyastuti, 2010)

Radikal bebas merupakan salah satu faktor penyebab kanker dan penyebab penyakit degeneratif lain. Penyakit kanker dan penyakit degeneratif lainnya dapat diredam apabila tubuh memiliki penangkapan radikal bebas. Peranan antioksidan sangat penting dalam menetralkan dan menghancurkan radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan juga merusak biomolekul, seperti DNA, protein, dan lipoprotein di dalam tubuh yang akhirnya dapat memicu terjadinya penyakit degeneratif, seperti kanker, jantung, artritis, katarak, diabetes dan hati. Oleh karena itu, Untuk menghindari hal tersebut dibutuhkan antioksidan tambahan dari luar atau antioksidan eksogen.

Radikal bebas dapat ditangkap menggunakan penangkapan radikal bebas *2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil* (DPPH). Antioksidan sebagai donor proton terhadap radikal bebas DPPH sehingga DPPH akan tereduksi menjadi stabil, dan warnanya berubah dari warna ungu menjadi warna kuning yang dapat diukur persen



penangkapan radikal bebasnya pada panjang gelombang 517 nm (Salamah & Widyasari, 2015)

Berikut adalah beberapa penelitian aktivitas antioksidan yang telah dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang maksimum ( $A_{max}$ ) 517 nm diantaranya yaitu:

1. Pada penelitian aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH yang telah dilakukan oleh Anisa Ishak (2018), Erna Ciptaningsih (2012), Jackie Kang Sing Lung dan Dika Pramita Destiani (tt), Rollando Rollando (2018), Jelly Juliana Najooan, dkk (2016), Dewi Andini Kunti Mulangsri, dkk (2017) menyatakan bahwa prinsip metode penangkap radikal bebas adalah pengukuran penangkapan radikal bebas sintetik dalam pelarut organik polar seperti etanol dan metanol pada suhu kamar oleh suatu senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan. Hasil reaksi antara penangkap radikal bebas DPPH dengan senyawa antioksidan dapat diketahui melalui perubahan warna dari ungu pekat menjadi kuning akibat terjadi resonansi struktur penangkap radikal bebas DPPH. Pengurangan intensitas warna yang terjadi berhubungan dengan jumlah elektron penangkap radikal bebas DPPH yang menangkap atom hidrogen

dari senyawa antioksidan. Perubahan warna ini menjadi patokan pengukuran pada spektrofotometer bebas UV-Vis. Penangkap radikal memberikan serapan kuat pada panjang gelombang 517 nm.

2. Pada penelitian Gigih Mitayani (2010) tentang aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH menyatakan bahwa DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*) menghasilkan radikal bebas aktif bila dilarutkan dalam alkohol, radikal bebas tersebut stabil dengan absorpsi maksimum pada panjang gelombang 517 nm dan dapat direduksi oleh senyawa anti oksidan.

Antioksidan merupakan senyawa kimia yang memiliki kemampuan untuk memberikan hidrogen radikal untuk memadamkan oksigen radikal, sehingga tercapai keseimbangan oksidan-antioksidan yang dapat mengatur fungsi sistem imun dalam menjaga integritas fungsi lipida membran, protein seluler, asam nukleat serta mengatur ekspresi gen, yang dapat mencegah timbulnya kanker (Pristiana & Susanti, Siti, 2017)

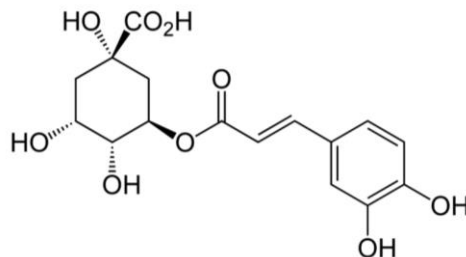
Berdasarkan sumbernya, antioksidan dapat dibedakan menjadi antioksidan endogen dan eksogen. Antioksidan endogen terdapat secara alamiah dari dalam tubuh sedangkan antioksidan eksogen dari luar tubuh

Percival. Antioksidan eksogen sendiri dibedakan menjadi antioksidan alami dan sintetik (Widyastuti, 2010)

### 1. Antioksidan Alami

Antioksidan alami adalah antioksidan yang berasal dari hasil ekstraksi bahan alam pada tumbuhan. Senyawa antioksidan alami meliputi betakaroten, likopen, asam askorbat (vitamin C), tokoferol (vitamin E) dan zat lainnya.

Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman yang mengandung antioksidan tinggi. Biji kopi mengandung senyawa polifenol, diantaranya adalah asam kafeat, asam klorogenat, asam feurat, asam sinapat, dan asam koumarat. Kandungan kimia terbesar biji kopi sebagai antioksidan adalah asam klorogenat yang dipercaya dapat mengobati epilepsi, hiperaktivitas dan masalah tidur. (Ciptaningsih, 2012).



Gambar 2.5 Struktur Asam Klorogenat  
(Susan, 2015)

Polifenol merupakan mikronutrien yang terdapat pada beberapa asupan makanan, dan flavonoid merupakan salah satu metabolit sekunder dari senyawa polifenol dan cenderung larut dalam pelarut polar. Polifenol bersifat antioksidan sehingga dapat meredam radikal bebas. Kadar antioksidan biji kopi robusta lebih tinggi dibandingkan biji kopi arabika. Namun ketika dilakukan pemangangan, kadar aktivitas antioksidan biji kopi arabika akan lebih tinggi dibandingkan dengan biji kopi robusta. Lama penyimpanan biji dari biji kopi robusta mempengaruhi kandungan antioksidan yang terkandung dalam kopi robusta (Hanindy, 2014)

## 2. Antioksidan Sintetik

Antioksidan sintetik dihasilkan dari reaksi kimia, namun penggunaan antioksidan sintetik dapat meningkatkan risiko penyakit karsinogenik (Andini, Mulangsri, Budiarti, & Saputri, 2017)

Beberapa antioksidan sintetik yang lebih populer digunakan adalah senyawa fenolik seperti *butylated hydroxyanisole* (BHA), *hidroksi-toluena terbutilasi* (BHT), *tersier butylhydroquinone* (TBHQ), dan ester dari asam galat (Aini Zuhriyah, 2017)

Adapun penelitian tentang kekerabatan karakter morfologi pada tanaman dan kandungan antioksidan pada kopi robusta yang telah dilakukan diantaranya yaitu :

- a. Pada penelitian Hanindyo Riezky Beksono (2014) yaitu uji aktivitas antioksidan pada ekstrak biji kopi robusta (*Coffe canephora* Pierre ex Froehner) dengan metode DPPH didapatkan. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari ekstrak biji kopi robusta dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Cara maserasi dengan pelarut etanol dan air digunakan untuk membuat ekstrak. Konsentrasi yang digunakan pada uji aktivitas antioksidan ekstrak biji kopi robusta dimulai dari 50 ppm, 100 ppm, dan 200 ppm. Ekstrak biji kopi robusta dicampurkan dengan DPPH. Vitamin C dipilih sebagai kontrol positif. Spektrofotometer digunakan untuk pengukuran absorbansi dengan panjang gelombang 516 nm. Hasil penelitian ini menunjukkan perubahan warna secara kualitatif pada ekstrak biji kopi dan vitamin C. Nilai IC<sub>50</sub> ekstrak biji kopi robusta senilai 140,24 ppm dan termasuk aktivitas antioksidan sedang berdasarkan klasifikasi Blois.

- b. pada penelitian Erna Ciptaningsih (2012) yaitu Uji Aktivitas Antioksidan dan Karakteristik Fitokimia pada Kopi Luwak Arabika dan Pengaruhnya Terhadap Tekanan Darah Tikus Normal dan Tikus Hipertensi. Dari penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa kopi luwak memiliki kadar kafein yang lebih tinggi dari pada kopi bukan luwak. Data tentang aktivitas antioksidan, fitokimia, dan pengaruh Kopi Luwak terhadap tekanan darah belum banyak diketahui seperti halnya kopi bukan luwak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antioksidan, fitokimia dan pengaruh kopi luwak arabika terhadap tekanan darah pada tikus normal dan tikus hipertensi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dan preklinis dengan rancangan *pre-post test control group design* pada 3 kelompok tikus normal dan 3 kelompok tikus hipertensi dengan 1 kelompok kontrol normal dan 1 kelompok kontrol hipertensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Aktivitas antioksidan dengan pengukuran metode DPPH pada kopi luwak arabika lebih rendah dibanding kopi arabika.

c. Pada penelitian Novi Fajar Utami, dkk (2018) yaitu Uji aktivitas antioksidan dari biji kopi robusta (*Coffea canephora* P.) berdasarkan perbedaan ekologi dataran tinggi di pulau jawa. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa Biji kopi robusta mengandung senyawa polifenol yang bermanfaat sebagai antioksidan. Antioksidan dapat menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi, dengan cara mencegah terbentuknya radikal bebas. Perbedaan agroekologi (iklim dan ketinggian tempat tumbuh) dari suatu tumbuhan dapat menyebabkan perbedaan jumlah kandungan senyawa kimia. Pada penelitian ini dilakukan pengujian aktivitas antioksidan ekstrak biji kopi robusta yang tumbuh di berbagai daerah di Pulau Jawa meliputi Provinsi Jawa Barat (Bogor, Kuningan, Sumedang), Provinsi Jawa Tengah (Temanggung, Boyolali, Wonosobo), dan Provinsi Jawa Timur (Jombang, Malang, dan Kediri). Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan potensi aktivitas antioksidan tertinggi dari biji kopi robusta yang dipengaruhi oleh perbedaan ekologi dataran tinggi dari sembilan daerah di Pulau Jawa dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) dan

digunakan vitamin C sebagai kontrol positif. Aktivitas antioksidan biji kopi robusta Provinsi Jawa Barat (Bogor, Kuningan, Sumedang memiliki IC50 sebesar 62,04 ppm, 59,94 ppm 52,24 ppm), Provinsi Jawa Tengah (Temanggung, Boyolali, Wonosobo memiliki IC50 sebesar 50,18 ppm, 9,88 ppm 42,63 ppm), dan Provinsi Jawa Timur (Jombang, Malang, dan Kediri memiliki IC50 sebesar 76,59 ppm, 37,47 ppm 42,77 ppm). Aktivitas antioksidan ekstrak kopi robusta Wonosobo paling kuat dibandingkan kopi robusta dari sembilan daerah lainnya di Pulau Jawa

d. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (2013) dengan judul penelitian analisis morfologi dan hubungan kekerabatan sebelas jenis tanaman salak (*Salacca zalacca* (Gertner) Voss Bangkalan. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode numerik dengan menggunakan program SPSS. Kemudian dilakukan pengelompokan (*Clustering*) kemudian digambarkan dalam bentuk dendrogram. Pada penelitian tersebut melakukan pengamatan terhadap 37 karakter morfologi dan 11 kultivar salak. Hasil dari penelitian tersebut yaitu parameter yang memiliki morfologi sama terdapat 12 karakter karakter morfologi, sedangkan untuk



karakter morfologi yang mempunyai sebagian terdapat 9 karakter dan untuk karakter yang memiliki perbedaan yaitu 16 karakter morfologi. Adapun untuk hubungan kekerabatan yang paling dekat diantara 11 kultivar salak bangkalan adalah salak mangga dan salak manggis dengan nilai indeks similaritas 87,3% dan yang memiliki hubungan kekerabatan paling jauh diantara 11 kultivar salak bangkalan yaitu adalah salak aren dan salak apel dengan indeks similaritas 12,8%.

- e. Pada penelitian Budi Irawan, (2013) yang berjudul karakterisasi dan kekerabatan tumbuhan mangrove *Rhizophoraceae* berdasarkan morfologi, anatomi dan struktur luar serbuk sari. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif bersifat deskriptif analisis yang meliputi pengumpulan dan pengelompokkan spesimen herbarium, pengamatan morfologi, pengamatan anatomi melalui pembuatan preparat semi permanen, preparasi polen, penyusunan pertelaan dan kunci idnetifikasi serta melakukan analisis kekerabatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter morfologi yang dapat digunakan untuk membedakan jenis-jenis tumbuhan mangrove *Rhizophoraceae* adalah bentuk

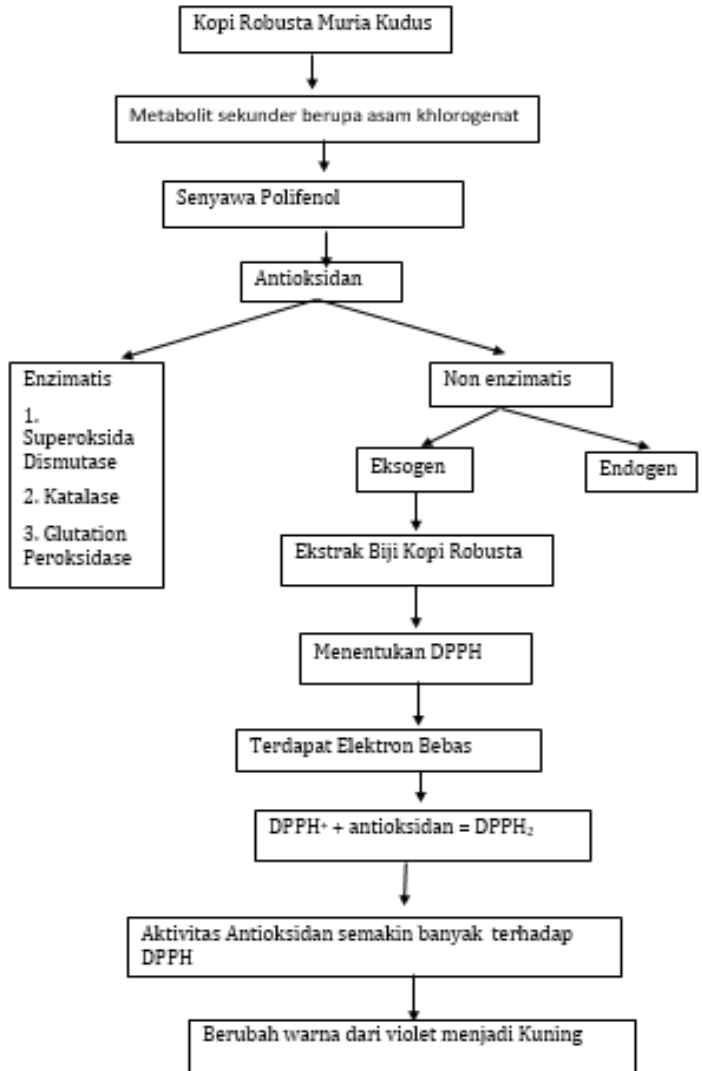
tepi daun, bentuk ujung daun, tata susun letak daun, posisi kelopak bunga saat muncul hipokotil, jumlah kelopak bunga, tipe bunga, tipe mahkota bunga, dan warna kelopak bunga, sedangkan karakter anatomi adalah kerapatan stomata, bentuk dan ukuran sel epidermis, serta karakter struktur luar polen adalah bentuk dan ukuran polen. Berdasarkan karakter morfologi dan struktur luar polen dapat disusun kunci identifikasi 7 jenis *Rhizophoraceae*. Sementara karakter anatomi tidak dapat digunakan untuk menyusun kunci identifikasi. Keekerabatan dengan menggunakan software NTSys PC version 2.0 membagi 7 jenis *Rhizophoraceae* menjadi 2 cabang. Cabang 1 terdiri dari jenis-jenis *Bruguiera* dan cabang 2 terdiri dari jenis-jenis *Ceriops* dan *Bruguiera*.

- f. Penelitian yang dilakukan oleh Hasanah, (2015) dengan judul Hubungan kekerabatan dalam *Canna* berdasarkan karakter Morfologi di Kota batu. Sampel penelitian tersebut diambil dari 3 kecamatan di Kota Batu yaitu Junrejo, Batu dan Bumiaji. Karakter yang diambil dari organ generatif dan vegetatif yaitu batang semu, daun, bunga, polen, buah dan biji. Karakter diseleksi dan dilakukan

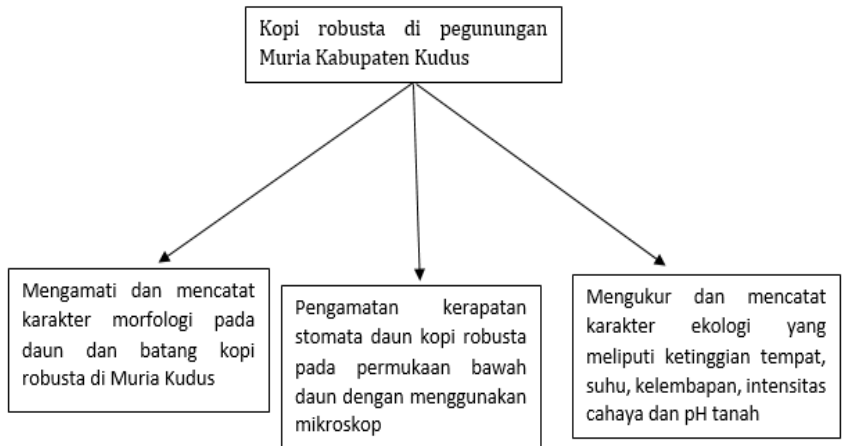
skoring untuk dimasukkan dalam tabel satuan taksonomi operasional unit (STU), penghitungan indeks similaritas digunakan untuk membuat dendogram hubungan kekerabatan dengan program MVSP (Multi Variate Statistical program). Dendogram hasil karakterisasi 9 jenis *Canna* yang ditemukan di Kota Batu menunjukkan hasil bahwa *Canna* sp. mengelompok menjadi dua cluster. Cluster I didominasi oleh *Canna hybrida* dan cluster II didominasi oleh *Canna indica*. Cluster I memiliki 2 subcluster dengan nilai similaritas (0,79) 79%, subcluster I terdiri dari *Canna hybrida* sp1 dan *Canna x generalis* 'president' dengan nilai similaritas 0,822 (82,2%), subcluster II terdiri dari *Canna hybrida* sp2, *Canna hybrida* sp3, *Canna x generalis* 'striata' dan *Canna indica* sp3 dengan nilai similaritas 0,806 (80,6%). Cluster II memiliki 2 subcluster dengan nilai similaritas 0,743 (74,3%), subcluster I terdiri dari *Canna edulis* dan *Canna indica* sp2 dengan nilai similaritas 0,762 (76,2%), dan subcluster II adalah *Canna indica* sp2 dengan nilai similaritas 0,743 (74,3%).

## G. Kerangka Pemikiran Teoritis

### 1. Antioksidan Kopi Robusta Muria Kudus



## 2. Karakter Morfologi Kopi robusta Muria Kudus



### H. Rumusan Hipotesis

$H_0$  : Tidak adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap hubungan kekerabatan kopi robusta (*Coffea canephora*) berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan kandungan antioksidan di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus

$H_1$  : Adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap hubungan kekerabatan kopi robusta (*Coffea canephora*) berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan kandungan antioksidan di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Desain Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif eksploratif kualitatif. Penelitian ini menggunakan metode eksploratif karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan objek penelitian (lahan tanaman kopi) secara aktual, maka dari itu peneliti dirasa memerlukan data yang perlu dieksplor di lapangan yang berkaitan dengan morfologi organ vegetatif di lokasi penelitian.

Rancangan percobaan pada penelitian ini berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan menggunakan dua faktor yaitu karakter morfologi vegetatif dengan masing-masing ketinggian diambil 5 sampel dan tiga sampel tanaman kopi robusta. Faktor kedua yaitu kandungan antioksidan dengan dilakukan tiga kali pengulangan sampel pada masing-masing ketinggian yang berbeda yaitu kopi robusta muria di ketinggian 400-600 m dpl, kopi robusta muria di ketinggian 800-1000 m dpl, kopi robusta muria di ketinggian 1200 m dpl, dan kopi robusta muria di ketinggian 1200++ m dpl.

Tabel 3.1 Desain penelitian karakter morfologi vegetatif kopi robusta di kawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus

No.	karakter	Sampel							
		A1	A2	A3	...	...	...	...	D5
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Tabel 3.2 Desain penelitian karakter ekologi (Data ekologi)

No.	Sampel	Intensitas cahaya	suhu	Kelembapan	Elevasi	Kandungan antioksidan	pH tanah
1	A1						
2	A2						
3	A3						
4	A4						
5	...						
6	...						
7	D5						



Tabel 3.3 Desain penelitian uji antioksidan kopi robusta muria kudu

No.	Sampel	Absorbansi	% Hambat Antioksidan
1			
2			
3			
4			
5			
6			

## B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium teknologi pangan Universitas Katolik Soegijapranoto Semarang dan Desa Japan Kecamatan Dawe Kabupaten Kudus yang terletak di lereng Gunung Muria. Waktu pelaksanaan penelitian bulan Agustus 2018-Maret 2019. Adapun daftar waktu penelitian adalah dalam tabel 3.4 berikut:

No.	Waktu	Tempat	Kegiatan
1	1 dan 2 Agustus 2018	Laboratorium teknologi pangan Universitas Katolik Soegijapranoto Semarang	Pengujian aktivitas antioksidan pada sampel serbuk kopi

			robusta Muria Kudus
2	4 Januari 2019	Desa colo Kecamatan Dawe Kabupaten Kudus	Pengurusan surat-surat administrasi izin penelitian
3	6 Januari 2019	Desa Japan, Air terjun montel (400- 600 m dpl) dan Rejenu jalur pendakian Air Tiga Rasa (800-1000 m dpl)	Melakukan penelitian pra riset karakter morfologi vegetatif dan pengukuran data ekologi tahap pertama di kawasan lereng Gunung Muria
4	7 Januari 2019	Jalur pendakian argo jembatan pada ketinggian 1200 m dpl dan 1200 ++ m dpl	Melakukan penelitian pra riset karakter morfologi vegetatif (daun dan batang),

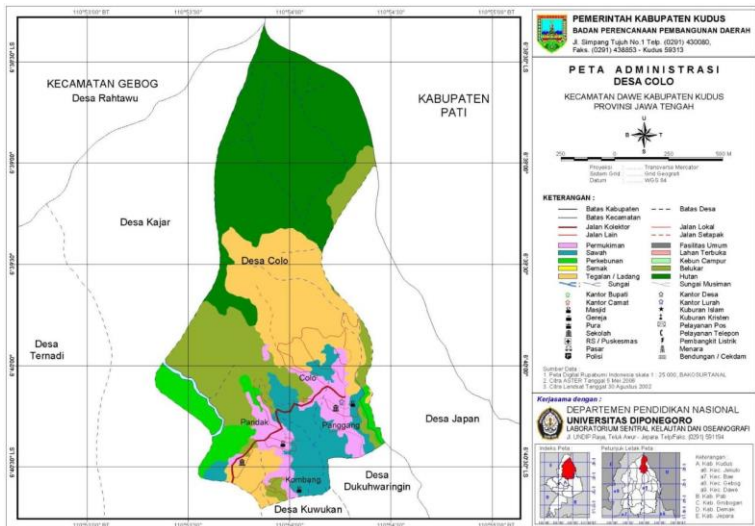
			pengukuran data ekologi tahap kedua di kawasan Gunung Muria Kudus
5	8 Januari 2018	Laboratorium Biologi Uin Walisongo Semarang	Mengamati kerapatan stomata pada masing-masing sampel daun kopi robusta muria Kudus
6	1 Maret 2019	Desa Japan, Air Terjun Montel (400-600 m dpl) dan Rejenu jalur pendakian Air Tiga Rasa (800-1000 m dpl)	Penelitian tahap kedua untuk melengkapi data karakter morfologi vegetatif (daun dan batang) kopi

			robusta muria Kudus
7	2 Maret 2019	Jalur pendakian Argo Jembatan pada ketinggian 1200 m dpl dan 1200 ++ m dpl	Penelitian tahap kedua untuk melengkapi data karakter morfologi vegetatif daun dan batang kopi robusta muria kudus

### C. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian karakter morfologi vegetatif yaitu daun dan batang kopi robusta muria Kudus sedangkan pada penelitian karakter fitokimia (kandungan antioksidan) sampel yang digunakan yaitu serbuk biji kopi robusta muria Kudus. Teknik pengambilan sampel menggunakan *Probability Sampling* dengan jenis *Proportionate Stratified*. *Random Sampling* merupakan teknik yang digunakan apabila populasi memiliki anggota atau unsur yang tidak homogen dan berstrata secara proporsional. Sampel kopi diambil

berdasarkan beberapa ketinggian tempat di Gunung Muria. Terdapat empat sampel yang diamati diantaranya adalah Kopi Muria Robusta dengan ketinggian 400-600 m dpl, Kopi Muria Robusta 800-1000 m dpl, Kopi Muria Robusta 1200 m dpl dan Kopi Muria Robusta 1200++ m dpl.



Gambar 3.1 Peta Administrasi Desa Colo

#### D. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini berupa variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah ketinggian tempat. Sedangkan variabel terikat adalah mengetahui adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap karakter morfologi vegetatif dan kandungan antioksidan pada kopi robusta di kawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus.

Parameter yang diamati yaitu dilihat dari adanya perbedaan dari beberapa karakter morfologi vegetatif serta kandungan antioksidan pada masing-masing ketinggian tempat pada kopi robusta di kawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus.

#### **E. Metode Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data melalui observasi yaitu pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap karakter morfologi vegetatif kopi robusta di Muria Kabupaten Kudus. Kemudian setelah observasi dilanjutkan pada uji kandungan antioksidan dengan menggunakan metode DPPH.

#### **F. Metode Penelitian**

##### **1. Karakterisasi Morfologi Vegetatif Pada Kopi Robusta Di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus**

###### **a. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada tabel 3.5 yaitu:

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Kamera	1
2	Penggaris	1

3	Gelas benda	20
4	Kaca benda	20
5	Kertas minyak	20
6	Bolpoint	2
7	Buku	1
8	Label	2
9	Tali rafia	1
10	<i>Lux meter</i>	1
11	Aplikasi <i>altimeter</i>	1
12	pH soil	1
13	<i>Higrometer</i>	1
14	Mikroskop cahaya	1
15	<i>Cutter</i>	1
16	Plastik	3
17	Akuades	1
18	Organ daun kopi robusta muria kudus	20
19	Organ batang kopi robusta muria kudus	20
20	Sampel serbuk kopi robusta muria kudus	4

## **b. Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian ini terdiri dari:

- 1) Jelajah bebas (Eksplorasi) dikawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus.
- 2) Pengambilan data dengan mengamati morfologi organ vegetatif yang terdiri dari organ daun (bangun daun, panjang daun, lebar daun, ukuran bangun daun, ujung daun, pangkal daun, tepi daun, warna permukaan atas daun, kerapatan stomata daun) dan organ batang (diameter batang, warna batang dan percabangan batang). Masing-masing ketinggian tempat diambil 5 sampel dan 3 sampel.
- 3) Pengambilan sampel daun untuk diamati kerapatan stomata pada daun dengan langkah sebagai berikut:
  - a) Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan meliputi: Sampel daun sebanyak 20 sampel berdasarkan masing-masing ketinggian yang berbeda
  - b) Sampel daun pada permukaan bawah daun disaat dengan menggunakan *cutter* secara melintang
  - c) Sayatan daun diletakkan diatas kaca benda



- d) Sampel daun yang akan diamati ditambahkan satu tetes akuades diatas gelas benda
  - e) Sampel yang berada diatas gelas benda ditutup dengan menggunakan kaca benda
  - f) Sampel diamati dibawah mikroskop dengan menggunakan perbesaran dan 40 x 12,5
  - g) Hasil pengamatan dicatat dan kemudian dianalisis
- 4) Melakukan dokumentasi pada karakter morfologi organ vegetatif kopi robusta di Muria Kabupaten Kudus.

## 2. Uji Antioksidan

### a. Alat

Alat yang dibutuhkan yaitu cawan porselin, tabung reaksi, gelas beaker, rak tabung reaksi, inkubator, *refrigertor*, timbangan analitik, mikropipet, kertas saring, alumunium foil, spatula, corong, erlenmeyer, labu ukur, spektrofotometer UV-VIS, kuvet, vortex dan botol gelap.

### b. Bahan

Bahan yang dibutuhkan berupa etanol, metanol p.a , DPPH, aquades dan sampel kopi (Kopi Robusta Muria 400-600 m dpl, Kopi Robusta Muria 800-

1000 m dpl, Kopi Robusta Muria 1200 m dpl, dan Kopi Robusta Muria 1200++ m dpl)

### **c. Prosedur Penelitian**

Metode yang digunakan untuk menghitung kadar aktivitas antioksidan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode DPPH. DPPH digunakan karena merupakan radikal bebas yang stabil pada suhu ruang. DPPH ini akan menerima elektron atau radikal hidrogen, dan akan membentuk molekul diamagnetik yang stabil. Interaksi antioksidan dan DPPH, baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen pada DPPH akan menetralkan karakter radikal bebas dari DPPH (Beksono, 2014)

#### 1) Penyiapan Sampel

Sampel bubuk kopi robusta didapatkan melalui sampling di beberapa ketinggian mulai dari ketinggian 400-600 m dpl, 800-1000 m dpl, 1200 m dpl dan 1200++ m dpl.

#### 2) Pembuatan Larutan DPPH

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (*2,2-Difenill-1-Pikrilhidrazil*) yang direaksikan

dengan senyawa antioksidan yang terdapat pada sampel.

Adapun cara pembuatan larutan DPPH menurut W. Brand-Williams (1995) yaitu:

- a) Timbang DPPH sebanyak 24 mg
  - b) Larutkan dalam 100 ml metanol p.a
  - c) Larutan dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam botol yang tertutup rapat oleh alumunium foil kemudian diletakkan dalam kulkas sampai dengan larutan DPPH akan digunakan kembali.
  - d) Kemudian larutan DPPH diencerkan hingga mendapatkan absorban 0,98 ( $\pm 0,02$ ) pada panjang gelombang 517 nm.
  - e) Larutan DPPH yang sudah mencapai absorban 0,98 diambil 6,7 ml kedalam tabung reaksi masing-masing sampel
- 3) Pembuatan Ekstrak Sampel

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode maserasi atau perendaman sampel menggunakan pelarut polar yaitu etanol.

- a) Sampel bubuk kopi sebanyak 0,5 gram dilarutkan dengan 5 ml etanol kedalam

tabung reaksi kemudian ditutup dengan alumunium foil.

- b) Setelah itu larutan didiamkan selama 24 jam.
  - c) Kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan tanpa diuapkan
- 4) Pengukuran Absorbansi Ekstrak Sampel
- a) Masing-masing larutan ekstrak sampel diambil sebanyak 2,5 ml dengan menggunakan mikropipet.
  - b) Sampel larutan ekstrak kemudian ditambahkan larutan DPPH sebanyak 6,7 ml.
  - c) Larutan kemudian divortex supaya homogen. Sebelum menghitung absorbansi pada sampel, sampel terlebih dahulu diinkubasikan selama 30 menit pada suhu ruang dan masih dalam keadaan tertutup rapat dengan alumunium foil. Hal ini dilakukan karena radikal DPPH mudah terdegradasi oleh cahaya. Ketika DPPH bereaksi dengan komponen maka terjadi perubahan warna dan akan terbaca pada

spektrofotometer dengan panjang gelombang 517 nm.

- d) Sebelum mengukur panjang absorbansi pada larutan sampel, terlebih dahulu dilakukan pengukuran panjang absorbansi pada larutan blanko yaitu 1 ml methanol dimasukkan kedalam kuvet dan spektrofotometer terlebih dahulu. Setelah diketahui panjang absorbansi pada larutan blanko kemudian dilakukan pengukuran panjang absorbansi pada masing-masing larutan sampel.
- e) Masing-masing larutan sampel diambil 1 ml kemudian dimasukkan kedalam kuvet dan terakhir dimasukkan kedalam spektrofotometer UV-VIS untuk mengetahui absorbansi pada masing-masing sampel.
- f) Selanjutnya ketika hasilnya sudah didapat dicari % hambat masing masing larutan dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100\%$$

### 3. Teknik Pengambilan Data Ketinggian

- a) Data ketinggian diambil dengan menggunakan aplikasi *Accurate Altimeter* pada lokasi pengambilan sampel
- b) Diaktifkan setelan akses lokasi saya
- c) Dibuka aplikasi menu *Accurate Altimeter*. jika program mulai berjalan dan menunjukkan lokasi ketinggian (program telah di tare dari permukaan laut), maka altimeter diletakkan diatas permukaan tanah yang datar
- d) Ditunggu nilai ketinggian sampai stabil
- e) Diperoleh nilai ketinggian dengan satuan m dpl (meter diatas permukaan laut)

### 4. Teknik Pengambilan Data Faktor Abiotik (suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan pH tanah)

- a) Data faktor abiotik suhu dan kelembapan udara dimbil dengan menggunakan *higrometer*
- b) Data faktor abiotik intesitas cahaya dengan menggunakan *lux meter*
- c) Data faktor abiotik pH tanah dengan menggunakan pH soil

## **G. ANALISIS DATA**

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif.

- a) Deskripsi seluruh ciri morfologi
- b) Deskripsi karakter yang terdiri dari morfologi organ vegetatif daun dan batang kopi robusta muria Kudus. Kemudian diseleksi karakter yang baik untuk klasifikasi dan disusun dalam tabel satuan taksonomi operasional (STO)
- c) Deskripsi data hasil uji antioksidan kopi robusta muria Kudus
- d) Deskripsi pengaruh faktor abiotik terhadap morfologi dan kandungan antioksidan kopi robusta muria Kudus
- e) Berdasarkan tabel STO dibuat matriks jumlah ciri-ciri taksonomi
- f) Penghitungan indeks similaritas
- g) Pembuatan dendrogram hubungan kekerabatan dengan menggunakan software SP

## **BAB IV**

### **DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA**

#### **A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Gunung Muria adalah salah satu Gunung di wilayah utara Jawa Tengah bagian timur yang termasuk kedalam wilayah Kabupaten Kudus di sisi selatan, di sisi barat laut berbatasan dengan Kabupaten Jepara dan di sisi timur berbatasan dengan Kabupaten Pati. Gunung Muria mempunyai ketinggian 1602 m dpl, sedangkan objek wisata alam lereng Gunung Muria memiliki ketinggian 700 m dpl dan sebagian hutan di Gunung Muria terdiri dari hutan-hutan lindung dan tanaman Kopi (Widjanarko, 2011). Luas hutan keseluruhan Gunung Muria mencapai 69.812,08 hektar yang terdiri dari wilayah Kabupaten Jepara 20.096,51 hektar, Kabupaten Pati 47.338 hektar dan Kabupaten Kudus 2.377,57 hektar (Muriastudies, 2010). Tumbuhan yang ada di kawasan gunung tersebut banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar baik untuk pengobatan, bahan pangan, maupun untuk upacara adat.

Dawe merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Kudus, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Kecamatan Dawe terletak di lereng sebelah timur Gunung Muria dan berjarak  $\pm$  9 km ke arah utara dari kota kudus.



Di wilayah kecamatan ini terdapat makam sunan muria yang merupakan salah satu tokoh walisongo yang terletak di salah satu puncak bukit di Desa Colo. Makam ini tidak pernah sepi diziarahi oleh pengunjung dari segala penjuru tanah air.

Kecamatan Dawe berada di sebelah utara dari Kota Kudus dengan wilayah seluas 5.612.940,27 Ha (56,13 km<sup>2</sup>) membentang sejauh 13 km ke arah barat timur dan sejauh 6 km dari ujung utara ke selatan. Jarak Ibu Kota Kecamatan Dawe ke Ibu Kota kabupaten Kudus kurang lebih 10 km. sedangkan dari Ibu Kota Provinsi berjarak sejauh 60 km. Batas wilayah Kecamatan Dawe yaitu;

1. Sebelah utara berbatasan dengan wilayah Kabupaten Jepara
2. Sebelah timur berbatasan dengan wilayah Kecamatan Gembong Kabupaten Pati
3. Sebelah selatan berbatasan dengan wilayah Kecamatan Bae dan Kecamatan Jekulo
4. Sebelah barat berbatasan dengan wilayah Kecamatan Gebog.

Kecamatan Dawe terdiri atas 18 desa yang meliputi 54 dusun yang terbagi dalam 102 RW dan 543 RT. Desa yang terdapat di Kecamatan Dawe yaitu:

1. Cendono
2. Colo
3. Carnggang
4. Dukuhwaringin
5. Gilagah Kulon
6. Japan
7. Kajar
8. Kandangmas
9. Kuwukan
10. Lau
11. Margorejo
12. Puji
13. Puyoh
14. Rejosari
15. Samirejo
16. Soco
17. Tergo
18. Ternadi

Wisata yang terdapat di Kecamatan Dawe antara lain: Makam Sunan Muria, Makam Syeh subakirdi Rejenu Japan, Air Terjun Montel, Air Terjun Ginggomino di Rejenu Japan dan Air Tiga Rasa di Rejenu Japan. Selain hal tersebut gunung muria juga terdapat beberapa puncak yang dapat dijadikan sebagai destinasi wisata alam diantaranya yaitu: (1) puncak natas angin dengan ketinggian  $\pm 1700$  m dpl (lampiran gambar 15.a) (2) puncak 29/songolikur dengan ketinggian  $\pm 1603$  m dpl (lampiran gambar 15.b). (3) Puncak argowiloso dengan ketinggian  $\pm 1553$  m dpl (lampiran gambar 15.c). (4) puncak argojambangan/puncak punuk sapi (lampiran gambar 15.d). (5) puncak abiyoso/puncak sapto argo (lampiran gambar 15.e) (<http://www.paresmapa.or.id>, 2019)

Desa Japan secara geografis terletak di bagian utara dari Kota Kudus, tepatnya termasuk dalam wilayah Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus. Desa Japan terletak di lereng gunung dengan jarak 700 meter di atas permukaan laut (m dpl) dan suhu udara rata-rata adalah 28°C dengan curah hujan rata-rata 0,72 Mm dengan bulan hujan 3 bulan. Adapaun secara administratif Desa Japan dibatasi oleh:

Sebelah Utara	: Hutan Lindung
Sebelah Timur	: Dlukaran Kabupaten Pati
Sebelah Selatan	: Dukuh Waringin
Sebelah Barat	: Colo

Jarak Desa Japan dari pusat pemerintahan Kecamatan Dawe adalah 10 Km, jarak dari Kabupaten Kudus adalah 20 Km dan Jarak dari Propinsi jawa tengah adalah 150 Km. Luas tanah Desa Japan seluruhnya adalah 522,459 Ha yang terdiri dari 53 Ha wilayah pemukiman, 81 Ha sawah dan ladang, 37 Ha perkebunan negara, 0,027 Ha perkuburan, 62 Ha pekarangan, 0,14 Ha perkantoran, 267 Ha hutan, dan 22,292 Ha untuk lain-lain (Data Monografi Desa Japan, 2010).

Penelitian ini dilakukan pada beberapa ketinggian di kawasan Pegunungan Muria yaitu pada ketinggian 400-600 m dpl (perkebunan kopi sekitar Air Terjun Montel

Muria), ketinggian 800-1000 m dpl (Perkebunan kopi di sekitar Air Tiga Rasa Rejenu Muria), ketinggian 1200 m dpl (perkebunan kopi di Desa Japan Agrojambangan), dan ketinggian 1200++ m dpl (Perkebunan kopi Desa Japan Agrojambangan).

**B. Deskriptif Data Karakter Morfologi, Karakter Ekologi (Data Ekologi) Dan Karakter Fitokimia (Kandungan Antioksidan) Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) Di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus**

Kopi menjadi salah satu komoditas unggulan dalam sektor perkebunan Indonesia. Hal tersebut dibuktikan dengan Keputusan Menteri Pertanian nomor 511/Kpts/PD.310/9/2006 tentang jenis komoditas tanaman binaan Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Direktorat Jenderal Hortikultura yang menjadikan kopi sebagai salah satu komoditas unggulan. Peran komoditas kopi bagi perekonomian Indonesia cukup penting, baik sebagai sumber pendapatan bagi petani kopi, sumber devisa, penghasil bahan baku industri, maupun penyedia lapangan kerja melalui kegiatan pengolahan, pemasaran, dan perdagangan (ekspor dan impor) (Ditjen Perkebunan, 2015).

Berdasarkan data hasil sampling eksplorasi penelitian yang telah dilakukan terhadap karakter morfologi vegetatif, kandungan antioksidan dan data ekologi kopi robusta muria kudus pada empat ketinggian yang berbeda di kawasan pegunungan Muria, Kudus, Jawa Tengah didapatkan hasil pengamatan bahwa terdapat beberapa perbedaan karakter morfologi vegetatif pada kopi robusta di pegunungan Muria Kudus yang dapat dilihat pada lampiran 3. Sedangkan untuk karakter ekologi (data ekologi) masing-masing sampel pada ketinggian tempat yang berbeda dapat dilihat pada lampiran 4.

Karakterisasi morfologi vegetatif pada kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) di kawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus menunjukkan adanya keragaman karakter yang cukup besar. Karakter pembeda dapat diperoleh sebanyak 54 karakter yang terdiri dari 33 karakter morfologi vegetatif, 18 karakter ekologi (data ekologi) dan 3 karakter fitokimia (data kandungan antioksidan).

Karakter morfologi yang digunakan dalam penelitian sebanyak 33 karakter yaitu: Bangun daun memanjang, bangun daun jorong, panjang daun antara 61 cm-80 cm, panjang daun antara 81 cm-100 cm, panjang

daun antara 101 cm-120 cm, panjang daun antara 121 cm-140 cm, lebar daun 40 cm-50 cm, lebar daun 51 cm-60 cm, lebar daun 61 cm-70 cm, perbandingan panjang dan lebar daun 1-1,5 : 1, perbandingan panjang dan lebar daun 1,5-2 : 1, perbandingan panjang dan lebar daun 2,5-3 : 1, ujung daun membulat, ujung daun tumpul, pangkal daun tumpul, pangkal daun membulat, tepi daun berombak, tepi daun beringgit, warna permukaan atas daun hijau tua (++), warna permukaan atas daun hijau tua (+), warna permukaan atas daun hijau tua, warna permukaan atas daun hijau muda, kerapatan stomata jarang, kerapatan stomata rapat, kerapatan stomata rapat (+), diameter batang 10 cm -20 cm, diameter batang 21 cm-30 cm, diameter batang 31 cm-40 cm, warna batang hijau kecokelatan, warna batang cokelat, warna batang cokelat keputih-putihan, percabangan batang monopodial, dan percabangan batang simpodial.

Adapun karakter ekologi (data ekologi) yang digunakan sebagai parameter dalam penelitian yaitu pH tanah 4,1 - 5,0, pH tanah 5,1 - 6,0, pH tanah 6,1 - 7,0. Ketinggian tempat 400 - 600 m dpl, ketinggian tempat 800 - 1000 m dpl, ketinggian tempat 1200 m dpl, dan 1200++ m dpl. Suhu udara berkisar antara 25,0 °C - 26,9 °C, suhu udara antara 27,0 °C - 28,9 °C. kelembapan udara

71% - 75%, kelembapan udara 76% - 80%, dan kelembapan udara 81% - 85%. Intensitas cahaya 1-200, intensitas cahaya 201 - 400, intensitas cahaya 401 - 600, intensitas cahaya 601 - 800, intensitas cahaya 601 - 800, dan intensitas cahaya > 1. Sedangkan untuk data kandungan antioksidan yaitu kandungan antioksidan 20,001 - 25,000, kandungan antioksidan 30,001 - 35,000, dan kandungan antioksidan 30,001 - 35,000.

Pengelompokkan masing-masing sampel tanaman berdasarkan karakter morfologi, karakter ekologi (data ekologi) dan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan) cukup valid. Penelitian yang hampir sama pernah dilakukan oleh Fatimah (2013) dengan judul penelitian Analisis Morfologi Dan Hubungan Kekerabatan Sebelas Jenis Tanaman Salak (*Salacca zalacca* (Gertner) Voss Bangakalan. Dalam penelitian tersebut setelah dilakukan analisis terhadap kekerabatan tanaman salak maka didapatkan hasil dari penelitian tersebut yaitu tanaman salak dikelompokkan menjadi dua kelompok utama. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Budi Irawan (2013) dengan judul Karakterisasi Dan Kekerabatan Tumbuhan Mangrove *Rhizophoraceae* Berdasarkan Morfologi, Anatomi Dan Struktur Luar Serbuk. Penelitian ini menggunakan 7 jenis sampel tumbuhan mangrove dan

setelah dianalisis didapatkan hasil terbagi menjadi dua kelompok. Kelompok 1 terdiri dari jenis *Bruguiera* dan kelompok 2 terdiri dari jenis *Ceriops* dan *Bruguiera*. Pengelompokan berdasarkan karakter morfologi sangat penting dalam penyediaan bibit tanaman dari plasma nutfah yang ada untuk menghasilkan bibit unggulan atau menghasilkan tanaman dengan karakter yang diharapkan baik dengan persilangan maupun rekayasa genetika.

Pada penelitian ini dilakukan analisis kekerabatan dengan menggunakan metode average linkage dengan program SPSS 16.0. Analisis kekerabatan digunakan untuk menentukan jauh dekatnya hubungan kekerabatan antara takson tanaman dengan menggunakan sifat-sifat morfologis dari suatu tanaman. Sifat morfologis dapat digunakan untuk pengenalan dan menggambarkan kekerabatan tingkat jenis. Jenis-jenis yang berkerabat dekat mempunyai banyak persamaan antara satu jenis dengan lainnya (Davis and Heywood, 1973). Persamaan nilai satuan taksonomi unit maka akan dimasukkan nilai similaritas, dan nilai similaritas yang paling tinggi akan membentuk cluster yang dekat (Sneath & Sokal, 1973).

Nilai similaritas lebih dari 60% menunjukkan bahwa kelompok tersebut masih dalam satu kerabat dekat (Singh, 1999). Semakin tinggi presentase similaritas maka



menunjukkan bahwa kelompok tersebut lebih dekat kekerabatannya, bisa dikategorikan dalam satu spesies bahkan bisa menjadi tingkatan anak jenis, varietas, atau forma. Menurut Daslin (2007) genotip yang memiliki kesamaan genetik kurang dari 60% dapat dikategorikan memiliki jarak genetik paling jauh, penampakan morfologi tanaman merupakan ekspresi dari genotip sehingga presentase tersebut juga mempengaruhi pengelompokan jenis suatu tanaman dalam mencari hubungan kekerabatan.

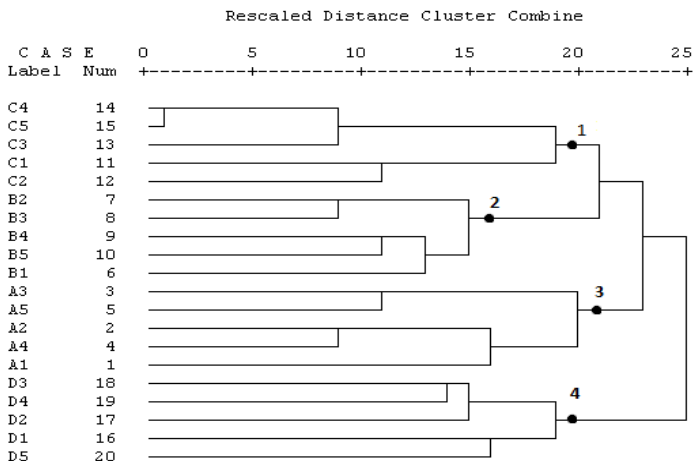
Data dari penelitian yang telah dilakukan yaitu didapatkan dua dendogram yang digunakan untuk mengelompokkan suatu sampel yang memiliki beberapa persamaan sifat/karakter. Dendogram pertama berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi (data ekologi) dengan menggunakan 5 sampel tanaman pada masing-masing ketinggian. Dendogram kedua berdasarkan karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi (data ekologi) dan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan) dengan menggunakan 3 sampel pada masing-masing ketinggian.

Pada penelitian ini digunakan 2 dendogram karena untuk mengetahui adanya perbedaan hubungan kekerabatan antar sampel tanaman kopi pada berbagai

ketinggian dengan data yang menggunakan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan) dan dendrogram dengan data yang tidak menggunakan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan). Kandungan antioksidan merupakan salah satu karakter ekotipe. Ekotipe menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia yaitu bagian populasi suatu jenis yang menunjukkan ciri-ciri morfologi kimia atau fisiologi yang diatur oleh faktor-faktor genetika dan berkorelasi dengan keadaan ekologi tertentu, tetapi dianggap kurang berarti dari sudut taksonomi.

Berikut adalah hasil dendrogram berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi (data ekologi) dengan menggunakan lima sampel tanaman pada masing-masing ketinggian tempat tanam.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Gambar 4.6 Dendrogram berdasarkan karakter morfologi, karakter ekologi dan karakter fitokimia dengan lima sampel pada masing-masing ketinggian (1) kelompok 1 (2) kelompok 2 (3) kelompok 3 (4) kelompok 4

Pada hasil dendrogram tersebut didapatkan empat kelompok utama dengan tingkat similaritas antara 60%-80%. Kelompok 1 adalah sampel kopi robusta C4, C5, C3, C2 dan C1 dengan nilai indeks similaritas 77%. Kelompok 2 ialah B2, B3, B4, B5 dan B1 dengan indeks similaritas 65%. Kelompok 3 terdiri dari sampel A3, A5, A2, A4 dan A1 dengan indeks similaritas 79%. Kelompok 4 yaitu terdiri dari D3, D4, D2, D1 dan D5 dengan indeks similaritas 78%. Hasil analisis dendrogram pada penelitian ini masing-masing sampel berkelompok sesuai dengan ketinggian tempat tanam masing-masing sampel tersebut.

Kelompok 1 merupakan kelompok tanaman kopi robusta yang ditanam pada ketinggian 1200 m dpl yang terdiri dari sampel C4, C5, C3, C1 dan C2. Pada kelompok satu, sampel C1 dan C2 memiliki karakter bangun daun memanjang sedangkan sampel C3, C4 dan C5 memiliki bangun daun jorong. Semua sampel tanaman pada ketinggian 1200 m dpl memiliki panjang daun rata-rata 101 cm-120 cm. Sampel C2 memiliki lebar daun antara 31 cm-50 cm sedangkan untuk sampel lainnya seperti C1, C3,

C4 dan C5 memiliki lebar daun 51 cm-60 cm. perbandingan panjang dan lebar daun, sampel C3, C4 dan C5 yaitu 1,5-2: 1 sedangkan untuk sampel C1 dan C2 perbandingan panjang dan lebar daun yaitu 2,5-3:1. Semua sampel C1, C2, C3, C4 dan C5 memiliki karakter morfologi ujung daun dan pangkal daun yang sama yaitu tumpul. Tepi daun sampel C3, C4 dan C5 yaitu berombak sedangkan untuk sampel C1 dan C2 memiliki tepi daun beringgit. Warna atas permukaan daun sampel C2, C4 dan C5 yaitu hijau tua (++) sedangkan untuk sampel C1 dan C3 yaitu hijau tua (+). Pada karakter kerapatan stomata daun, sampel C3 memiliki kerapatan stomata yang jarang dalam sampel sayatan daun sedangkan untuk sampel C1 dan C2 yaitu rapat dan juga untuk sampel C4 dan C5 rapat (+). Sampel tanaman C3, C4 dan C5 memiliki diameter daun antara 21cm-30 cm, adapun untuk sampel C1 dan C2 diameter batangnya yaitu antara 31 cm-40 cm. Batang hijau kecokelatan terdapat pada sampel C1, C4 dan C5 sedangkan sampel C2 dan C3 memiliki batang berwarna coklat. Percabangan batang monopodial terdapat pada sampel C2, C4 dan C3 sedangkan sampel C1 dan C5 memiliki percabangan batang simpodial.

Pada karakter morfologi vegetatif, masing-masing sampel tanaman hampir memiliki sifat atau karakter

morfologi yang hampir sama dengan sampel tanaman yang lain. Selain hal tersebut terdapat juga beberapa karakter morfologi vegetatif yang dimiliki oleh semua sampel tanaman seperti ukuran panjang daun, ujung daun dan pangkal daun.

Adapun untuk karakter ekologi (data ekologi) pada kelompok 1 yaitu pH tanah 4,1-5,0 dimiliki oleh semua sampel pada kelompok 1 yaitu C1, C2, C3, C4 dan C5. Pada kelompok 1 semua tanaman terdapat pada ketinggian tempat tanam 1200 m dpl. Suhu udara pada masing-masing sampel tanaman kelompok 1 sama yaitu berkisar antara 27,0-28,9 °C. Sedangkan untuk kelembapan udara dan intensitas cahaya terdapat perbedaan pada beberapa sampel yaitu sampel C2, C3, C4 dan C5 memiliki kelembapan udara antara 71%-75% sedangkan untuk sampel C1 memiliki kelembapan udara antara 76%-80%. Intensitas cahaya sampel C3, C4 dan C5 yaitu berkisar antara 1-200 sedangkan untuk sampel C1 dan C2 memiliki intensitas cahaya sebesar 401-600.

Kelompok 2 terdiri dari sampel tanaman kopi robusta yang berada pada ketinggian 800-1000 m dpl. Adapun karakter morfologi dan karakter ekologi pada sampel tanaman B2, B3, B4, B5 dan B1 yaitu sebagai berikut: pada karakter morfologi bangun daun semua

sampel kecuali sampel B1 memiliki bangun daun memanjang sedangkan sampel B1 memiliki bangun daun jorong. Panjang daun pada sampel B1, B2, B4 dan B5 yaitu antara 101 cm-120 cm sedangkan untuk sampel B3 yaitu memiliki panjang daun antara 81 cm-100 cm. Lebar daun sampel B2, B3 dan B5 yaitu berkisar antara 31 cm-50 cm sedangkan untuk sampel B1 dan B4 yaitu antara 51 cm-60 cm. Perbandingan panjang dan lebar daun pada sampel B1 yaitu 1,5-2: 1 sedangkan untuk sampel B2, B3, B4 dan B5 yaitu 2,5-3:1. Ujung daun sampel B4 yaitu membulat dan sampel B1, B3, B2 dan B5 yaitu tumpul. Pada karakter morfologi pangkal daun semua sampel tanaman memiliki pangkal daun yang sama yaitu tumpul. Untuk warna atas permukaan daun sampel B3 yaitu hijau tua (++), sampel B1 dan B2 yaitu hijau tua (+), sampel B4 dan B5 yaitu hijau muda. Kerapatan stomata pada permukaan bawah daun kopi robusta yaitu sampel B2 dan B3 rapat sedangkan untuk sampel B1, B4 dan B5 rapat (+). Diameter batang sampel B2, B3 dan B4 yaitu berkisar antara 11 cm-20 cm sedangkan untuk sampel B1 dan B5 yaitu antara 21 cm-30 cm. Warna batang pada sampel B1, B4 dan B5 yaitu hijau kecokelatan sedangkan sampel B2 dan B3 yaitu cokelat. Karakter morfologi terakhir yaitu percabangan batang. Pada sampel tanaman B1, B2 dan B4 memiliki

percabangan batang monopodial sedangkan sampel B3 dan B5 yaitu simpodial.

Karakter ekologi (data ekologi) pada masing-masing sampel tanaman kopi robusta pada ketinggian 800-1000 m dpl yaitu sama. pH tanah pada masing-masing sampel kelompok 2 yaitu berkisar antara 4,1-5,0. Semua sampel tanaman kopi robusta pada kelompok 2 terdapat pada ketinggian 800-1000 m dpl. Suhu udara pada masing-masing sampel yaitu berkisar antara 27,0-28,9 °C. Intensitas cahaya pada sampel B1, B2, B3, B4 dan B5 yaitu > 1 dan untuk kelembapan udara berkisar antara 76%-80%.

Kelompok 3 terdiri dari sampel A3, A5, A2, A4 dan A1. Pada kelompok 3 semua sampel berada pada satu ketinggian tempat tanam yaitu 400-600 m dpl. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap karakter morfologi yang telah dilakukan terdapat beberapa persamaan karakter morfologi antar sampel yang menjadikan sampel tersebut berada dalam satu kelompok.

Pada karakter morfologi kelompok 3 terdapat beberapa karakter yang sama yaitu bangun daun jorong, perbandingan panjang dan lebar daun 1,5-2;1, tepi daun berombak dan diameter batang antara 11 cm – 20 cm.

Karakter morfologi yang lain masing-masing sampel hanya memiliki beberapa persamaan dengan beberapa sampel tanaman kopi robusta di kelompok 3. Pada panjang daun sampel A2, A3 dan A5 yaitu antara 101 cm-120 cm sedangkan pada sampel A1 dan A4 memiliki panjang daun berkisar antara 121 cm -140 cm. lebar daun sampel A3 yaitu antara 31 cm – 50 cm, sampel A1, A2 dan A4 yaitu antara 51 cm-60 cm sedangkan sampel A5 lebar daunnya yaitu berkisar antara 61cm-70 cm. Sampel A4 dan A5 memiliki ujung daun tumpul dan sampel A1, A2 dan A3 memiliki ujung daun membulat. Adapun untuk karakter pangkal daun sampel A1, A3 dan A5 yaitu tumpul sedangkan pada sampel A2 dan A3 membulat. Karakter warna atas permukaan daun memiliki warna yang berbeda-beda setiap masing-masing sampel. Pada sampel A1 memiliki warna hijau tua (++), sampel A5 berwarna Hijau tua (+), sampel A2 dan A4 berwarna hijau tua dan sampel A3 berwarna hijau muda. Untuk karakter kerapatan stomata daun, sampel A1, A2 dan A4 memiliki stomata yang jarang dan sampel A3 dan A5 memiliki stomata yang rapat. Warna batang semua sampel kecuali A5 yaitu hijau kecokelatan sedangkan sampel A5 berwarna coklat. Percabangan batang pada sampel A1



dan A4 yaitu monopodial sedangkan pada sampel A2, A3 dan A5 yaitu simpodial.

Karakter ekologi (data ekologi) kelompok 3 yang terdiri dari sampel A3, A5, A2, A4 dan A1 yaitu pada pH tanah sampel A2 dan A4 yaitu antara 4,1 – 5,0 sedangkan sampel A1, A3 dan A5 memiliki pH tanah 5,1-6,0. Semua sampel pada kelompok 3 terdapat pada ketinggian tempat 400-600 m dpl. Suhu udara pada ketinggian tersebut berkisar antara 25,0-26,9 °C dan memiliki kelembapan udara antara 76%-80%. Intensitas cahaya pada masing-masing sampel berbeda. Sampel A1 memiliki intensitas cahaya antara 201-400, sampel A3 dan A5 memiliki intensitas cahaya antara 401-600, sedangkan sampel A2 dan A4 memiliki intensitas cahaya antara 601-800.

Kelompok 3 terdiri dari semua sampel yang berada pada ketinggian 400-600 m dpl. Selain semua sampel berada pada satu ketinggian tempat tanam yang sama sehingga memiliki karakter ekologi (data ekologi) yang hampir sama atau tidak jauh berbeda pada masing-masing sampel tanaman. Selain hal tersebut juga terdapat beberapa karakter yang sama diantaranya yaitu: perbandingan panjang dan lebar daun, bangun daun, tepi daun, diameter batang, elevasi (ketinggian tempat) dan suhu.

Kelompok terakhir yaitu pada kelompok 4 terdiri dari sampel tanaman kopi robusta D3, D4, D2, D1 dan D5 yang sesuai dengan ketinggian tempat sampel tanaman ditanam. Menurut data hasil pengamatan pada karakter morfologi dan ekologi didapatkan hasil sebagai berikut; pada data karakter morfologi masing-masing sampel tanaman tidak memiliki satu karakter morfologi yang sama tetapi memiliki karakter morfologi yang bervariasi. Sampel D1 memiliki bangun daun perisai, sampel D2 dan D3 memiliki bangun daun memanjang dan sedangkan pada sampel D4 dan D5 memiliki bangun daun jorong. Pada panjang daun sampel D5 memiliki panjang 61 cm -80 cm, sampel D1, D2, D3, dan D4 memiliki panjang daun 81 cm – 100 cm. lebar daun pada sampel D1 yaitu 61 cm- 70 cm sedangkan pada sampel tanaman lainnya memiliki lebar daun 31 cm - 50cm, perbandingan panjang dan lebar daun sampel D1 yaitu 1-1,5 : 1, sampel D4 dan D5 yaitu 1,5-2 : 1 dan sampel D2 dan D3 memiliki perbandingan panjang dan lebar daun yaitu 2,5-3 : 1. Ujung daun pada sampel D1, D3 dan D4 yaitu membulat sedangkan sampel D2 dan D5 memiliki ujung daun tumpul. Pangkal daun sampel D1, D2, D3 dan D4 yaitu tumpul dan sampel D5 memiliki karakter pangkal daun membulat. Sampel D1, D3 dan D5 memiliki warna atas permukaan daun hijau tua

(++), sampel D3 warna atas permukaan daun yaitu hijau tua (+) dan sampel D4 memiliki warna atas permukaan daun hijau tua. Sampel D2, D3 dan D4 memiliki kerapatan stomata yang jarang sedangkan pada sampel D1 dan D5 kerapatan stomatanya rapat. Sampel D4 dan D5 memiliki ukuran diameter yang berkisar antara 11 cm – 20 cm dan pada sampel D1, D2 dan D3 diameter batangnya yaitu antara 21 cm – 30 cm. Warna batang hijau kecokelatan dimiliki oleh sampel D3, D4 dan D5 sedangkan warna batang yang dimiliki oleh sampel D1 dan D2 yaitu coklat keputih-putihan. Percabangan batang sampel D1, D3 dan D5 yaitu monopodial sedangkan pada sampel D2 dan D4 memiliki percabangan batang simpodial.

Kelompok 4 memiliki banyak persamaan berdasarkan karakter ekologi (data ekologi) diantaranya yaitu pH tanah berkisar antara 6,1 – 7,0, ketinggian tempat tanam 1200++ m dpl, suhu udara antara 27,0 °C – 28,0 °C, dan kelembapan udara berkisar antara 71% - 75%. Sedangkan intensitas cahaya masing-masing sampel berbeda. Pada sampel D3 dan D4 memiliki intensitas cahaya antara 401-600, sampel D1 dan D5 intensitas cahayanya yaitu antara 601-800 dan sampel D2 memiliki intensitas cahaya sebesar antara 801-1000.

Berikut adalah koefisien tingkat kemiripan pada masing-masing sampel kopi robusta berdasarkan karakter morfologi vegetatif, ekologi dan kandungan antioksidan.

Agglomeration Schedule						
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	14	15	.000	0	0	2
2	13	14	8.000	0	1	15
3	7	8	8.000	0	0	11
4	2	4	8.000	0	0	13
5	11	12	10.000	0	0	15
6	9	10	10.000	0	0	8
7	3	5	10.000	0	0	16
8	6	9	11.000	0	6	11
9	18	19	12.000	0	0	10
10	17	18	13.000	0	9	14
11	6	7	13.333	8	3	17
12	16	20	14.000	0	0	14
13	1	2	14.000	0	4	16
14	16	17	17.000	12	10	19
15	11	13	17.000	5	2	17
16	1	3	17.667	13	7	18
17	6	11	18.880	11	15	18
18	1	6	20.800	16	17	19
19	1	16	22.827	18	14	0

Tabel 4.3 koefisien kemiripan sampel tanaman kopi robusta berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi dengan menggunakan lima sampel pada masing-masing ketinggian yang berbeda

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ekspresi atau penampilan suatu karakter tanaman fenotip sangat dipengaruhi oleh perbedaan faktor genetik, faktor lingkungan, dan interaksi dari keduanya. (Wardiana et al., 2015)

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa hubungan kekerabatan antar spesies berdasarkan karakter morfologi vegetatif dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pada penelitian tersebut kelompok 1 dan kelompok 2 memiliki pH tanah yang sama yaitu berkisar antara 4,1-5,0. Masing-masing sampel pada kelompok 3 memiliki pH tanah yang berbeda yaitu 4,1-5,0 dan 5,1-6,0. Sedangkan pada kelompok 4 memiliki pH tanah yang berkisar antara 6,1-7,0.

Faktor ekologi kedua yaitu suhu. Suhu udara pada semua sampel kelompok 1, kelompok 2 dan kelompok 4 sama yaitu berkisar antara 27,0-28,9 °C. sedangkan pada kelompok 3 memiliki suhu udara yang berbeda. Semua sampel kelompok 3 memiliki suhu udara yang berkisar antara 25,0-26,9 °C. pada faktor suhu juga dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel dan lingkungan sekitar sampel tersebut ditanam. Pada waktu pengambilan sampel pertama dilakukan pada bulan januari awal dan keadaan cuaca yang tidak menentu terkadang panas dan terkadang mendung. Selain hal tersebut, keadaan lingkungan sekitar juga berpengaruh terhadap suhu seperti adanya pohon naungan. Pada kelompok terdapat pohon naungan disekitarnya, pada kelompok 2 hanya sedikit terdapat pohon naungan, kelompok 3 hanya

terdapat pohon naungan dan kelompok 4 terdapat pohon nanungan tetapi jauh dari lokasi pengambilan sampel.

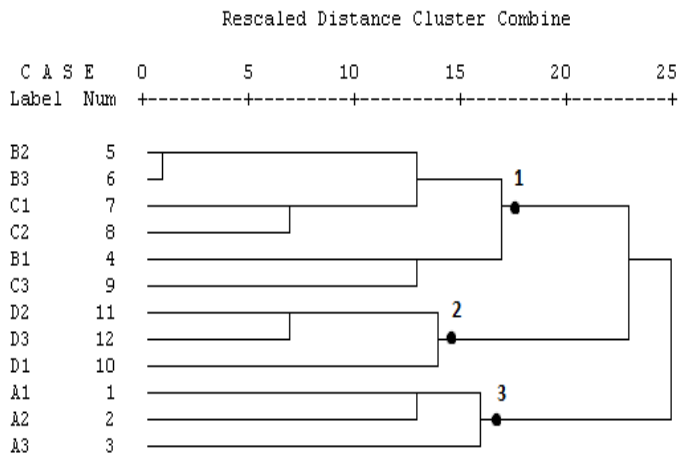
Faktor ekologi ketiga yaitu kelembapan udara. Sampel tanaman kelompok 1 memiliki kelembapan udara yang berbeda yaitu antara 71%-75% dan antara 76%-80%. Kelompok 2 dan kelompok memiliki kelembapan udara yang sama yaitu berkisar antara 76%-80%. Sedangkan kelembapan udara pada kelompok 4 yaitu berkisar antara 71%-75%. Semua sampel tanaman kopi robusta yang berada pada ketinggian tempat yang berbeda memiliki kelembapan udara yang hampir sama pada masing-masing ketinggian tempat.

Intensitas cahaya pada masing-masing sampel tanaman pada ketinggian tempat yang berbeda terdapat beberapa perbedaan. Pada sampel tanaman kelompok 1 memiliki intensitas cahaya yang berbeda-beda yaitu 1-200 dan 401-600. Sampel tanaman kopi robusta kelompok 2 memiliki intensitas cahaya  $>1$ . Sampel tanaman kopi robusta kelompok 3 memiliki intensitas cahaya yang berbeda-beda yaitu 201-400 dan 401-600 dan yang terakhir yaitu sampel tanaman kopi robusta kelompok 4 memiliki intensitas cahaya yang berkisar antara 401-600, 601-800, dan 801-1000.

Adapun untuk ketinggian tempat semua sampel tanaman masing-masing kelompok berbeda. Pada kelompok 1 tanaman kopi robusta berada pada ketinggian 400-600 m dpl, pada kelompok sampel 2 tanaman kopi robusta berada pada ketinggian 800-1000 m dpl, pada kelompok 3 sampel tanaman kopi robusta berada pada ketinggian 1200 m dpl dan untuk sampel tanaman kopi kelompok 4 berada pada ketinggian tempat 1200++ m dpl.

Berikut adalah dendrogram hasil analisis kekerabatan antar masing-masing sampel tanaman kopi robusta berdasarkan karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi (data ekologi) dan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan) dengan menggunakan tiga sampel di berbagai ketinggian gunung Muria Kudus.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Gambar 4.7 Dendogram berdasarkan karakter morfologi, karakter ekologi dan karakter fitokimia dengan menggunakan tiga sampel pada masing-masing ketinggian. (1) kelompok 1 (2) kelompok 2 (3) kelompok 3 (4) kelompok 4

Berdasarkan hasil dendogram diatas, maka dapat diketahui bahwa terdapat 3 kelompok/cluster sampel dengan indeks similaritas yaitu antara 57%-65%. Kelompok 1 terdiri dari sampel B2, B3, C1, C2, B1 dan C3. Kelompok 2 terdiri dari sampel D2, D3 dan D1. Kelompok 3 terdiri dari sampel A1, A2 dan A3.

Kelompok 1 terdiri dari enam sampel tanaman kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) yaitu B2, B3, C1, C2, B1 dan C3 dengan indeks similaritas 65%. Pada kelompok satu terdapat enam macam sampel yang berada pada ketinggian tempat yang berbeda yaitu sampel B di ketinggian 800-1000 m dpl dan sampel C yaitu 1200 m dpl.

Sampel B2, B3, C1, C2, B1 dan C3 terdapat dalam satu kelompok berdasarkan hasil pengamatan karakter morfologi vegetatif, ekologi dan kandungan antioksidan kemudian dianalisis dengan menggunakan SPSS versi 16.0 dan menggunakan metode *Between Average Linkage*.

Pada sampel kelompok 1 terdapat beberapa karakter morfologi yang dimiliki oleh semua sampel yaitu ujung daun tumpul dan pangkal daun tumpul. Pada



karakter morfologi yang lain hanya terdapat beberapa sampel yang memiliki persamaan dengan sampel lainnya.

Pada karakter bangun daun, sampel tanaman B2, B3, C1 dan C2 memiliki bangun daun memanjang sedangkan untuk sampel tanaman lainnya yaitu sampel B1 dan C3 memiliki bangun daun jorong. Semua sampel pada kelompok satu memiliki panjang daun berkisar antara 101 cm-120 cm terkecuali pada sampel B3 yang panjang daun antara 81 cm-100 cm. Lebar daun sampel B2, B3 dan C2 yaitu 31 cm -50 cm sedangkan sampel B1, C1 dan C3 memiliki lebar daun 51 cm-60 cm. Sampel tanaman B1 dan C3 memiliki perbandingan panjang dan lebar daun yaitu 1,5-2:1 dan untuk sampel tanaman B2, B3, C1, C2 memiliki perbandingan panjang dan lebar daun 2,5-3:1. Tepi daun sampel B3 dan C3 yaitu berombak dan untuk sampel B1, B2, C1 dan C2 memiliki tepi daun beringgit. Sampel B3 dan C2 memiliki warna atas permukaan daun hijau tua (++) sedangkan untuk sampel B1, B2, C1 dan C3 memiliki warna atas permukaan daun hijau tua (+). Sampel C3 memiliki kerapatan stomata yang jarang, sedangkan sampel B2, B3, C1 dan C2 memiliki stomata yang cukup rapat dan sampel B1 memiliki stomata yang rapat (+). Diameter batang sampel B2 dan B3 yaitu berkisar antara 11 cm – 20 cm, untuk sampel C1

dan C2 yaitu 31 cm-40 cm dan sampel B1 dan C3 memiliki diameter antara 21 cm-30 cm. Untuk karakter warna batang sampel B2, B3, C2 dan C3 memiliki warna batang coklat sedangkan sampel C1 dan B1 memiliki warna batang hijau kecokelatan. Sampel B2, B1 dan C2 memiliki percabangan batang monopodial sedangkan sampel B2, C1 dan C3 memiliki percabangan batang simpodial.

Adapun karakter ekologi pada masing-masing sampel kelompok 1 hanya terdapat satu karakter ekologi yang sama yaitu pH tanah berkisar antara 4,1-5,0. Sedangkan untuk karakter ekologi lainnya terdapat masing-masing perbedaan atau hanya terdapat beberapa sampel tanaman kopi yang sama. Pada ketinggian tempat tanam sampel B1, B2 dan B3 terdapat pada ketinggian 800-1000 m dpl sedangkan untuk sampel C1, C2 dan C3 terdapat di ketinggian 1200 m dpl. Suhu udara pada sampel B1, B2 dan B3 yaitu berkisar antara 25,0-26,9 °C sedangkan untuk sampel C1, C2 dan memiliki suhu udara antara 27,0-28,9 °C. Kelembapan udara antara 71%-75% dimiliki oleh sampel C2 dan C3 sedangkan kelembapan udara antara 76%-80% terdapat pada sampel B1, B2, B3 dan C1. Untuk intensitas cahaya sampel C3 yaitu berkisar antara 1-200, sampel C1 dan C2 yaitu berkisar antara 401-600 dan untuk sampel B1, B2 dan B3 intensitas cahayanya

yaitu >1. Adapun kandungan antioksidan sampel C1 memiliki kandungan antioksidan yaitu berkisar antara 20,001-25,000 sedangkan untuk sampel B1, B2, B3, C2 dan C3 yaitu antara 25,001-30,000. Pada kelompok 1 terdapat beberapa persamaan karakter morfologi dan ekologi diantara masing masing sampel.

Pada kelompok 2 terdiri dari tiga sampel tanaman kopi robusta yang sama yaitu D2, D3 dan D1 dengan indeks similaritas 57%. Sampel tanaman tersebut terdapat pada ketinggian tempat tanam 1200++ m dpl. Pada beberapa karakter morfologi terdapat beberapa karakter morfologi yang dimiliki oleh semua sampel yang sama yaitu pada panjang daun berkisar antara 81 cm -100 cm, pangkal daun tumpul, dan diameter batang antara 21 cm- 30 cm. Adapun karakter morfologi yang lain hanya dimiliki oleh satu atau beberapa sampel yang sama yaitu karakter bangun daun memanjang terdapat pada sampel D2 dan D3 sedangkan sampel D1 yaitu perisai. Lebar daun 61 cm -70 cm terdapat pada sampel D1 sedangkan pada sampel D2 dan D3 memiliki lebar daun 31 cm -50 cm. Sampel D1 memiliki perbandingan panjang dan lebar daun 1-1,5: 1 sedangkan pada sampel D2 dan D3 yaitu 2,5-3:1. Karakter ujung daun pada sampel D1 dan D3 yaitu membulat, sedangkan pada sampel D2 yaitu tumpul. Tepi

daun pada sampel D2 yaitu berombak sedangkan pada sampel D1 dan D3 yaitu beringgit. Warna atas permukaan daun sampel D1 dan D2 yaitu hijau tua (++) sedangkan pada sampel D3 memiliki warna permukaan atas daun hijau tua (+). Sampel D2 dan D3 memiliki kerapatan stomata yang jarang sedangkan pada sampel D1 yaitu rapat. Sampel D3 memiliki warna batang hijau kecokelatan sedangkan sampel D1 dan D2 memiliki warna batang coklat keputih-putihan. Untuk percabangan batang sampel D1 dan D2 yaitu monopodial sedangkan pada sampel D3 yaitu simpodial.

Pada data karakter ekologi terdapat beberapa data yang dimiliki oleh semua sampel kelompok 2 yaitu pH tanah 6,1-7,0, ketinggian tempat tanam 1200++ m dpl, suhu 27,0°C - 28,9°C dan kelembapan 71%-75%. Adapun untuk data ekologi yang lainnya hanya dimiliki oleh satu atau beberapa sampel saja. Pada data ekologi intensitas cahaya, sampel D3 yaitu 401-600. Sedangkan sampel D1 yaitu 601-800 dan sampel D2 yaitu 801-1000. Adapun untuk data kandungan antioksidan sampel D2 dan D3 yaitu 25,001-30,000 sedangkan sampel D1 memiliki kandungan antioksidan sebesar 30,001-35,000.

Hasil analisis kekerabatan dengan menggunakan dendrogram berdasarkan karakter morfologi vegetatif,

ekologi dan kandungan antioksidan, kelompok 3 terdiri dari A1, A2 dan A3 yang keseluruhan sampel berada pada ketinggian tempat tanam 400-600 m dpl dengan indeks similariats 62%.

Sampel A1 dan A2 memiliki bangun daun jorong sedangkan sampel A3 memiliki bangun daun memanjang. Panjang daun sampel A1 yaitu berkisar antara 121 cm - 140 cm dan untuk sampel A2 dan A3 yaitu 101 cm -120 cm. Lebar daun sampel A3 yaitu 31 cm -50 cm dan lebar daun sampel A1 dan A2 yaitu 51 cm -60 cm. Pangkal daun sampel A1 dan A3 yaitu tumpul sedangkan sampel A2 memiliki pangkal daun membulat. Warna atas permukaan daun sampel A1 berwarna hijau tua (++), sampel A2 memiliki warna atas permukaan daun hijau tua (+) sedangkan warna atas permukaan daun sampel A3 berwarna hijau muda. Sampel A1 dan A2 memiliki stomata yang jarang dan untuk sampel A3 memiliki stomata yang rapat. Diameter batang sampel A1 dan A3 yaitu berkisar antara 11 cm-20 cm sedangkan sampel A2 memiliki diameter batang antara 20 cm-30 cm. Percabangan batang yang dimiliki sampel A1 yaitu monopodial sedangkan percabangan batang yang dimiliki sampel A2 dan A3 yaitu simpodial. Adapun untuk karakter morfologi vegetatif yang dimiliki oleh semua sampel kelompok 3 yaitu

perbandingan panjang dan lebar daun 1,5-2 : 1, ujung daun membulat, tepi daun berombak dan batang berwarna hijau kecokelatan.

Karakter ekologi (data ekologi) pada masing-masing sampel tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) pada kelompok 3 hanya memiliki persamaan karakter ekologi suhu udara antara 25,0 °C-26,9 °C dan ketinggian tempat tanam berada di ketinggian 400-600 m dpl. adapun untuk karakter ekologi lainnya hanya terdapat beberapa persamaan pada sampel tanaman kopi lainnya yaitu; pH tanah sampel A2 adalah antara 4,1-5,0 sedangkan pH tanah sampel A1 dan A3 yaitu antara 5,1-6,0, adapun kelembapan udara sampel A1 berkisar antara 81%-85% sedangkan sampel A2 dan A3 yaitu antara 76%-80%. Intensitas cahaya pada sampel A1 yaitu antara 201-400, sampel A2 yaitu antara 601-800 dan sampel A3 yaitu antara 401-600. Sedangkan untuk kandungan antioksidan sampel yaitu A1 dan A2 yaitu berkisar antara 20,001-25,000 dan A3 memiliki kandungan antioksidan yang sama yaitu sebesar antara 25,001-30,000.

Adapun koefisien tingkat kemiripan pada masing-masing sampel kopi robusta berdasarkan karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi (data ekologi) dan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan) dengan

menggunakan tiga sampel pada masing-masing ketinggian yang berbeda.

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	5	6	8.000	0	0	5
2	11	12	12.000	0	0	7
3	7	8	12.000	0	0	5
4	4	9	16.000	0	0	9
5	5	7	16.000	1	3	9
6	1	2	16.000	0	0	8
7	10	11	17.000	0	2	10
8	1	3	18.000	6	0	11
9	4	5	19.000	4	5	10
10	4	10	22.778	9	7	11
11	1	4	24.593	8	10	0

Tabel 4.4 koefisien kemiripan sampel tanaman kopi robusta berdasarkan karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi dan karakter fitokimia dengan menggunakan lima sampel pada masing-masing ketinggian yang berbeda.

Berikut adalah beberapa gambar dari hasil penelitian beberapa karakter morfologi vegetatif dan pengukuran karakter ekologi (data ekologi).



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.8 Spesimen bangun daun kopi robusta (a) Memanjang (b) Jorong. Spesimen ujung daun (c) Tumpul (d) Meruncing

(Doc. Umi S, 2019)





(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.9 Spesimen pangkal daun (a) Membulat (b) Tumpul. Spesimen tepi daun (c) Berombak (d) Beringgit

(Doc. Umi S, 2019)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

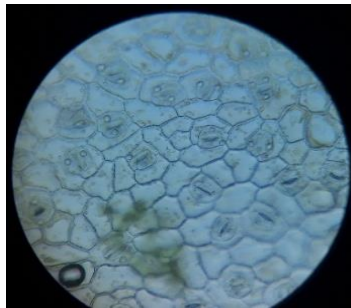
Gambar 4.10 (a) Warna permukaan bawah daun. Spesimen warna permukaan atas daun (b) Hijau tua (++) (c) Hijau tua (+) (d) Hijau tua (e) Hijau muda

(Doc. Umi S, 2019)



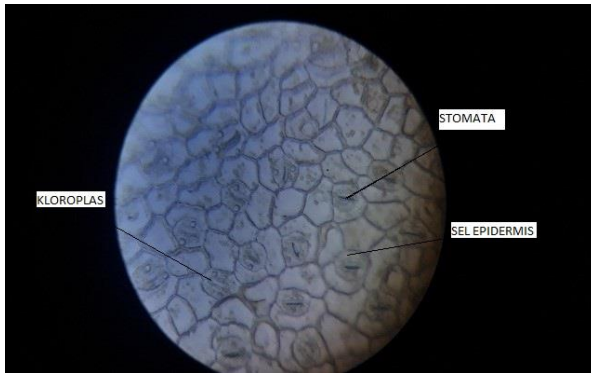
Perbesaran 40 x 12,5

(a)



Perbesaran 40 x 12,5

(b)



Perebsaran 40 x 12,5

(c)

Gambar 4.11 (a) Kerapatan stomata jarang (b) Kerapatan stomata rapat (c) Kerapatan stomata rapat (+)

(Doc. Umi S, 2019)



(a)



(b)

Gambar 4.12 Percabangan batang (a) Monopodial (b) Simpodial

(Doc. Umi S, 2019)



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.13 Warna batang (a) Hijau keputih-putihan (b) Hijau kecokelatan (c) Cokelat

(Doc. Umi S, 2019)

Pengambilan karakter ekologi (data ekologi) pada penelitian pengaruh ketinggian tempat terhadap karakter morfologi vegetatif dan karakter fitokimia (data



kandungan antioksidan) kopi robusta (*Coffea canephora*) di kawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.14 Pengukuran karakter ekologi (a) pH tanah dengan menggunakan soil pH (b) Suhu dan kelembapan udara dengan menggunakan higrometer (c) Intensitas cahaya dengan lux meter (d) Ketinggian tempat dengan aplikasi altimeter

(Doc. Umi S, 2019)

Hasil dendogram berdasarkan karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi (data ekologi) dengan menggunakan lima sampel tanaman pada masing-masing ketinggian dengan hasil dendogram berdasarkan data karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi (data ekologi) dan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan) dengan menggunakan tiga sampel terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa kemungkinan diantaranya yaitu sampel yang digunakan secara acak.

Sampai saat ini terdapat 12 klon kopi robusta anjuran yang telah dilepas oleh menteri pertanian, yaitu BP42, BP 234, BP288, BP 358, BP 409, BP 436, BP 534, BP 920, BP 936, BP 939, SA 203, dan SA 237. Mengingat kopi robusta tersebut bersifat menyerbuk silang, maka dalam pengembangannya harus dilakukan secara poliklonal yaitu 3-4 klon untuk setiap satuan hamparan kebun. penggunaan komposisi klon kopi robusta harus disesuaikan dengan kondisi lingkungannya, agar terhindar dari resiko kegagalan. Selain itu perlu juga dipertimbangkan stabilitas daya hasil, kompatibilitas (Keserempakan saat berbunga) antar klon untuk kondisi lingkungan tertentu dan keseragaman ukuran biji (Retno Hulupi, 2013)

**C. Analisis pengelompokan/kekerabatan berdasarkan pola pengelompokan masing-masing sampel tanaman kopi robusta berdasarkan karakter morfologi, karakter ekologi (data ekologi) dan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan)**

Analisis hubungan kekerabatan antar spesies tanaman kopi robusta di empat ketinggian tempat tanam yang berbeda yaitu 400-600 m dpl, 800-1000 m dpl, 1200 m dpl, dan 1200++ m dpl dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 16.0. Adapun tahap analisa hubungan kekerabatan sebagai berikut: (1) skoring hasil pengamatan 54 karakter berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi (data ekologi) dengan menggunakan lima sampel pada masing-masing ketinggian (lampiran 6) dan skoring hasil pengamatan 51 karakter berdasarkan karakter morfologi vegetatif, karakter ekologi (data ekologi) dan karakter fitokimia (data kandungan antioksidan) dengan menggunakan tiga sampel pada masing-masing ketinggian (Lampiran 7) (2) Memasukkan data skoring ke dalam aplikasi SPSS.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik antara lain adalah faktor genetik dan hormon. Gen berfungsi mengatur sintesis enzim untuk



mengendalikan proses kimia dalam sel. Hal ini yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan. Sedangkan hormon merupakan senyawa organik tumbuhan yang mampu menimbulkan respon fisiologi pada tumbuhan. Faktor ekstrinsik berupa faktor lingkungan yang meliputi ketinggian tempat, pH, intensitas cahaya, temperatur, kelembapan, curah hujan, tekstur tanah dan lain-lain (Raharjeng, 2015)

#### 1. Ketinggian Tempat

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa karakter morfologi vegetatif dan kandungan antioksidan kopi robusta dipengaruhi oleh ketinggian tempat dan faktor ekologi. Berdasarkan pada beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian tempat yang sesuai untuk tanaman kopi bervariasi tergantung pada jenis kopi yang akan diusahakan. Untuk jenis kopi robusta yaitu 100 – 600 m dpl (Ditjenbun, 2012). Menurut Handi Supriadi, *dkk* (Tt) bahwa tinggi tempat penanaman berpengaruh terhadap karakter morfologi tanaman kopi. Semakin tinggi tempat penanaman, tanaman kopi semakin pendek tetapi memiliki buah yang lebat. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian bahwa tanaman kopi pada ketinggian 1200++ memiliki

ukuran pohon lebih kecil dan lebih pendek dibandingkan pada ketinggian tempat yang lain. Selain hal tersebut, daun kopi pada ketinggian 1200++ memiliki ukuran daun paling kecil dan bentuk daun yang berkerut. Tinggi tempat tanam juga berpengaruh terhadap ukuran biji kopi robusta. Menurut Yahmadi (2007) semakin tinggi tempat maka ukuran biji menjadi lebih besar. Lahan untuk tanaman kopi di Indonesia sebagian besar berada pada ketinggian tempat 700 – 900 m dpl.

## 2. Intensitas cahaya

Warna permukaan atas daun pada tanaman kopi dan kerapatan stomata pada daun berbeda-beda pada masing-masing sampel di ketinggian tempat yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan karena salah satu faktor lingkungan yaitu intensitas cahaya.

Intensitas cahaya matahari merupakan salah satu komponen radiasi matahari yang sangat besar pengaruhnya terhadap proses fisiologi tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, penutupan dan pembukaan stomata, serta perkecambahan (Salisbury dan Ross, 1995; Taiz dan Zeiger, 2010). Selain itu, distribusi cahaya matahari memiliki pengaruh yang kuat pada

pembungaan dan pematangan biji. Menurut Boer *et al.* (1994) radiasi matahari yang optimum untuk pertumbuhan dan hasil tanaman diperoleh pada kisaran 275-340 kal/cm<sup>2</sup>. Tanaman yang ditumbuhkan dengan pencahayaan kurang dari 2000 *foot-candle* akan memiliki warna daun hijau tua yang kurang cerah atau sedikit pudar. Perbedaan gradasi warna pada daun tanaman kopi robusta ini diduga dipengaruhi oleh ketinggian tempat dengan seluruh faktor abiotik yang mengikutinya

Secara biologis potensi buah terbentuk selain ditentukan oleh tingkat kematangan pohon juga ditentukan oleh tersedianya energi di dalam sel-sel pada seluruh jaringan tanaman dan secara fisik selain ditentukan oleh tinggi dan diameter batang, juga kapasitas tajuk serta kondisi daun sebagai organ pembentuk energi tumbuh melalui proses fotosintesa (Prasetyo, Aini, & Maghfoer, 2017)

Kualitas intensitas dan lamanya radiasi yang mengenai tumbuhan mempunyai pengaruh yang besar terhadap berbagai proses fisiologi tumbuhan. Cahaya mempengaruhi pembentukan klorofil, fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisme, Efek cahaya meningkatkan kerja enzim untuk memproduksi zat

metabolik untuk pembentukan klorofil. Sedangkan pada proses fotosintesis, intensitas cahaya mempengaruhi laju fotosintesis saat berlangsung reaksi terang. Jadi cahaya secara tidak langsung mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena hasil fotosintesis berupa karbohidrat digunakan untuk pembentukan organ-organ tumbuhan.

Perubahan anatomi pada daun dapat disebabkan oleh beberapa faktor lainnya seperti air, kekurangan air akan mempengaruhi proses fisiologis dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tanaman. Selain itu, cahaya juga dapat mempengaruhi perubahan anatomi. Seperti yang disebutkan Nugroho, *dkk* (2006) fungsi dari jaringan palisade untuk menangkap cahaya sehingga kepadatan jaringan palisade tergantung pada intensitas cahaya, yaitu yang menerima cahaya langsung lebih padat daripada dalam lingkungan yang teduh.

Intensitas cahaya matahari yang sedang diduga akan memberikan pengaruh positif terhadap keberlanjutan budidaya kopi robusta. Menurut Geromel *et al.* (2008) menyebutkan bahwa intensitas

cahaya matahari yang tinggi dapat menyebabkan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses fotosintesis kopi semakin menurun, sehingga dapat berpengaruh terhadap citarasa yang dihasilkan.

Pertumbuhan tanaman terhambat karena intensitas cahaya rendah dan kadar daminosida tinggi sehingga menghambat aktivitas auksin. Auksin adalah hormon tumbuh yang diproduksi secara alamiah dalam tubuh tumbuh-tumbuhan dan saat ini telah dapat dibuat secara sintetik. Pengaruh rangsangan auksin terhadap jaringan berbeda-beda. Rangsangan yang paling kuat terutama adalah terhadap sel-sel meristem apikal, batang dan koleoptil (Rizky, 2014)

Young dan Mulkey (1997) menyatakan bahwa, peningkatan pemanjangan dan pembelahan sel tanaman ketika auksin dalam kadar tinggi. Kadar auksin dalam kadar yang rendah akan berpengaruh menghambat pemanjangan dan pembelahan sel. Perlakuan naungan berpengaruh terhadap kadar auksin tanaman. Tanaman yang terkena naungan akan mengalami pemanjangan sel, khususnya pada batang. Intensitas cahaya rendah yang dihasilkan meningkatkan kadar auksin pada meristem apikal dan

ditranslokasikan untuk merangsang pemanjangan sel tanaman.

Pengaruh auksin terhadap perkembangan sel menunjukkan adanya indikasi bahwa auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesa protein, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air dan melunakkan dinding sel yang diikuti menurunnya tekanan dinding sel sehingga air dapat masuk ke dalam sel yang disertai dengan kenaikan volume (Heddy, 2006)

### 3. Suhu/Temperatur

Peningkatan suhu menyebabkan produktivitas tanaman kopi robusta juga meningkat. Bila suhu lingkungan tidak optimal maka akan terjadi gugur bunga dan buah muda sehingga hasil akhir produksi tanaman rendah. Suhu juga mempengaruhi proses fisiologi tanaman kopi robusta yang nantinya akan berdampak pada produktivitas kopi robusta. Suhu mempengaruhi tanaman dalam beberapa aktivitas fisiologi tanaman seperti pertumbuhan akar, serapan unsur hara dan air dalam tanah, fotosintesis, respirasi, dan translokasi fotosintat. Kecepatan reaksi dipengaruhi oleh suhu, biasanya semakin tinggi suhu maka reaksi makin cepat. Pada suhu optimum sistem

enzim berfungsi dengan baik dan stabil dalam waktu yang lama. Pada suhu lebih dingin (suhu rendah) sistem tetap stabil tetapi tidak berfungsi. Sementara pada suhu tinggi sistem enzim mengalami kerusakan. (Prasetyo et al., 2017)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, data suhu yang didapatkan pada masing-masing ketinggian yaitu berkisar antara 25,1 – 28,6 °C. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Wilson (1999) yang menyatakan bahwa suhu udara rata-rata yang sesuai untuk kopi robusta berkisar antara 24-30 °C. Kopi robusta lebih mudah beradaptasi dengan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan kopi arabika. Suhu udara berpengaruh terhadap panjang ruas batang maupun cabang tanaman kopi.

Suhu udara erat kaitannya dengan laju penguapan dari jaringan tumbuhan ke udara. Jika semakin tinggi suhu udara, maka laju transpirasi akan semakin tinggi. Jika suhu berada di luar batas toleransi, maka kegiatan metabolisme tumbuhan akan terganggu atau malah terhenti.

#### 4. Kelembapan

Kelembapan udara memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman

kopi. Kopi robusta dapat tumbuh baik pada kelembapan udara tinggi maupun rendah.

Kelembapan udara yang tinggi akan memacu pertumbuhan vegetatif dan menekan pertumbuhan generatif. Kelembapan secara tidak langsung juga berperan dalam proses fotosintesis. Ketika kelembapan rendah maka laju transpirasi akan meningkat dan menyebabkan defisit air pada tanaman. Defisit air menyebabkan sebagian atau seluruh stomata menutup dan meningkatkan ketahanan mesofil dan menghalangi masuknya karbondioksida. Selain hal tersebut jika kelembapan udara rendah maka transpirasi akan meningkat. Hal ini memacu akar untuk menyerap lebih banyak air dan mineral dari dalam tanah. Meningkatnya penyerapan nutrisi oleh akar akan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

#### 5. pH Tanah

pH tanah merupakan derajat keasamaan tanah atau keseimbangan antara konsentrasi  $H^+$  dan  $OH^-$  dalam larutan tanah. pH tanah sangat menentukan pertumbuhan dan produksi daun, bahkan berpengaruh pula pada kualitas kehijauan daun. pH tanah yang optimal bagi pertumbuhan kebanyakan tanaman adalah antara 5,6 – 6,0. Kopi Robusta umumnya dapat



tumbuh pada lahan dengan  $\text{pH} > 4,5$  (Heru, *dkk*, 2016). Bila tanah bernuansa basa ( $\text{pH} > 7,0$ ) biasanya tanah tersebut mengandung kalsium yang tinggi sehingga terjadi fiksasi fosfat terhadap tanaman. Pada tanah basa seringkali mengalami defisiensi unsur P.

pada hasil penelitian masing-masing sampel tanaman di ketinggian tempat yang berbeda memiliki pH tanah yang berbeda. Pada ketinggian 400-600 m dpl memiliki pH tanah antara 4,8-5,8. Ketinggian 800-1000 m dpl memiliki pH tanah antara 4,2 - 4,6. Pada ketinggian 1200 m dpl masing-masing sampel memiliki pH tanah berkisar antara 4,2-5,0. Dan di ketinggian 1200++ m dpl memiliki pH tanah pada masing-masing sampel yaitu berkisar antara 6,2 - 6,8.

#### 6. Tekstur Tanah

Kondisi tanah yang baik untuk tanaman kopi robusta, arabika dan liberika umumnya hampir sama, yaitu: (1) Kemiringan tanah kurang dari 30%, (2) Kedalaman tanah efektif lebih dari 100 cm, (3) Tekstur tanah berlempung (*loamy*) dengan struktur tanah lapisan atas remah, (4) Kadar bahan organik lebih besar dari 3,5% atau kadar karbon (C) Lebih besar dari 2%, (5) Nisbah C/N 10-12, (6) Kapasitas tukar kation (KTK) diatas 15 me/100 g tanah, (7) Kejenuhan basa

diatas 35%, (8) Keasamaan tanah (pH) 5,5-6,5, dan (9) Kadar unsur hara N, P, K, Ca, Mg cukup sampai tinggi. Tingkat kesuburan tanah juga mempengaruhi beberapa variasi morfologi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Herison & Turmudi (2010) pada tanaman Uwi disebutkan bahwa penggunaan pupuk dalam budidaya uwi menghasilkan tingkat pertumbuhan dan daya hasil yang signifikan. Akibatnya, penampilan morfologis ukuran daun, batang, dan ukuran umbi berbeda pada tingkat pemupukan yang berbeda. Curah hujan yang diperlukan untuk tanaman kopi robusta yaitu 1.250-2.000 mm. Bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm per bulan). Adapun untuk suhu udara kopi robusta yaitu antara 21-24°C (Ditjenbun, 2012)

Kondisi tanah dataran rendah umumnya remah, gembur, cenderung lempung sampai liat berpasir dan menggumpal dengan kadar bahan organik rendah sampai sedang dan tingkat produktivitasnya rendah. Sedangkan kondisi tanah daerah dataran tinggi memiliki curah hujan yang tinggi (> 1.500 mm/th), tingkat kelembapan tinggi (65-70%) dan suhu udara rendah (<25°C), kondisi tanahnya remah, gembur, lempung berdebu dan kadar bahan

organik tinggi dengan produktivitas sedang sampai tinggi.

Ketinggian tempat dan iklim mempunyai peran penting melalui suhu, ketersediaan cahaya dan air selama pematangan. Ketinggian tempat berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, mutu, dan citarasa kopi. Suhu udara yang lebih rendah dengan fluktuasi yang kecil pada dataran tinggi mendorong pertumbuhan yang lebih lambat dan lebih seragam dalam pematangan buah, sehingga menghasilkan buah yang lebih besar dan padat.

Tanaman kopi dapat dibudidayakan pada berbagai jenis tanah, asalkan pada kedalaman minimal 2 meter terbebas dari genangan air dan mengandung liat dengan kapasitas retensi air yang baik. Keasaman tanah (pH) 5-6, subur dan tidak mengandung kurang dari 2% bahan organik. Sedangkan untuk memenuhi kebutuhan gizi, tanaman kopi perlu unsur nitrogen dan kalium, umumnya kopi yang paling asam berasal dari tanah vulkanik yang kaya bahan organik.

Curah hujan dan tekstur tanah berhubungan erat dengan ketersediaan air di dalam tanah karena pemenuhan kebutuhan unsur bagi tumbuhan

diperoleh melalui penyerapan unsur-unsur hara oleh akar dari tanah bersamaan dengan penyerapan air. Air dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis, tekanan turgor sel, mempertahankan suhu tubuh tumbuhan, transportasi, dan medium reaksi enzimatik.

Selain faktor ekologi diatas, Pengembangan tanaman kopi khususnya jenis Robusta di masyarakat petani seringkali menggunakan bahan tanam asal biji yang tidak jelas tetuanya (*Illegitim*) dengan alasan lebih mudah dan murah. Rentang ketinggian tempat di mana kopi Robusta dikembangkan juga sangat lebar mulai dataran rendah hingga dataran tinggi seperti yang terjadi di wilayah Provinsi Bengkulu (Ditjenbun, 2011). Pola tersebut telah memicu munculnya genotipe-genotipe baru yang memiliki karakteristik fenotipik yang sangat beragam.

Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) secara alami merupakan spesies diploid dan menyerbuk silang (*allogamous*) (Priolli *et al.*, 2008) dan didukung oleh sifat dapat membuahi sendiri (*Self incompatible*) yang dikendalikan oleh lokus tunggal (Lokus-S) (Lashermes *et al.*, 1996). Oleh sebab itu, struktur populasi yang terbentuk bersifat poliformis dan individu-individu yang didalamnya sangat heterozigot (Herrera *et al.*, 2012)

Senyawa antioksidan memiliki peran yang sangat penting dalam kesehatan. Berbagai bukti ilmiah menunjukkan bahwa senyawa antioksidan mengurangi risiko terhadap penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung koroner. Karakter utama senyawa antioksidan adalah kemampuannya untuk menangkap radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif karena memiliki elektron yang tidak berpasangan dalam orbital luarnya sehingga dapat bereaksi dengan molekul sel tubuh dengan cara mengikat elektron molekul sel tersebut (wijaya, 1996). Radikal bebas tersebut dapat mengoksidasi asam nukleat, protein, lemak, bahkan DNA sel dan menginisiasi timbulnya penyakit degeneratif. Senyawa antioksidan yang dihasilkan dari tumbuhan seperti vitamin C, vitamin E, karoten dan golongan fenol terutama polifenol.

Pada uji kandungan antioksidan kopi robusta muria di Kudus dengan menggunakan metode DPPH. Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) merupakan metode invitro yang sering dipilih sebagai pengujian aktivitas antioksidan karena sederhana, mudah, cepat, peka dan memerlukan sedikit sample. Metode ini hanya membutuhkan senyawa DPPH yang bersifat stabil dan senyawa pembanding seperti vitamin A, vitamin C dan

vitamin E. Selain hal tersebut, metode ini tidak memerlukan substrat karena radikal bebas sudah tersedia secara langsung untuk mengganti substrat.

Prinsip dari metode uji aktivitas antioksidan ini adalah pengukuran aktivitas antioksidan secara kuantitatif yaitu dengan melakukan pengukuran penangkapan radikal DPPH oleh suatu senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis sehingga dengan demikian akan diketahui nilai aktivitas perendaman radikal bebas yang dinyatakan dengan nilai  $IC_{50}$  (*Inhibitory Concentration*). Prinsip kerja dari pengukuran ini adalah adanya radikal bebas stabil yaitu DPPH yang dicampurkan dengan senyawa antioksidan yang memiliki kemampuan mendonorkan hidrogen, sehingga radikal bebas dapat diredam.

Hasil yang dapat diamati yaitu dengan perubahan larutan dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna menunjukkan bahwa DPPH telah tereduksi oleh proses donasi/pemberian hydrogen atau elektron dari senyawa antioksidan sehingga warnanya berubah dari violet ke kuning. Dan pengukuran panjang gelombang yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 517 nm.

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode maserasi dengan menggunakan pelarut metanol. Metode maserasi dipilih karena prosesnya yang mudah dan tidak menggunakan suhu tinggi yang mungkin dapat merusak senyawa-senyawa kimia yang memiliki aktivitas antioksidan yang terdapat dalam simplisia kopi robusta.

Hasil dari proses maserasi berupa maserat yang berwarna ungu kemudian dipekatkan. Pemekatan kemudian dilakukan dengan menggunakan *rotary evaporator*. Penguapan pelarut metanol dapat dilakukan dibawah titik didih pelarut yaitu pada suhu 55 °C. Proses ini dilakukan pada suhu tersebut untuk menjaga senyawa aktif yang terkandung tidak rusak karena pemanasan.

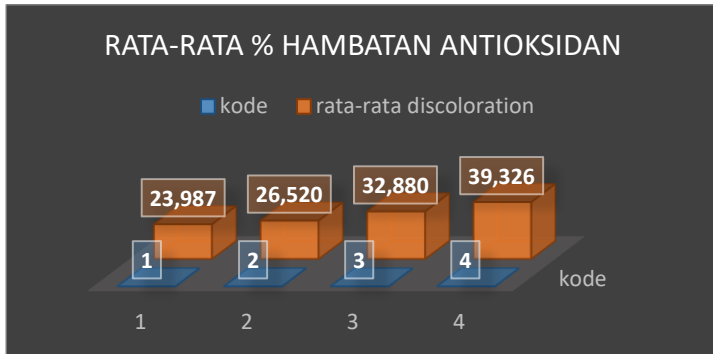
Berikut adalah tabel hasil uji kandungan antioksidan pada kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) di kawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus.

No	Kode	Absorbansi	Aktivitas Antioksidan	Rata-rata % discoloration
			% discoloration	
1	1	0.6239	20.299	23,987
2	1	0.5928	24.272	
3	1	0.5684	27.389	
4	2	0.5835	25.460	26,520
5	2	0.5808	25.805	
6	2	0.5613	28.296	
7	3	0.5966	23.786	32.880
8	3	0.5614	28.283	
9	3	0.5489	29.880	
10	4	0.5451	30.365	39,326
11	4	0.5649	27.836	
12	4	0.5497	29.778	

Tabel 4.7 Nilai absorbnasi dan presentase penghambatan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) Muria di Kudus

Adapun diagram rata-rata % hambatan antioksidan pada kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus.





Gambar 4.15 Diagram rata-rata % hambatan antioksidan pada Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) di kawasan pegunungan Muria Kabupaten Kudus. (a) Ketinggian 400-600 m dpl (b) Ketinggian 800-1000 m dpl (c) Ketinggian 1200 m dpl (d) Ketinggian 1200++ m dpl

Berdasarkan tabel 4.7 diatas menunjukkan bahwa semakin kecil nilai absorbansinya maka semakin tinggi % penghambatan antioksidan. Pada sampel kopi robusta di ketinggian 400-600 m dpl memiliki rata-rata hambatan antioksidan yaitu 23,987%. Pada sampel tanaman kopi robusta pada ketinggian 800-1000 m dpl memiliki rata-rata hambatan antioksidan yaitu 29.520%. pada sampel tanaman kopi robusta pada ketinggian 1200 m dpl memiliki rata-rata hambatan antioksidan yaitu 32,880%. Sedangkan untuk rata-rata hambatan antioksidan sampel kopi robusta di ketinggian 1200++ m dpl yaitu 39,326%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa semakin tinggi ketinggian tempat tanam kopi robusta maka semakin tinggi hambatan antioksidannya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Juniaty Towaha, Asif Aunillah, Eko Heri Purwanto (2014) bahwa Kopi yang tumbuh pada elevasi yang lebih tinggi mempunyai komponen senyawa kimia lebih banyak dibanding kopi yang tumbuh pada elevasi lebih rendah. Selain itu, kopi tersebut mempunyai aroma, *body*, *acidity*, dan *preference* yang lebih baik dan terdapat korelasi positif antara elevasi tempat tumbuh dengan mutu citarasa kopi.

Bertrand *et al.* (2006) menyatakan bahwa ketinggian tempat memiliki dampak yang signifikan terhadap komposisi biji kopi. Konsentrasi asam khlorogenat meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat, asam klorogenat merupakan antioksidan yang baik untuk kesehatan. Hal tersebut sesuai dengan data kandungan antioksidan pada penelitian ini yaitu rata-rata kandungan antioksidan tertinggi kopi robusta terdapat pada ketinggian tempat 1200 ++ m dpl 28,371, kandungan antioksidan pada ketinggian 1200 m dpl yaitu 26,673, kandungan antioksidan pada ketinggian 800 - 1000 m dpl yaitu sebesar 26,469. Dan rata-rata kandungan

antioksidan terendah terdapat pada ketinggian 400-600 m dpl dengan 23,957.

Kandungan kimia biji kopi terdiri dari kafein, trigonelin, lemak, dan asam khlorogenat, merupakan senyawa penting yang terdapat dalam kopi (Lerory *et al*, 2006). Ketinggian tempat juga cenderung memiliki mengurangi rasa pahit.

Unsur hara tanah makro seperti Nitrogen (N), Kalium (K), Bahan Organik (BO) dan Carbon (C) organik mempunyai hubungan yang linier dengan pembentukan metabolit sekunder (Salim, Sitorus, & Ni, 2016)

Sinar matahari merupakan sumber energi terbesar yang digunakan tumbuhan untuk aktivitas fotosintesis. Selain menghasilkan senyawa utama berupa metabolit primer yang mendukung pertumbuhan, proses fotosintesis juga menghasilkan metabolit sekunder dan produk samping berupa ROS (*reactive oxygen species*). ROS bersifat toksik dan berpotensi merusak komponen fotosintesis. Keberadaan ROS dapat direduksi dan dikontrol oleh senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan dan enzim anti oksidatif. Aktivitas antioksidan dapat menjaga sel intraseluler mempertahankan kadar ROS pada level yang rendah (Shebis *et al.*, 2013). Organ yang berperan penting dalam

proses fotosintesis adalah daun, karena daun mengandung kloroplas yang berfungsi untuk menangkap sinar matahari. Rhodes dan Yemm (1965) menyebutkan bahwa jumlah kloroplas pada daun dipengaruhi oleh paparan cahaya yang terlalu lama. Kloroplas akan terdiferensiasi oleh paparan cahaya yang terlalu lama. Kloroplas akan terdiferensiasi dan mengakumulasi lebih banyak protein, lemak, dan pigmen fotosintesis (Biswal *et al.*, 2003). Paparan sinar matahari akan meningkatkan produksi metabolit sekunder, namun jika paparan sinar matahari terlalu berlebihan menyebabkan produksi metabolit sekunder menurun (Ibrahim dan Jaafar, 2012).

Proses pembentukan metabolit sekunder tiap spesies tumbuhan merupakan suatu proses yang kompleks dimana terdapat interaksi antara proses biosintesis, transport, penyimpanan dan proses degradasi. Proses-proses tersebut diatur oleh gen. Pengaruh ontogeni sangat tampak terhadap sintesis metabolit sekunder pada tumbuhan, biasanya akan terjadi peningkatan kandungan tersebut dengan meningkatnya usia tumbuhan. Namun, tidak selalu demikian pada semua tumbuhan dan hal ini sangat tergantung pada tahap-tahap perkembangan tumbuhan yang berbeda-beda. Sedangkan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi produksi

metabolit sekunder antara lain iklim, tempat tumbuh, lingkungan hidup tumbuhan dan metode penanaman. Oleh karena itu, sangat memungkinkan adanya perbedaan kandungan senyawa bioaktif atau metabolit sekunder yang terkandung dalam suatu tanaman apabila ditanam pada lokasi atau daerah yang berbeda (Evi Mintowati Kuntorini, Maria Dewi Astuti, 2010)

Robbers *et al.* (1996) menyatakan bahwa sintesis senyawa bioaktif pada tumbuhan dipengaruhi oleh 3 faktor utama, yaitu: hereditas (komponen genetik), ontogeni (tahap perkembangan) dan lingkungan. Faktor hereditas menimbulkan dua macam perubahan yaitu perubahan secara kuantitatif dan kualitatif, sedangkan perubahan yang disebabkan oleh pengaruh tahap perkembangan dan lingkungan terutama bersifat kuantitatif.

Produksi metabolit sekunder dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti menurut Sholekah (2017) yang menyatakan bahwa cahaya, pH, aerasi dan mikroorganisme akan mempengaruhi produksi senyawa metabolit sekunder. Sehingga tentunya pada setiap ketinggian berbeda dimana ketinggian tempat juga berpengaruh terhadap suhu lingkungan akan

mempengaruhi proses biokimia yang terdapat pada tanaman.

#### **D. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini telah diusahakan dan dilaksanakan sesuai dengan prosedur ilmiah, namun demikian masih memiliki keterbatasan yaitu:

1. Keterbatasan alat dan bahan laboratorium yang digunakan dalam penelitian sehingga peneliti melakukan penelitian di luar universitas dan data penelitian yang didapatkan kurang menyeluruh.
2. Penelitian yang dilakukan terkadang tidak sesuai dengan teori yang sudah ada dikarenakan faktor alam seperti cuaca yang tidak dapat diprediksi sehingga data ekologi yang didapatkan kurang sesuai dengan data yang seharusnya.
3. Pada pengukuran panjang gelombang telah digunakan ketetapan standar panjang gelombang yaitu 517 nm sehingga pada penelitian ini tidak dilakukan kembali pengukuran panjang gelombang.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian “Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Karakter Morfologi Vegetatif Dan Kandungan Antioksidan Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) Di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus” didapatkan 2 data dendogram. Dendogram 1 bersdasarkan karakter morfologi dan karakter ekologi dengan menggunakan 5 sampel pada masing-masing ketinggian tempat terdiri dari 4 kelompok/cluster sampel. Kelompok 1 terdiri dari sampel tanaman yang berada pada ketinggian 1200 m dpl yaitu C4, C5, C3, C1 dan C2 dengan nilai indeks similaritas 77%. Kelompok 2 terdiri dari sampel B2, B3, B4, B5 dan B1 yang berada pada ketinggian 800-1000 m dpl dengan nilai indeks similaritas 65%. Kelompok 3 terdiri dari semua sampel tanaman kopi robusta A3, A5, A4, A2 dan A1 di ketinggian 400-600 m dpl dengan nilai indeks similaritas 79%. Dan kelompok 4 terdiri dari semua sampel tanaman yang berada pada ketinggian 1200++ m dpl yaitu D3, D4, D2, D1 dan D5 dengan nilai indkes similaritas 78%. Berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan data



ekologi hasil dari analisis kekerabatan semua sampel tanaman kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) berada dalam satu kelompok dengan sampel tanaman lain yang berada pada ketinggian tanam yang sama.

Pada dendogram satu semua sampel tanaman pada masing-masing ketinggian tempat memiliki indeks similaritas diatas 60%. Hal tersebut berarti semua sampel pada masing-masing ketinggian memiliki banyak persamaan sehingga sampel tersebut mengelompok berdasarkan persamaan karakter yang dimiliki.

Pada dendogram dua berdasarkan karakter morfologi, karakter ekologi dan karakter fitokimia dengan menggunakan tiga sampel pada masing-masing ketinggian tempat didapatkan hasil 3 kelompok/cluster sampel dengan indeks similaritas yaitu antara 57%-68%. Kelompok 1 terdiri dari sampel B2, B3, C1, C2, B1 dan C3 dengan indeks similaritas 68%. Sampel B terdapat pada ketinggian tempat 800-1000, dpl sedangkan sampel C terdapat pada ketinggian 1200++ m dpl. Kelompok 2 terdiri dari sampel yang berada pada ketinggian 1200++ m dpl yaitu D2, D3 dan D1 dengan indeks similaritas 57% dan kelompok 3 terdiri dari sampel yang berada pada

ketinggian 400-600 m dpl yaitu A1, A2 dan A3 dengan indeks similaritas 64%.

Hasil dendogram dua terdapat dua kelompok yang memiliki indeks similaritas diatas 60% yaitu kelompok 1 dan kelompok 3 sedangkan kelompok 2 dibawah 60%. Kelompok yang memiliki indeks similaritas memiliki banyak persamaan karakter dibanding sampel yang memiliki indeks similaritas dibawah 60%.

Ketinggian tempat berpengaruh terhadap kekerabatan antar spesies tanaman kopi robusta dengan berdasarkan karakter morfologi, ekologi dan kandungan antioksidan. Adapun faktor yang berpengaruh diantaranya yaitu suhu, kelembapan, intensitas cahaya dan pH tanah.

Kandungan antioksidan pada masing-masing ketinggian tempat berbeda. Semakin kecil nilai absorbansinya maka semakin besar % hambatan antioksidan. Dan Semakin tinggi ketinggian tempat tanam kopi robusta maka semakin banyak penghambatan antioksidan. Selain hal tersebut, semakin tinggi ketinggian tempat tanam maka tanaman kopi robusta di Muria akan semakin pendek dan memiliki daun yang lebih kecil dan berkerut.

## **B. Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut uji  $IC_{50}$  pada kopi robusta Muria di Kudus sehingga dapat diketahui konsentrasi ekstrak sampel yang dapat menghambat proses oksidasi sebesar 50%.
2. Hasil clustering data spesimen daun yang lebih baik juga dapat diperoleh dengan beberapa cara diantaranya yaitu pengaturan terhadap data spesimen daun agar tersebar merata di setiap taksa, pemilihan yang lebih seksama terhadap karakter spesimen daun untuk memperoleh karakter-karakter yang sepenuhnya mewakili variasi morfologi daun pada tingkatan taksa tertentu.
3. Saran yang diajukan untuk eksplorasi kinerja taksonometri secara umum adalah penggunaan karakter morfologi tumbuhan lainnya, misalnya morfologi bunga, untuk analisis taksonometri. Penggunaan kombinasi morfologi daun dengan morfologi tumbuhan lainnya, seperti bunga, batang, dan akar.
4. Penelitian selanjutnya sebaiknya pengamatan dilakukan di wilayah pegunungan yang lain sebagai perbandingan hubungan kekerabatan dan kandungan

antioksidan pada kopi robusta di Muria Kabupaten Kudus.

5. Agar hasil analisa kekerabatan lebih signifikan, sebaiknya dilakukan karakterisasi pada karakter seperti anatomi, kariologi, fitokimia (selain kandungan antioksidan) dan lain sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andini, D., Mulangsri, K., Budiarti, A., & Saputri, E. N. (2017). Aktivitas Antioksidan Fraksi Dietileter Buah Mangga Arumanis (*Mangifera indica* L.) dengan Metode DPPH. *Jurnal Pharmascience*, 04(01), 85–93.
- Avelino, J., Barboza, B., Araya, J.C., Fonseca, C., Davrieux, F., Guyot, B., & Cilas, C. (2005). Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Maria de Dota. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 85, 1869-1876
- Beksono, H. R. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dengan Metode DPPH. *Skripsi*.
- Budi Irawan, S. M. dan A. R. (2013). Mangrove Rhizophoraceae Berdasarkan. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Nuklir*, 289–297.
- Cahyani, Y. N. (2015). Perbandingan Kadar Fenol Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Arabika (*Coffea arabica*). *Skripsi*.
- Ciptaningsih, E. (2012). *Uji aktivitas antioksidan dan karakteristik fitokimia pada kopi luwak arabika dan pengaruhnya terhadap*

*tekanan darah tikus normal dan tikus hipertensi. Tesis.*

Daslin, A., Sayurandi., Sekar W. 2007. Analisis Kekerabatan Genetik Populasi F1 Hasil Persilangan Tetua Tanaman Karet Penghasil Lateks dan Kayu Berdasarkan Penanda RAPD. *Jurnal Penelitian Karet*, 25 (02): 1-9

Da-Silva, E.A., Mazzafera, P., Brunini, O., Sakai, E., Arruda, F.B., Mattoso, L.H.C., ... Pires, R.C.M. (2005). The influence of water management and environmental conditions on the chemical composition and beverage quality of coffee beans. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(2), 229-238

Ditjenbun. 2011. *Statistik Perkebunan Indonesia. Kopi*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta

Fatimah, S. (2013). Analisis Morfologi Dan Hubungan Kekerabatan Sebelas Jenis Tanaman Salak (*Salacca zalacca* (Gertner) Voss Bangkalan. *AGROVIGOR*, 6(1), 1-15.

George, J. 2014. Screening and antimicrobial activity of *Canna indica* against Clinical Pathogens Bioactive. *International Journal for Live Science and Education*, 2 (03): 85-88

Gifford, E. M & Foster, A. S. 1974. *Comparative Morphology of Vascular Plants*. Sanfransisco: University of California.

- Graf, A. 1992. *Hortica: Colour Encyclopedia of Garden Flora and Indoor Plant*. New Jersey: Roehrs company.
- Hasanah, B. S. N. (2015). *Hubungan Kekerbatan Dalam Canna Berdasarkan Karakter Morfologi Di Kota Batu*. Skripsi.
- Herrera, J. C., H. A. Cortina, F. Anthony, N. S. Prakash, P. Lashermes, A. L. Gaitan, M. A. Cristancho, R. Acuna, and D.R. Lima. 2012. *Coffea (Coffea spp.)*. In *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement–Medicinal Plants*. CRC Press. p. 589-640.
- Henuhili, V. (2004). Pemuliaan Tanaman Sebagai Suatu Usaha Peningkatan Potensi Tanaman Anggrek di Indonesia.pdf. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian MIPA Dan Pendiidkan Mlpa*, 257–262.
- Herison, C., & Turmudi, E. (2010). Studi Kekerbatan Genetik Akses Uwi ( *Dioscorea* sp ) yang dikoleksi dari Beberapa Daerah di Pulau Jawa dan Sumater, *13*(1), 55–61.
- Hulupi, R. dan A. Sipayung. 2005. Varietas kopi arabika dari Sumatera Utara "Sigarar Utang". *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia* 21 (1): 49-59.
- Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z., 2012, Primary, Secondary Metabolites, H2O2, Malondialdehyde and Photosynthetic Response of

Orthosiphon stimaneus Benth. To Different Irradiance Levels.  
*Molecules* 17, 1159-1176

Ilham. (2018). Strategi Pengembangan Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Di Kecamatan Sinjai Borong Kabupaten Sinjai. *Skripsi*.

ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2019. *Coffea*  
L.[www.itis.gov](http://www.itis.gov)[serialonline].[http://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search](http://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search)

<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/12/12/indonesia-masuk-daftar-negara-konsumsi-kopi-terbesar-dunia>  
diakses pada tanggal 24 Desember 2019 pukul 16.40 WIB

<http://www.paresmapa.or.id/2017/11/nama-nama-puncakgunung-muria.html> diakses pd tanggal 17 Juni 2019  
pukul 21. 52 WIB

Juniaty Towaha, Asif Aunillah, Eko Heri Purwanto, H. S. (2014).  
*Pengaruh Elevasi dan Pengolahan terhadap Kandungan Kimia dan Citarasa Kopi Robusta Lampung*, 1(1), 57-62.

Jones, S. B. & A. E. Luchsinger. 1986. *Plant Systematic*. San Fransisco: Mc Graw-Hill book Company.



Lashermes, P., E. Couturon, N. Moreau, M. Paillard, and J. Louarn. 1996. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theor. Appl. Genet.* 93: 458-462.

Marcelinda, A., & Ridhay, A. (2016). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Limbah Kulit Ari Biji Kopi (*Coffea* sp) Berdasarkan Tingkat Kepolaran Pelarut The Atioxidant Activity Of Husk Coffea (*Coffea* sp) Extract Base On Various Levels Of Polar Solvent. *Online Jurnal of Natural Science*, 5(1), 21–30.

Muhammad Fuad Anshori. (2014). Analisis Keragaman Morfologi Koleksi Tanaman Kopi Arabika Dan Robusta Balai Penelitian Tanaman Industri Dan Penyegar Sukabumi. *Skripsi*.

Mustaqim, Abdullah. 2013. Etika Pemanfaatan Kenekaragaman Hayati Dalam Perspektif Al-Qur'an. *Hermeneutik*. 9 (2). 389-406.

M. Subandi. (2011). *Budidaya tanaman perkebunan*. Bandung.

Naeli Farhaty, M. (n.d.). Tinjauan Kimia Dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat Pada Biji Kopi : Review. *Farmaka*, 14, 214–227.

Najoan, J. J., Runtuwene, M. J. R., & Wewengkang, D. S. (2016). Uji Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Tiga (*Allophylus cobbe* L.). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(1), 266–27

- Nugroho, L Hartanto, Purnomo dan Issirep Sumardi. 2006. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Jakarta: Penebar Swaday Tambaru,
- Prasetyo, S. B., Aini, N., & Maghfoer, D. (2017). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Kopi Robusta ( *Coffea robusta* ) Di Kabupaten Malang. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(5), 805–811.
- Pristiana, D. Y., & Susanti, Siti, N. (2017). Antioksidan dan Kadar Fenol Berbagai Ekstrak Daun Kopi ( *Coffea sp .* ): *Potensi Aplikasi Bahan Alami untuk Fortifikasi Pangan*, 6(2), 89–92.
- Raharjeng, Anita Restu Puji. 2015. Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Hubungan Kekerabatan Tanaman *Sansevieria trifasciata* L. *Jurnal Biota*. 1(1). 33-41
- Rima Indhirawati, Aziz Purwanto, P. B. (2015). Karakterisasi morfologi dan molekuler jagung berondong stoberi dan kuning (*Zea mays* L. kelompok Everta). *Vegetalika*, 4(1), 102–114.
- Ris Irianto, Alnopri, P. (2013). Identifikasi Dan Deskripsi Kopi Robusta Lokal Pada Beberapa Ketinggian Tempat Di Kabupaten Kepahiang. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 2.

- Rollando, Rollando. 2018. Penelusuran Potensi Aktifitas Antioksidan Jantung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.). Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik. 15 (1). 37-44
- Robbers JE, Speedle MK and Tyler VE. 1996. *Pharmacognosy and Pharmacobiotechnology*. Williams & Wilkins. Baltimore. 10-11
- Salisbury, F. B. dan Ross, C. W. 1995. Fisiologi Tanaman. Jilid 3. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Salamah, N., & Widyasari, E. (2015). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kelengkeng (*Euphoria longan* (L) Steud.) Dengan Metode Penangkapan Radikal 2,2'-Difenil-1-Pikrilhidrazil. *Pharmaciana*, 5(1), 25-34.
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Shebis, Y., ILuz, D., Tahan, Y.K., Dubinsky, Z & Yehoshua, Y., 2013. Natural Antioxidant : Function and Sources. *Food and Nutrition Sciences* 4, 634-649
- Singh, G. 1999, *Plant Systematics*, India :Science Publishers Inc
- Sneath & Sokal 1973. *Numerical Taxonomy*. San Francisco: W.H. Freeman and Company 92

- Soetriono. (2009). Strategi peningkatan daya saing agribisnis kopi robusta dengan model daya saing tree five. *Paper presented at Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Agribisnis Berorientasi Kesejahteraan Petani 14 Oktober 2009*. Bogor.
- Tenda E, Tulalo M & Miftahurrachman. 2009. Hubungan Kekerabatan Genetik Antar Sembilan Aksesori Kelapa Asal Sulawesi Utara. *Jurnal Littri*. 15(3): 139–144
- Tjitrosoepomo, G. 2003. *Morfologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta
- Utami, Novi Fajar, *dkk*. 2018. Uji Aktivitas Antioksidan Dari Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora* P.) Berdasarkan Perbedaan Ekologi Dataran Tinggi Di Pulau Jawa. *Jurnal Fitofarmaka*. 8(1). 60-65.
- Wardiana, E., Penelitian, B., Industri, T., Raya, J., Km, P., & Indonesia, S. (2015). *Kualitas Biji Empat Klon Kopi Robusta Di Tanah Podsolik Merah Kuning Lampung Utara* , 2(2), 107–112.
- Widyastuti, N. (2010). Pengukuran Aktivitas Antioksidan dengan Metode Cuprac, DPPH, dan Frap serta Korelasinya dengan Fenol dan Flavonoid pada Enam Tanaman. *Skripsi*.
- Wijaya A, 1996. Radikal Bebas dan Parameter Status Antioksidan. *Forum Diagnosticum, Prodia Diagnostic Educational Services* No 1: 1–12.

W. Brand-Williams, M. E. C. and C. B. (1995). *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity*, 30, 25–30.

Yahmadi M. 2007. *Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia*. Surabaya(ID): Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia

Zuhriyah, Aini. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Dan Penetapan Kadar Fenol Total Fraksi-Fraksi Ekstrak Etanol Daun Benalu Kelor (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.). *Skripsi*

## LAMPIRAN

1. Tabel Pengukuran panjang dan lebar daun kopi robusta di berbagai ketinggian
  - a. Data ketinggian 400-600 m dpl (Lokasi di Air terjun Montel, Muria Kudus)

No.	PARAMETER	Sampel																									
		P1					P2					P3					P4					P5					
		R1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
1	P. Daun	37,3	25,7	27,4	22,8	22,9	22,4	22,1	22,0	22,8	21,8	22,1	22,2	22,0	21,8	22,3	22,5	22,4	22,0	22,1	22,8	22,3	22,5	22,1	22,4	22,5	9,3
2	L. Daun	18,2	12,5	17,7	9,4	8,5	12,2	11,7	9,0	11,3	9,6	11,0	11,0	9,8	8,3	12,2	11,1	11,4	11,0	9,2	11,2	11,0	11,0	11,0	11,4	11,2	20,2
3	Jumlah total panjang Daun	137,4 cm					108,7 cm					107,2 cm					121,1 cm					103,7 cm					
4	Rata-rata panjang daun	27,48 cm					21,74 cm					21,44 cm					24,22 cm					20,74 cm					
5	Jumlah total lebar daun	60,4 cm					54 cm					50,9 cm					57,1 cm					64,1 cm					
6	Rata-rata lebaar daun	12,16 cm					10,8 cm					10,18 cm					11,42 cm					12,82 cm					

**b. Air terjun air tiga rasa rejenu (800-1000 m dpl)**

N O	PARAM ETER	Sampel																								
		P1					P2					P3					P4					P5				
		R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
1	P. Daun	2 0, 5	1 , 5	2 , 5	2 , 5	2 , 5	2 0	2 2	1 , 9	2 , 8	2 , 7	2 , 8	2 0	2 0	1 , 8	2 1	2 2	2 2	2 2	2 2	1 , 2	2 0	2 , 4	2 1	2 4	
2	L. Daun	1 0	9 , 5	1 1	1 1	1 2	8 5	8 3	7 , 7	8 , 9	8 , 9	8 , 1	8 1	8 5	1 , 5	1 1	8 , 3	8 , 8	8 , 8	1 5	6 , 7	7 , 5	9 , 7	8 8	1 0, 3	
3	Jumlah total panjang Daun	105 cm					105,4 cm					97,8 cm					116 cm					106,1 cm				
4	Rata- rata panjang daun	21 cm					21,08 cm					19,56 cm					23,2 cm					21,22 cm				
5	Jumlah total lebar daun	53,5 cm					41,4 cm					43,5 cm					51,9 cm					42,2 cm				
6	Rata- rata lebaar daun	10,7 cm					8,28 cm					8,7 cm					10,38 cm					8,44 cm				

**c. Perkebunan kopi Agrojangbangan Ketinggian 1200**

N O	PARAM ETER	Sampel																								
		P1					P2					P3					P4					P5				
		R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
1	P. Daun	1 6, 5	2 4, 2	2 4	3 3	2 0	1 8	2 0	2 1	2 2	2 1	1 8	3 0	2 9	1 9	1 9	1 9	2 2	2 3	2 5	2 2	2 1	1 9	2 3	2 3, 3	2 8





3	Jumlah total panjang Daun	87,5 cm	84,4 cm	92,1 cm	97,6 cm	69,2 cm
4	Rata-rata panjang daun	17,5 cm	16,88 cm	18,42 cm	19,52 cm	13,84 cm
5	Jumlah total lebar daun	66,2 cm	37,7 cm	42,8 cm	49,9 cm	40,5 cm
6	Rata-rata lebar daun	13,24 cm	7,54 cm	8,56 cm	9,98 cm	8,1 cm

## 2. Tabel diameter batang kopi robusta

No.	sampel	Diamter batang
1	A1	19,6 cm
2	A2	21,6 cm
3	A3	14,9 cm
4	A4	12 cm
5	A5	14,4 cm
6	B1	22,4 cm
7	B2	20,6 cm
8	B3	20,2 cm
9	B4	18,2 cm
10	B5	26 cm
11	C1	34,4 cm
12	C2	36,2 cm
13	C3	25,7 cm
14	C4	28,2 cm
15	C5	30,4 cm
16	D1	21,3 cm
17	D2	26,3 cm
18	D3	20,4 cm
19	D4	18,5 cm
20	D5	16,2 cm

**3. Data karakter morfologi vegetatif kopi robusta (*Coffea canephora*) di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus**

No	Sampel	Bangun-daur	Panjang-daur	Lebar-daur	Ukuran-daur	Ujung-daur	Pangkal-daur	Te-pi-daur	WAPD	Kerapatan-stomata	Diameter-batang	Warna-batang	Percabangan-batang
1	A1	Jorong	137,4 Cm	60,4 Cm	2,3 :1	Me-mb-ula-t	Tu-mp-ul	Be-ro-mp-ak	Hijau Tua (++)	Jara- ng	19,6 Cm	Hijau Ke-co- kel-ata- n	Mo- nop- odi- al
2	A2	Jorong	108,7 Cm	54 Cm	2: 1	Me-mb-ula-t	Me-mb-ula-t	Be-ro-mp-ak	Hia- ju Tua	Jara- ng	21,6 Cm	Hijau Ke-co- kel-ata- n	Sim- pod- ial
3	A3	Me-man-jang	107,2 Cm	50,9 Cm	2: 1	Me-mb-ula-t	Tu-mp-ul	Be-ro-mp-ak	Hia- ju Mu-da	Rap- at	14,9 Cm	Hijau Ke-co- kel-ata- n	Sim- pod- ial
4	A4	Jorong	121,2 Cm	57,1 Cm	2,1: 1	Tu-mp-ul	Me-mb-ula-t	Be-ro-mp-ak	Hijau Tua	Jara- ng	12 Cm	Hijau Ke-co- kel-ata- n	Mo- nop- odi- al

5	A 5	Jorong	10 3,7 Cm	64, 1 Cm	1, 6: 1	Tu mp ul	Tu mp ul	Be ro mb ak	Hij au Tu a (+)	Rap at	14, 4 Cm	Co kel at	Sim pod ial
6	B 1	Jorong	10 5 Cm	53, 5 Cm	2: 01	Tu mp ul	Tu mp ul	Be rin ggi t	Hij au Tu a (+)	Rap at (+)	22, 4 Cm	Hij au Ke co kel ata n	Mo nop odi al
7	B 2	Me man jang	10 5,4 Cm	41, 4 Cm	2, 5: 1	Tu mp ul	Tu mp ul	Be rin ggi t	Hia jau Tu a (+)	Rap at	20, 6 Cm	Co kel at	Mo nop odi al
8	B 3	Me man jang	97, 8 Cm	43, 5 Cm	2, 2: 1	Tu mp ul	Tu mp ul	Be ro mb ak	Hij au Tu a (+ +)	Rap at	20, 2 Cm	Co kel at	Sim pod ial
9	B 4	Me man jang	11 6 Cm	51, 9 Cm	2, 7: 1	Me mb ula t	Tu mp ul	Be rin ggi t	Hij au Mu da	Rap at (++ )	18, 2 Cm	Hia ju Ke co kel ata n	Mo nop odi al
1 0	B 5	Me man jang	10 6,1 Cm	42, 2 Cm	2, 5: 1	Tu mp ul	Tu mp ul	Be ro mb ak	Hij au Mu da	Rap at (++ )	26 Cm	Ho jau Ke co kel ata n	Sim pod ial
1 1	C 1	Me man jang	11 9 Cm	53, 8 Cm	2, 2: 1	Tu mp ul	Tu mp ul	Be rin	Hij au Tu	Rap at	34, 4 Cm	Hij au Ke	Sim pod ial

									ggi t	a (+)			co kel ata n	
1 2	C 2	Me man jang	10 1,6 Cm	46, 6 Cm	2, 2: 1	Tu mp ul	Tu mp ul	Be rin ggi t	Hia ju Tu a (+ +)	Rap at	36, 2 Cm	Co kel at	Mo nop odi al	
1 3	C 3	Joro ng	11 6, 1 Cm	58, 8 Cm	2: 01	Tu mp ul	Tu mp ul	Be ro mb ak	Hij au Tu a (+)	Jara ng	25, 7 Cm	Co kel at	Sim pod ial	
1 4	C 4	Joro ng	11 2,7 Cm	56, 8 Cm	2: 01	Tu mp ul	Tu mp ul	Be rte pi Rat a	Hij au Tu a (+ +)	Rap at (+)	28, 2 Cm	Hij au Ke co kel ata n	Mo nop odi al	
1 5	C 5	Joro ng	11 5 Cm	60 Cm	1, 9: 1	Tu mp ul	Tu mp ul	Be ro mb ak	Hja u Tu a (+ +)	Rap at (+)	30, 4 Cm	Hia ju Ke co kel ata n	Mo nop odi al	
1 6	D 1	Me man jang	87, 5 Cm	66, 2 Cm	1, 3: 1	Me ru nci ng	Tu mp ul	Be rin ggi t	Hij au Tu a (+ +)	Rap at	21, 3 Cm	Co kel at Ke put iha n	Mo nop odi al	
1 7	D 2	Me man jang	84, 4 Cm	37, 7 Cm	2, 2: 1	Me ru nci ng	Me ru nci ng	Be ro mb ak	Hij au Tu a	Jara ng	26, 3 Cm	Co kel ata Ke	Sim pod ial	

									(+ +)			put iha n	
1 8	D 3	Me man jang	92, 1 Cm	42, 8 Cm	2, 1: 1	Me mb ula t	Tu mp ul	Be rin ggi t	Hja u Tu a (+)	Jara ng	20, 4 Cm	Hij au Ke co kel ata n	Mo nop odi al
1 9	D 4	Joro ng	97, 6 Cm	49, 9 Cm	2: 01	Me ru nci ng	Tu mp ul	Be ro mb ak	Hij au Tu a	Jara ng	18, 5 Cm	Hia ju Ke co kel ata n	Sim pod ial
2 0	D 5	Joro ng	69, 2 Cm	40, 5 Cm	1, 7: 1	Tu mp ul	Me mb ula t	Be rin ggi t	Hij au Tu a (+ +)	Rap at	16, 2 Cm	Hij au Ke co kel ata n	Mo nop odi al

#### 4. Data Karakter Ekologi Kopi Robusta Di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus

No	sampel	Intensitas cahaya	Suhu	kelembapan	Elevasi (m dpl)	pH tanah
1	A1	287	26,9	81	400-600	5,5
2	A2	760	26,5	80	400-600	4,9
3	A3	510	26,2	79	400-600	5,8
4	A4	750	26,9	79	400-600	4,8
5	A5	570	26,7	78	400-600	5,2
6	B1	1	25,7	81	800-1000	4,2

7	B2	1	25,5	80	800-1000	4,6
8	B3	1	25,9	78	800-1000	4,2
9	B4	1	25,7	79	800-1000	4,6
10	B5	1	25,1	80	800-1000	4,5
11	C1	561	28,3	79	1200	5
12	C2	435	28,5	75	1200	4,6
13	C3	109	28,3	74	1200	4,2
14	C4	84	28,5	75	1200	5
15	C5	101	28,4	73	1200	5
16	D1	711	28,5	74	1200++	6,8
17	D2	975	28,3	73	1200++	6,2
18	D3	519	28,6	72	1200++	6,8
19	D4	600	28,5	74	1200++	6,8
20	D5	614	28,4	73	1200++	6,8

## 5. Data Antioksidan Kopi Robusta di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus

Konsentrasi kopi 1%

Blanko: 0.7828

No	Kode	Absorbansi	Aktivitas Antioksidan
			% discoloration
1	1	0.6239	20.299
2	1	0.5928	24.272
3	1	0.5684	27.389
4	2	0.5835	25.460
5	2	0.5808	25.805
6	2	0.5613	28.296
7	3	0.5966	23.786

8	3	0.5614	28.283
9	3	0.5489	29.880
10	4	0.5451	30.365
11	4	0.5649	27.836
12	4	0.5497	29.778

Keterangan:

Kode 1: Kopi robusta Muria di ketinggian 400-600 md pl

Kode 2: kopi robusta Muria di ketinggian 800-1000 m dpl

Kode 3: kopi robusta Muria di ketinggian 1200 m dpl

Kode 4: kopi robusta Muria di ketinggian 1200++ m dpl

**6. Skoring data biner karakter morfologi vegetatif dan data ekologi Kopi Robusta di Kawasan Pegunungan Muria Kabupaten Kudus dengan menggunakan 5 sampel tanaman pada masing-masing ketinggian**

N o	Karakter/Ci ri	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5
1	Bangun daun memanjang	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
2	Bangun daun jorong	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1

3	Panjang daun 61-80 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	Panjang daun 81-100 cm	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
5	Panjang daun 101-120 cm	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
6	Panjang daun 121-140 cm	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	Lebar daun 31-50 cm	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	
8	Lebar daun 51-60 cm	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	
9	Lebar daun 61-70 cm	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
10	Perbandingan Bangunan daun 1-1,5:1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
11	Perbandingan bangun daun 1,5-2:1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
12	Perbandingan daun 2,5-3;1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0





2 2	Warna permukaan daun hijau muda	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 3	Kerapatan stomata jarang	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
2 4	Kerapatan stomata rapat	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
2 5	Kerapatan stomata rapat (+)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2 6	Diameter batang 11-20 cm	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2 7	Diameter batang 21-30 cm	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
2 8	Diameter batang 31-40 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2 9	Batang hijau kecokelatan	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
3 0	Warna batang coklat	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0





**7. Data biner dengan menggunakan 3 sampel kopi robusta pada masing-masing ketinggian tempat berdasarkan karakter morfologi vegetatif, data ekologi dan % hambatan antioksidan**

No	Karakter/Ciri	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Bangun daun memanjang	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
2	Bangun daun jorong	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
3	Panjang daun 61-80 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Panjang daun 81-100 cm	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
5	Panjang daun 101-120 cm	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
6	Panjang daun 121-140 cm	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Lebar daun 31-50 cm	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1

8	Lebar daun 51-60 cm	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
9	Lebar daun 61-70 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10	Perbandingan Bangun daun 1-1,5:1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	Perbandingan bangun daun 1,5-2:1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
12	Perbandingan daun 2,5-3;1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
13	Ujung daun membulat	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
14	Ujung daun tumpul	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
15	Pangkal daun tumpul	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Pangkal daun membulat	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Tepi daun berombak	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
18	Tepi daun beringgit	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
19	Warna permukaan atas	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0

	daun hijau tua (++)												
20	Warna permukaan daun hijau tua (+)	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1
21	Warna permukaan daun hijau tua	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Warna permukaan daun hijau muda	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Kerapatan stomata jarang	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
24	Kerapatan stomata rapat	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
25	Kerapatan stomata rapat (+)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Diameter batang 11-20 cm	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
27	Diameter batang 21-30 cm	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
28	Diameter batang 31-40 cm	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
29	Batang hijau kecokelatan	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
30	Warna batang coklat	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0

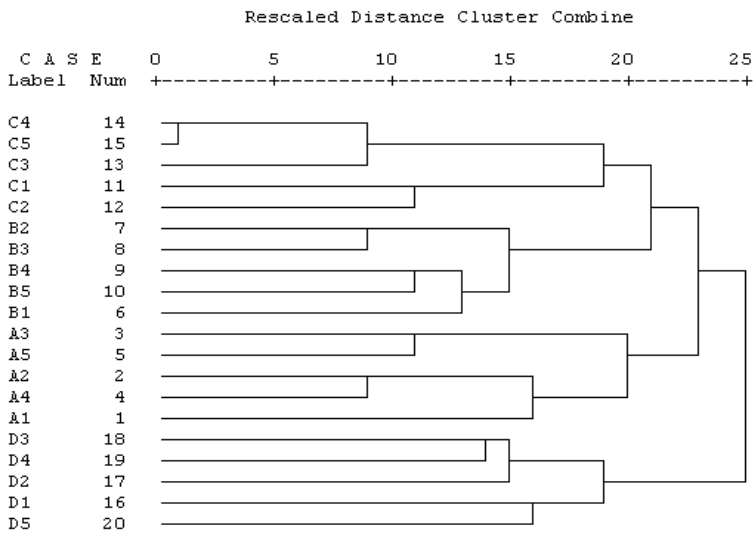
31	Batang coklat keputihan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
32	Percabangan batang monopodial	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
33	Percabangan batang simpodial	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
34	pH tanah 4,1-5,0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
35	pH tanah 5,1-6,0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	pH tanah 6,1-7,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
37	Ketinggian 400-600 m dpl	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Ketinggian 800-1000 m dpl	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
39	Ketinggian 1200 m dpl	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
40	Ketinggian 1200++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
41	Antioksidan 20,001-25,000	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
42	Antioksidan 25,001-30,000	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
43	Antioksidan 30,001-35,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
44	Suhu 25,0-26,9 °C	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
45	Suhu 27,0-28,9 °C	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1



46	Kelembapan 71%-75%	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
47	Kelembapan 76%-80%	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
48	Kelembapan 81%-85%	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	Intensitas cahaya 1-200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
50	Intensitas cahaya 201-400	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	Intensitas cahaya 401-600	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
52	Intensitas cahaya 601-800	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
53	Intensitas cahaya 801-1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
54	Intensitas cahaya >1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0

**8. Hasil analisis kekerabatan dengan menggunakan dendrogram berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan data ekologi dengan menggunakan 5 sampel tanaman pada masing-masing ketinggian tempat**

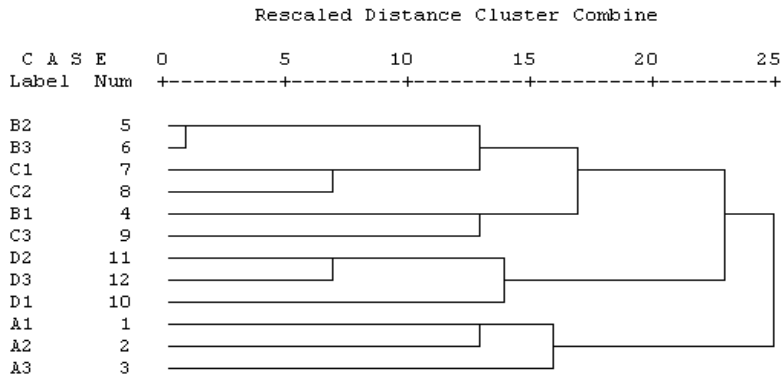
Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



**9. Hasil analisis kekerabatan dengan menggunakan dendrogram berdasarkan karakter morfologi vegetatif, data ekologi dan %hambatan antioksidan dengan menggunakan 3 sampel tanaman pada masing-masing ketinggian tempat**

\*\*\*\*\* H I E R A R C H I C A L C L U S T

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



## 10. Prosedur uji kandungan antioksidan kopi robusta



(a)



(b)



(c)



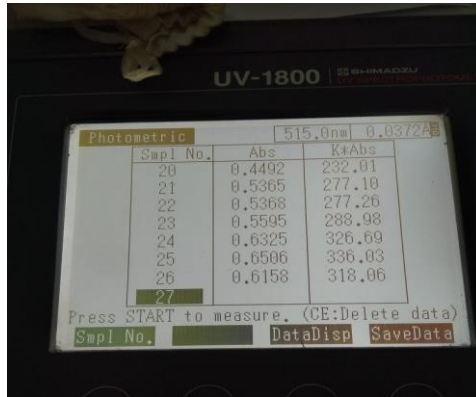
(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar (a) Sampel bubuk kopi ditimbang sebanyak 0,5 gr (b) Sampel bubuk kopi ditambahkan etanol sebanyak 5 ml (c) Larutan sampel diekstraksi dengan metode maserasi (d) Hasil ekstraksi larutan sampel kopi robusta (e) Larutan sampel divortex supaya homogen (f) Larutan sampel dimasukkan kedalam spektrofotomer UV-Vis 1800 (g) Hasil pengukuran absorbansi pada larutan sampel kopi robusta

## 11. Lokasi pengambilan sampel

a. Ketinggian 400-600 m dpl



b. Ketinggian 800-1000 m dpl



c. Ketinggian 1200 m dpl



d. Ketinggian 1200++ m dpl



## 12. Sampel kopi robusta di pegunungan Muria Kudus

- a. Spesimen daun kopi robusta di ketinggian 400-600 m dpl



- b. Spesimen daun kopi robusta di ketinggian 800-1000 m dpl



- c. Spesimen daun kopi robusta di ketinggian 1200 m dpl





- d. Spesimen daun kopi robusta di ketinggian 1200++ m dpl



**13. Pengamatan kerapatan pada permukaan bawah daun kopi robusta di Muria Kudus**

- a. Alat dan bahan



- b. Spesimen daun





- c. Preparat sayatan daun kopi robusta



#### 14. Morfologi buah pada berbagai ketinggian yang berbeda

- a. Morfologi buah kopi pada ketinggian 400-600 m dpl



- b. Morfologi buah kopi pada ketinggian 800-1000 m dpl



- c. Morfologi buah kopi pada ketinggian 1200 m dpl



d. Morfologi buah kopi pada ketinggian 1200++ m dpl



## 15. Puncak di Gunung Muria Kabupaten Kudus

a. Puncak Natas Angin



b. Puncak 29 (songolikur)



c. Puncak Argowiloso



d. Puncak Abiyoso



e. Puncak Argojambangan



16. Pengukuran Data Ekologi

a. Ketinggian 400-600 m dpl

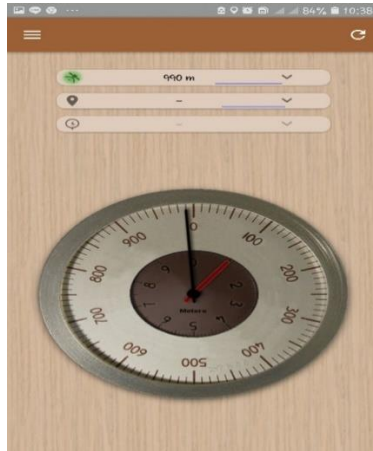






b. Ketinggian 800-1000 m dpl





c. Ketinggian 1200 m dpl





d. Ketinggian 1200++ m dpl







**17. Analisis Cluster berdasarkan karakter morfologi vegetatif dan karakter ekologi dengan menggunakan lima sampel pada masing-masing ketinggian tempat**

**Cluster**

**Notes**

Output Created		24-May-2019 16:26:40
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	20
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		<pre> CLUSTER  A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV AW AX AY AZ /METHOD BAVERAGE /MEASURE=SEUCLID /ID=sampel /PRINT SCHEDULE /PRINT DISTANCE /PLOT DENDROGRAM VICICLE. </pre>
Resources	Processor Time	00:00:00.016
	Elapsed Time	00:00:00.031

[DataSet0]

### Case Processing Summary<sup>a</sup>

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
20	100.0	0	.0	20	100.0

a. Average Linkage (Between Groups)

### Proximity Matrix

Case	Squared Euclidean Distance																			
	1: A1	2: A2	3: A3	4: A4	5: A5	6: B1	7: B2	8: B3	9: B4	10: B5	11: C1	12: C2	13: C3	14: C4	15: C5	16: D1	17: D2	18: D3	19: D4	20: D5
1:A1	.000	16.000	16.000	12.000	18.000	20.000	26.000	24.000	20.000	26.000	28.000	28.000	22.000	18.000	18.000	24.000	26.000	24.000	18.000	22.000
2:A2	16.000	.000	16.000	8.000	18.000	16.000	26.000	24.000	20.000	18.000	22.000	30.000	16.000	18.000	18.000	26.000	26.000	26.000	18.000	24.000
3:A3	16.000	16.000	.000	20.000	10.000	22.000	18.000	16.000	16.000	14.000	18.000	22.000	24.000	24.000	24.000	28.000	24.000	22.000	16.000	24.000
4:A4	12.000	8.000	20.000	.000	18.000	16.000	22.000	22.000	20.000	22.000	24.000	28.000	20.000	18.000	18.000	28.000	28.000	28.000	20.000	18.000
5:A5	18.000	18.000	10.000	18.000	.000	18.000	16.000	16.000	24.000	20.000	18.000	22.000	16.000	22.000	22.000	26.000	26.000	28.000	20.000	24.000
6:B1	20.000	16.000	22.000	16.000	18.000	.000	12.000	20.000	10.000	12.000	16.000	22.000	16.000	12.000	12.000	24.000	28.000	22.000	26.000	22.000
7:B2	26.000	26.000	18.000	22.000	16.000	12.000	.000	8.000	10.000	12.000	14.000	12.000	22.000	24.000	24.000	26.000	24.000	20.000	28.000	22.000
8:B3	24.000	24.000	16.000	22.000	16.000	20.000	8.000	.000	16.000	10.000	18.000	16.000	22.000	24.000	24.000	26.000	16.000	24.000	22.000	24.000

9:B 4	20. 00 0	20. 00 0	16. 00 0	20. 00 0	24. 00 0	10. 00 0	10. 00 0	16. 00 0	.00 0	10. 000	16. 00 0	20. 00 0	26. 00 0	20. 00 0	20. 00 0	26. 00 0	28. 00 0	20. 00 0	26. 00 0	26. 00 0
10: B5	26. 00 0	18. 00 0	14. 00 0	22. 00 0	20. 00 0	12. 00 0	12. 00 0	10. 00 0	10. 00 0	.00 0	16. 00 0	20. 00 0	20. 00 0	18. 00 0	18. 00 0	30. 00 0	18. 00 0	22. 00 0	24. 00 0	28. 00 0
11: C1	28. 00 0	22. 00 0	18. 00 0	24. 00 0	18. 00 0	16. 00 0	14. 00 0	18. 00 0	16. 00 0	16. 000	.00 0	10. 00 0	16. 00 0	18. 00 0	18. 00 0	26. 00 0	22. 00 0	18. 00 0	24. 00 0	24. 00 0
12: C2	28. 00 0	30. 00 0	22. 00 0	28. 00 0	22. 00 0	22. 00 0	12. 00 0	16. 00 0	20. 00 0	20. 000	10. 00 0	.00 0	18. 00 0	16. 00 0	16. 00 0	20. 00 0	18. 00 0	16. 00 0	24. 00 0	18. 00 0
13: C3	22. 00 0	16. 00 0	24. 00 0	20. 00 0	16. 00 0	16. 00 0	22. 00 0	22. 00 0	26. 00 0	20. 000	16. 00 0	18. 00 0	.00 0	8.0 00	8.0 00	24. 00 0	18. 00 0	22. 00 0	18. 00 0	24. 00 0
14: C4	18. 00 0	18. 00 0	24. 00 0	18. 00 0	22. 00 0	12. 00 0	24. 00 0	24. 00 0	20. 00 0	18. 000	18. 00 0	16. 00 0	8.0 00	.00 0	.00 0	20. 00 0	20. 00 0	22. 00 0	20. 00 0	18. 00 0
15: C5	18. 00 0	18. 00 0	24. 00 0	18. 00 0	22. 00 0	12. 00 0	24. 00 0	24. 00 0	20. 00 0	18. 000	18. 00 0	16. 00 0	8.0 00	.00 0	.00 0	20. 00 0	20. 00 0	22. 00 0	20. 00 0	18. 00 0
16: D1	24. 00 0	26. 00 0	28. 00 0	28. 00 0	26. 00 0	24. 00 0	26. 00 0	26. 00 0	26. 00 0	30. 000	26. 00 0	20. 00 0	24. 00 0	20. 00 0	20. 00 0	.00 0	16. 00 0	14. 00 0	18. 00 0	14. 00 0
17: D2	26. 00 0	26. 00 0	24. 00 0	28. 00 0	26. 00 0	28. 00 0	24. 00 0	16. 00 0	28. 00 0	18. 000	22. 00 0	18. 00 0	18. 00 0	20. 00 0	20. 00 0	16. 00 0	.00 0	12. 00 0	14. 00 0	20. 00 0
18: D3	24. 00 0	26. 00 0	22. 00 0	28. 00 0	28. 00 0	22. 00 0	20. 00 0	24. 00 0	20. 00 0	22. 000	18. 00 0	16. 00 0	22. 00 0	22. 00 0	22. 00 0	14. 00 0	12. 00 0	.00 0	12. 00 0	18. 00 0

19: D4	18. 00 0	18. 00 0	16. 00 0	20. 00 0	20. 00 0	26. 00 0	28. 00 0	22. 00 0	26. 00 0	24. 000	24. 00 0	24. 00 0	18. 00 0	20. 00 0	20. 00 0	18. 00 0	14. 00 0	12. 00 0	.00 0	16. 00 0
20: D5	22. 00 0	24. 00 0	24. 00 0	18. 00 0	24. 00 0	22. 00 0	22. 00 0	24. 00 0	26. 00 0	28. 000	24. 00 0	18. 00 0	24. 00 0	18. 00 0	18. 00 0	14. 00 0	20. 00 0	18. 00 0	16. 00 0	.00 0

This is a  
dissimilarity  
matrix

## Average Linkage (Between Groups)

### Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	14	15	.000	0	0	2
2	13	14	8.000	0	1	15
3	7	8	8.000	0	0	11
4	2	4	8.000	0	0	13
5	11	12	10.000	0	0	15
6	9	10	10.000	0	0	8
7	3	5	10.000	0	0	16
8	6	9	11.000	0	6	11
9	18	19	12.000	0	0	10
10	17	18	13.000	0	9	14
11	6	7	13.333	8	3	17
12	16	20	14.000	0	0	14
13	1	2	14.000	0	4	16
14	16	17	17.000	12	10	19
15	11	13	17.000	5	2	17
16	1	3	17.667	13	7	18
17	6	11	18.880	11	15	18
18	1	6	20.800	16	17	19
19	1	16	22.827	18	14	0

Number of clusters	Case																			
	19: D4	18: D3	17: D2	20: D5	16: D1	15: C5	14: C4	13: C3	12: C2	11: C1	8: B3	7: B2	10: B5	9: B4	6: B1	5: A5	3: A3	4: A4	2: A2	1: A1
1	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
2	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
3	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX
4	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX
5	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	X	XX	XX
6	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	X	XX	XX
7	X	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	X	XX	XX
8	X	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	X	XX	X
9	X	XX	XX	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	XX	XX	X	XX	X	XX	X
10	X	XX	XX	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X
11	X	XX	X	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X
12	X	X	X	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X
13	X	X	X	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X	XX	X	X	XX	X	XX	X
14	X	X	X	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X	XX	X	X	X	X	XX	X
15	X	X	X	X	X	X	XX	XX	X	XX	X	XX	X	X	X	X	X	X	XX	X
16	X	X	X	X	X	X	XX	XX	X	X	X	XX	X	X	X	X	X	X	XX	X
17	X	X	X	X	X	X	XX	XX	X	X	X	XX	X	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	XX	XX	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X	X	XX	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Dendrogram**





**18. Analisis Cluster Berdasarkan Karakter Morfologi Vegetatif, Karakter Ekologi (Data Ekologi) Dan Karakter Fitokimia (Kandungan Antioksidan) Dengan Menggunakan Tiga Sampel Pada Masing-Masing Ketinggian**

Output Created		24-May-2019 16:48:19
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	12
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any variable used.
Syntax		<pre> CLUSTER A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR AS AT AU AV AW AX AY AZ BA BB BC /METHOD BAVERAGE /MEASURE=SEUCLID /ID=VAR00001 /PRINT SCHEDULE /PRINT DISTANCE /PLOT DENDROGRAM VICICLE. </pre>
Resources	Processor Time	00:00:00.000
	Elapsed Time	00:00:00.016

### Case Processing Summary<sup>a</sup>

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
12	100.0	0	.0	12	100.0

a. Average Linkage (Between Groups)

## Average Linkage (Between Groups)

### Proximity Matrix

Case	Squared Euclidean Distance											
	1:A1	2:A2	3:A3	4:B1	5:B2	6:B3	7:C1	8:C2	9:C3	10:D1	11:D2	12:D3
1:A1	.000	16.000	18.000	22.000	28.000	26.000	28.000	30.000	24.000	26.000	28.000	26.000
2:A2	16.000	.000	18.000	18.000	28.000	26.000	22.000	32.000	18.000	28.000	28.000	28.000
3:A3	18.000	18.000	.000	22.000	18.000	16.000	20.000	22.000	24.000	30.000	24.000	22.000
4:B1	22.000	18.000	22.000	.000	12.000	20.000	18.000	22.000	16.000	26.000	28.000	22.000
5:B2	28.000	28.000	18.000	12.000	.000	8.000	16.000	12.000	22.000	28.000	24.000	20.000
6:B3	26.000	26.000	16.000	20.000	8.000	.000	20.000	16.000	22.000	28.000	16.000	24.000
7:C1	28.000	22.000	20.000	18.000	16.000	20.000	.000	12.000	18.000	28.000	24.000	20.000
8:C2	30.000	32.000	22.000	22.000	12.000	16.000	12.000	.000	18.000	22.000	18.000	16.000
9:C3	24.000	18.000	24.000	16.000	22.000	22.000	18.000	18.000	.000	26.000	18.000	22.000
10:D1	26.000	28.000	30.000	26.000	28.000	28.000	28.000	22.000	26.000	.000	18.000	16.000
11:D2	28.000	28.000	24.000	28.000	24.000	16.000	24.000	18.000	18.000	18.000	.000	12.000
12:D3	26.000	28.000	22.000	22.000	20.000	24.000	20.000	16.000	22.000	16.000	12.000	.000

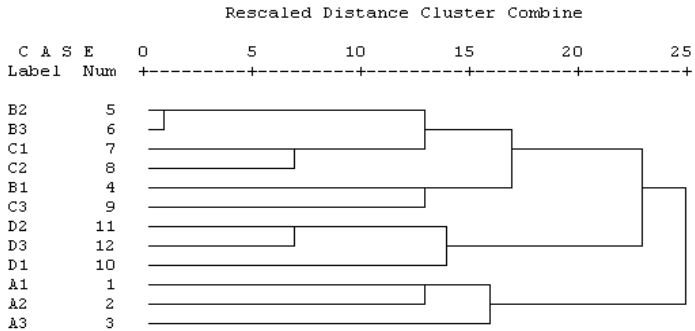
This is a dissimilarity matrix

## Vertical Icicle

Number of clusters	Case												
	12:D 3	11:D 2	10:D 1	8:C 2	7:C 1	6:B 3	5:B 2	9:C 3	4:B 1	3: A3	2: A2	1: A1	
1	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X X	XX	XX	XX	XX	
2	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X X	XX	X	XX	XX	
3	X	XX	XX	X	XX	XX	XX	X X	XX	X	XX	XX	
4	X	XX	XX	X	XX	XX	XX	X	XX	X	XX	XX	
5	X	XX	XX	X	XX	XX	XX	X	XX	X	X	XX	
6	X	XX	X	X	XX	XX	XX	X	XX	X	X	XX	
7	X	XX	X	X	XX	XX	XX	X	XX	X	X	X	
8	X	XX	X	X	XX	X	XX	X	XX	X	X	X	
9	X	XX	X	X	XX	X	XX	X	X	X	X	X	
10	X	XX	X	X	X	X	XX	X	X	X	X	X	
11	X	X	X	X	X	X	XX	X	X	X	X	X	

## Dendrogram

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



## **RIWAYAT HIDUP**

### **A. Identitas Diri**

1. Nama : Umi Salamah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Pati, 24 Oktober 1997
3. Alamat Rumah : Ds. Jetak RT 04/Rw 01 Kec.  
Wedarijaksa Kab. Pati  
Hp : 081380843014  
E-mail : umisalamah2497@gmail.com

### **B. Riwayat Pendidikan**

1. Pendidikan Formal
  - a. TK
  - b. SDN JETAK
  - c. MTs. Raudlatul Ulum Guyangan Trangkil Pati
  - d. MA. Raudlatul Ulum Guyangan Trangkil Pati
  - e. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Non-Formal
  - a. Ma'had Al-Jami'ah Walisongo

Semarang, 27 juni 2019

**Umi Salamah**

NIM: 1508016022

