

**PENGARUH KONSENTRASI ALUMINIUM SULFAT ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )  
TERHADAP WARNA SEPAL DAN JENIS ANTOSIANIN BUNGA  
HORTENSIA (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
HANIK ATUSSHOLAH  
NIM. 200602110144**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2024**

**PENGARUH KONSENTRASI ALUMINIUM SULFAT ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )  
TERHADAP WARNA SEPAL DAN JENIS ANTOSIANIN BUNGA  
HORTENSIA (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)**

**SKRIPSI**

**Oleh :  
HANIK ATUSSHOLAH  
NIM. 200602110144**

**diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**PENGARUH KONSENTRASI ALUMINIUM SULFAT ( $Al_2(SO_4)_3$ )  
TERHADAP WARNA SEPAL DAN JENIS ANTOSIANIN BUNGA  
HORTENSIA (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**HANIK ATUSSHOLAH**  
NIM. 200602110144

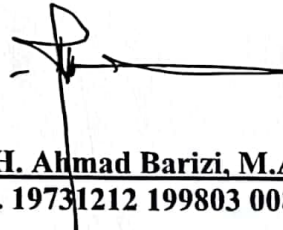
telah disetujui dan disahkan pada  
tanggal 23 Juli 2024

**Pembimbing I**



**Didik Wahyudi, M.Si**  
NIP. 19860102 201801 1 001

**Pembimbing II**



**Dr. H. Ahmad Barizi, M.A**  
NIP. 19731212 199803 008

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi Biologi UIN**  
**Maulana Malik Ibrahim Malang**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 19741018 200312 2 002

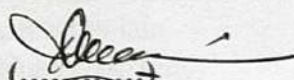
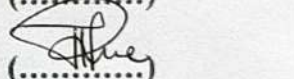
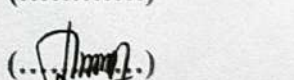
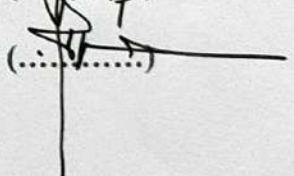
**PENGARUH KONSENTRASI ALUMINIUM SULFAT ( $Al_2(SO_4)_3$ )  
TERHADAP WARNA SEPAL DAN JENIS ANTOSIANIN BUNGA  
HORTENSIA (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**HANIK ATUSSHOLAH**  
NIM. 200602110144

Telah dipertahankan  
Di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai  
Salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 10 September 2024

Ketua Penguji : Dr. Eko Budi Minarno, M. Pd  
NIP. 19630114 199903 1 001  
Anggota Penguji I : Azizatur Rahmah, M. Sc  
NIP. 198609302019032001  
Anggota Penguji II : Didik Wahyudi, M. Si  
NIP. 19860102 201801 1 001  
Anggota Penguji III : Dr. H. Ahmad Barizi, M. A  
NIP. 19731212 199803 008

  
(.....)  
  
(.....)  
  
(.....)  
  
(.....)

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Biologi UIN  
Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil 'alamin, segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT rabb semesta alam yang masih memberikan nikmat kesehatan, kesempatan dan kemudahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada baginda Rasulullah SAW, semoga kita semua mendapatkan syafaat beliau dihari akhir, Aamiin. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Habib Japar dan Ibu Siti Hidayah yang telah mencurahkan seluruh waktu dan tenaganya untuk membimbing, mendukung, dan mendoakan penulis, sehingga bisa mencapai titik ini.
2. Kakak tercinta, Imam Safi'i serta adik tercinta, Aliza Lailatul Badriyah dan Dinda Saskia Ramadhani yang selalu memberi semangat kepada penulis.
3. Pembimbing skripsi, Bapak Didik Wahyudi, M.Si yang selalu membantu, membimbing, dan memberi masukan positif hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
4. Ibu yang sudah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di tempatnya.
5. Teman-teman terdekat penulis, yaitu Fairuz, Fitriyah, Vera, grup Calon Sarjana (Laila, Febry, dan Helmy), serta grup Roller Coolster yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang selalu ada di saat penulis membutuhkan bantuan dan selalu memberi dorongan untuk terus semangat.
6. Teman-teman kelas Biologi D 2020 yang telah kebersamai selama perkuliahan ini hingga akhir dan saling memberi dukungan satu sama lain.
7. Teman-teman seperjuangan Biogen-C 2020 yang telah berjuang bersama untuk menyelesaikan studi ini.

Malang, 10 September 2024



Hanik Atussholah

## **MOTTO**

*Sesuatu yang sudah kau mulai, harus kau selesaikan*

*Something you have started, you must finish*

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanik Atussholah  
NIM : 200602110144  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi Aluminium Sulfat  
( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap Warna Sepal dan Jenis  
Antosianin Bunga Hortensia (*Hydrangea*  
*macrophylla* (Thunb.) Ser)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukuman atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 September 2024  
Yang membuat pernyataan,



Hanik Atussholah  
NIM. 200602110144

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini dipublikasikan melalui jurnal ilmiah dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



**Pengaruh Konsentrasi Aluminium Sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap  
Warna Sepal dan Jenis Antosianin Bunga Hortensia  
(*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)**

Hanik Atussholah, Didik Wahyudi, Ahmad Barizi

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri  
Maulana Malik Ibrahim Malang

**ABSTRAK**

Hortensia (*Hydrangea macrophylla*) adalah tanaman hias dengan bunga yang bervariasi dari warna merah hingga biru. Warna biru bunga hortensia merupakan warna yang paling disukai oleh konsumen. Warna biru pada sepal dihasilkan dari Kerjasama kompleks ion  $\text{Al}^{3+}$ , pigmen antosianin, dan co-pigmen. Warna biru dapat dihasilkan apabila pH media tanaman dalam kondisi asam pada kisaran 4,5-5,5. Penurunan pH tanah dapat dilakukan dengan pemberian Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) untuk memperoleh warna biru pada sepal bunga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aluminium sulfat terhadap penurunan pH tanah, perubahan warna sepal, dan komponen antosianin sepal bunga *H. macrophylla*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini berupa pemberian ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) pada media tanam dengan konsentrasi 12, 15, 18 gram/liter air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P1 (12 g/L  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) menghasilkan penurunan pH paling rendah, yaitu 1,8 unit, diikuti P3 (18 g/L  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) turun sebesar 1,76 unit dan P2 (15 g/L  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) turun 1,1 unit. Hasil uji warna pada parameter  $b^*$  menggunakan *colorreader* menunjukkan bahwa P1 (-22,04), dan P2 (-21,92), dan P3 (-25,93). Dari ketiga perlakuan tersebut, P3 menghasilkan nilai  $b^*$  paling rendah. Hal ini di dibuktikan dari tampilan warna yang paling menghasilkan warna paling dominan dan gradasi warna yang paling biru. Hasil identifikasi jenis antosianin ditemukan jenis antosianin pelargonidin-5-glukosida dan pelargonidin-7-glukosida.

Kata kunci: aluminium sulfat, *Hydrangea macrophylla*, pigmen antosianin

# **The Effect of Aluminum Sulfate Concentration ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) on the Color and Anthocyanin Types of Hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser) Flower Sepals**

Hanik Atussholah, Didik Wahyudi, Ahmad Barizi

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang

## **ABSTRACT**

*Hydrangea* (*Hydrangea macrophylla*) is an ornamental plant with flowers that vary in color from red to blue. The blue color of hydrangea flowers is the most preferred by consumers. The blue color in sepals is produced by the complex cooperation of  $\text{Al}^{3+}$  ions, anthocyanin pigments, and co-pigments. The blue color can be produced when the pH of the planting medium is acidic, in the range of 4.5-5.5. The reduction of soil pH can be achieved by adding aluminum sulfate ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) to obtain blue color in the flower sepals. The aim of this study is to determine the effect of aluminum sulfate concentration on soil pH reduction, changes in sepal color, and the anthocyanin components of *H. macrophylla* flower sepals. This research is an experimental study using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments with 5 repetitions. The treatments in this study involved the application of ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) to the growing medium at concentrations of 12, 15, and 18 grams per liter of water. The results showed that treatment P1 (12 g/L  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) resulted in the lowest pH reduction, at 1.8 units, followed by P3 (18 g/L  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) with a reduction of 1.76 units, and P2 (15 g/L  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) with a reduction of 1.1 units. Color test results for the  $b^*$  parameter using a color reader showed that P1 (-22.04), P2 (-21.92), and P3 (-25.93) were obtained. Of these three treatments, P3 produced the lowest  $b^*$  value. This was evidenced by the appearance of the most dominant color and the bluest color gradient. The identification results of the types of anthocyanins found were pelargonidin-5-glucoside and pelargonidin-7-glucoside.

*Keywords:* *Hydrangea macrophylla*, aluminum sulfate, anthocyanin pigments

تأثير تركيز كبريتات الألومنيوم ( $Al_2(SO_4)_3$ ) على لون السبلات وأنواع الأنثوسيانين في زهرة الهورتينسيا  
*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser

حنيناك أتوشولاه، ديديك واهيودي، أحمد بريزي

برنامج دراسة علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

### خلاصة

البتلات في زهرة الكويبية (*Hydrangea macrophylla*) لديها القدرة على تغيير لونها من الأصفر الباهت إلى الأحمر ثم إلى البنفسجي وصولاً إلى الأزرق. ومع ذلك، فإن الكثير من المستهلكين يفضلون اللون الأزرق. في الواقع، اللون الأصلي للبتلات هو الأزرق. ولكن بسبب المعالجات المختلفة التي تتعرض لها أثناء الزراعة، يصبح من الصعب إنتاج بتلات باللون الأزرق، مما يتطلب جهداً لتحقيق اللون الأزرق لتلبية طلبات المستهلكين. يظهر اللون الأزرق على البتلات عندما يتشكل فيها مركب من أيون الألومنيوم ثلاثي التكافؤ ( $Al^{3+}$ )، والصبغ الأنثوسيانين، والمرافق الصبغي. أيون  $Al^{3+}$  يكون متاحاً فقط في التربة ذات الحموضة التي تميل إلى الحموضة، لذلك للحصول على بتلات زرقاء، يجب زراعة *H. macrophylla* في تربة حامضية تتراوح درجة حموضتها بين 4.5-5.5. يمكن أن يساعد إضافة كبريتات الألومنيوم ( $Al_2(SO_4)_3$ ) في خفض درجة حموضة التربة كما هو مطلوب. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تأثير تركيز كبريتات الألومنيوم على خفض درجة حموضة التربة، وتغيير لون البتلات، ومكونات الأنثوسيانين في بتلات زهرة *H. macrophylla*. تم إجراء البحث باستخدام تصميم عشوائي كامل (RAL) يتكون من 4 معاملات مع 5 تكرارات. تم تطبيق المعاملة بإضافة كبريتات الألومنيوم بتركيز 0، 12، 15، 18 جرام/لتر من الماء. تم اختبار لون البتلات باستخدام جهاز قياس الألوان، في حين تم اختبار أنواع الأنثوسيانين باستخدام تقنية التحليل اللوني بالطبقة الرقيقة (TLC) والتحليل الطيفي بالأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis). بعد ذلك، تم تحليل البيانات باستخدام تحليل التباين (ANOVA) أظهرت نتائج البحث أن تركيز  $Al_2(SO_4)_3$  بمقدار 12 جرام/لتر (P1) كان قادراً على خفض درجة حموضة التربة بشكل كبير، حيث انخفضت بمقدار 1.8 وحدة، يليه تركيز 18 جرام/لتر (P3) بانخفاض قدره 1.76. كان حموضة التربة هذه مرتبطة بلون البتلات الناتجة. أظهرت نتائج اختبار اللون عند القيمة  $b^*$  أن P3 كان له القيمة الأكثر سلبية، وهي -25.93، تليه P1 و P2 اللتان لم تختلفا بشكل ملحوظ. ومع ذلك، كانت جميع المعاملات مختلفة بشكل ملحوظ عن التحكم، الذي كانت قيمته -14.99. في تحديد أنواع الأنثوسيانين، تم العثور على أنواع الأنثوسيانين *Pelargonidin-5-glucoside* و *Pelargonidin-7-glucoside* بناءً على قيمة Rf للنقاط الناتجة عن التحليل اللوني بالطبقة الرقيقة (TLC).

الكلمات الدالة: الكويبية ماكروفيلا، كبريتات الألومنيوم، أصباغ الأنثوسيانين

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

*Bismillahirrohmaanirrohiim*, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Pengaruh Konsebrasi Aluminium Sulfat terhadap Terbentuknya Warna Biru pada Sepal Bunga Hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)”. Tidak lupa shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Rasullallah SAW, yang sudah membawa umat manusia ke jalan yang lurus dan terang benderang.

Penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, baik dengan bimbingan, dukungan, motivasi, penjelasan informasi, maupun pengarahan, yang telah diberikan. Kelancaran kegiatan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak berikut:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Didik Wahyudi, M.Si dan Dr. Ahmad Barizi, M.Ag selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Bayu Agung Prahardika, M.Si selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Ayah dan Ibuku dan keluarga tercinta yang telah memberikan Doa, dukungan serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan Biologi.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 10 September 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
MOTTO .....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT.....	x
خلاصة .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Hipotesis Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Masalah .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Deskripsi Tanaman Hortensia ( <i>Hydrangea macrophylla</i> ).....	8
2.1.1 Tanaman hias dalam perspektif islam .....	8
2.1.2 Hortensia ( <i>Hydrangea macrophylla</i> ).....	9
2.1.3 Klasifikasi Tanaman <i>Hydrangea macrophylla</i> .....	10
2.1.3 Manfaat Tanaman Hortensia .....	11
2.2 Pigmen Antosianin pada <i>H. macrophylla</i> .....	12
2.3 Keasaman Tanah dalam Menstabilkan Warna Biru pada Sepal.....	16
2.4 Aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) .....	18
2.5 Mekanisme Terbentuknya Warna <i>Hydrangea macrophylla</i> .....	19
2.6 Uji Warna .....	20
2.7 Ekstraksi Antosianin.....	21
2.8 Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	26
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.3 Variabel Penelitian .....	27
3.4 Alat dan Bahan .....	27
3.4.1 Alat .....	27
3.4.2 Bahan.....	27
3.5 Prosedur Penelitian .....	27

3.5.1 Persiapan tanaman.....	27
3.5.2 Pengambilan data pH tanah.....	28
3.5.3 Pemberian aluminium sulfat.....	28
3.5.4 Uji Warna .....	28
3.5.5 Pembuatan simplisia.....	29
3.5.6 Pembuatan ekstrak.....	29
3.5.7 Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	29
3.6 Analisis Data.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Pengaruh Aluminium Sulfat terhadap Keasaman (pH) Tanah .....	31
4.2 Warna Sepal <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser. ....	34
4.3 Jenis Antosianin pada Sepal <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.....	39
4.4 Integrasi Sains dan Islam .....	43
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1 Kombinasi perlakuan .....	26
4. 1 Hasil identifikasi jenis antosianin menggunakan KLT pada sepal <i>Hydrangea macrophylla</i> .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Tanaman <i>Hydrangea Macrophylla</i> .....	10
2. 2 Struktur dasar antosanin dan jenis-jenis aglikonnya .....	14
2. 3 Jalur biosintesis antosanin .....	15
2. 4 Mekanisme terbentuknya warna biru pada sepal <i>Hydrangea macrophylla</i> ...	20
4. 1 Rata-rata selisih penurunan pH tanah sebelum dan sesudah perlakuan aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ). .....	31
4. 2 Rata-rata nilai $b^*$ pada uji warna sepal. ....	35
4. 3 Kenampakan warna sepal setelah perlakuan.....	36
4. 4 Struktur kation flavylum merah dari delphinidin-3-glucoside .....	38
4. 5 Hasil pembacaan jenis antosianin dengan KLT di bawah sinar UV.....	40
4. 6 Model skema kompleks antosianin delphinidin 3-O-glucoside, co-pigmen 5-O-caffeoylquinic acid, dan $Al^{3+}$ dalam larutan air pada <i>Hydrangea</i> biru.. ....	41
4. 7 Struktur kimia antosianidin. ....	42
4. 8 Struktur pelargonidin-5-glukosida.. ....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data dan analisis nilai pH tanah sebelum perlakuan dan empat minggu setelah perlakuan. ....	55
2. Data dan analisis uji warna pada nilai $b^*$ .....	57
3. Dokumentasi penelitian.....	59

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Allah SWT menciptakan beragam tanaman di bumi ini sebagai bukti keagungan-Nya. Salah satu contohnya adalah tanaman hias. Setiap tanaman hias memiliki ciri khasnya sendiri, seperti dari bentuk, warna hingga harum bunganya. Keanekaragaman tanaman hias ini menjadi bukti keajaiban ciptaan Allah sebagaimana firman-Nya di dalam QS. Ar - Rahman [55]: 12 sebagai berikut:

وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ وَالرَّيْحَانُ ﴿١٢﴾

Artinya: “Biji-bijian yang berkulit, dan bunga-bunga yang harum baunya.” (Q.S: Ar-Rahman [22]: 12)

Tafsir ayat di atas dalam *Al-Misbah* oleh Shihab (2002) pada kata (الرَّيْحَانُ) yang artinya aroma atau tanaman yang hijau. Biji-bijian yang berkulit serta tanaman yang berbau harum merupakan bentuk rezeki bagi manusia dan hewan-hewan ternak. Tanaman hijau juga dapat dinikmati keindahannya, salah satunya karena memiliki bau yang harum, sehingga tanaman tersebut dapat dijadikan tanaman hias untuk memperindah taman. Hal itu merupakan tanda-tanda dari kebesaran Allah SWT.

Salah satu tanaman hias yang diciptakan oleh Allah SWT adalah bunga Hortensia (*Hydrangea macrophylla*). *Hydrangea macrophylla* merupakan tanaman florikultura dari famili Hydrangeaceae (Qi *et al.*, 2022). Sebagai tanaman florikultura, *H. macrophylla* memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Harga tanaman yang sudah berusia 1 tahun dapat dijual dengan harga Rp 15.000/polybag, sedangkan bunganya Rp 5000/tangkai (Abbas, 2018). Tanaman ini banyak dibudidayakan sebagai bunga potong maupun bunga untuk memperindah lanskap

taman. *H. macrophylla* juga sering dimanfaatkan dalam rangkaian karangan bunga untuk memperindah dan memperkaya karangan bunga (Dastra dkk., 2019).

Alasan yang membuat *H. macrophylla* banyak digemari adalah keunikannya yang tidak dimiliki bunga lain. Bunga *H. macrophylla* yang kita lihat berasal dari kumpulan sepal yang berbentuk seperti bola salju dan dapat berubah warna dari kuning pucat, merah, ungu hingga biru sesuai dengan tingkat keasaman tanah (Toyama-Kato *et al.*, 2003; Schreiber, 2014; Ito *et al.*, 2019). Namun, banyak konsumen yang lebih menyukai bunga hortensia warna biru, hal ini karena warna biru terlihat lebih segar dibandingkan warna yang lain (Qi *et al.*, 2022). Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk mempertahankan warna biru agar dapat memenuhi permintaan konsumen.

Warna bunga ditentukan oleh pigmen antosianin. Antosianin adalah bentuk antosianidin yang terglukosilasi, yang memiliki satu atau lebih gugus gula (Julienne & Smith, 2016). Ada banyak macam antosianin yang dikelompokkan berdasarkan asal antosianidinya. Antosianidin yang utama ada enam jenis dan masing-masing mengekspresikan warna berbeda pada tumbuhan (Kazuma *et al.*, 2003; Wei *et al.*, 2009; Peng *et al.*, 2021). Misalnya sianidin pada *Crysanthemum* pink-merah, delphinidin pada bunga telang (*Clitorea ternatea*), dan pelargonidin *Matthiola incana* merah (Tatsuzawa *et al.*, 2012; Noda *et al.*, 2017). Namun, pada *H. macrophylla* semua warna sepal dihasilkan dari jenis antosianin yang sama, yaitu 3-*O*-glucosyldelphinidin (Ito *et al.*, 2019; Yoshida *et al.*, 2021). Reed & Jones (2008) mengatakan bahwa selain pigmen, warna bunga *H. macrophylla* juga dipengaruhi oleh kultivar dan keberadaan aluminium di dalam tanah. Jadi,

perubahan tersebut terjadi akibat faktor genetik dan lingkungan yang sama-sama mempengaruhi struktur antosianin sehingga mengekspresikan warna yang berbeda.

Pada masing-masing kultivar mengandung gen struktural berbeda yang berperan dalam proses biosintesis antosianin. Beberapa kultivar cenderung lebih mudah memproduksi warna biru dan kultivar lainnya lebih mudah untuk memproduksi warna merah jambu atau merah (Ergü *et al.*, 2019). Seperti kultivar Brestenburg dan Mathilda Gütges yang cenderung menghasilkan warna biru, sedangkan Böttstein dan Schenkenburg menghasilkan warna pink (Bailey, 1992).

Selain kultivar, kondisi budidaya juga mempengaruhi terbentuknya warna sepal. Berdasarkan penelitian Wu *et al.* (2023) yang dilakukan terhadap tiga kultivar *H. macrophylla*, yaitu Veitchii, Endless Summer, dan Double Delights menunjukkan bahwa sepal Endless Summer berubah menjadi biru ketika kondisi tanah asam, seperti kultivar lokal yang ada di Indonesia, sedangkan kedua kultivar lainnya tidak. Hal ini karena pada kondisi tanah yang asam akan menstimulasi akar *Hydrangea* untuk mengikat  $Al^{3+}$ . Ion aluminium tersebut akan terakumulasi di dalam vakuola sepal dan berikatan dengan antosianin serta co-pigmen, seperti 5-O-caffeoylquinic acid, 5-O-p-coumaroylquinic acid. Keberadaan co-pigmen dapat menstabilkan antosianin dan  $Al^{3+}$  sehingga terbentuk kompleks antosianin, co-pigmen, dan ion  $Al^{3+}$  (Ito *et al.*, 2019).  $Al^{3+}$  yang menyatu dengan antosianin berikatan pada gugus hidroksil (-OH), sehingga mengubah antosianin menjadi jenis lain yang ditandai dengan perubahan warna sepal (Khoo, *et al.*, 2017).

Semua komponen tersebut terakumulasi di dalam vakuola sepal. Oleh karena itu, pH vakuola dapat berubah seiring dengan meningkatnya  $Al^{3+}$ . Biasanya pH vakuola pada sepal biru lebih tinggi dari sepal merah (Ergü *et al.*, 2019). Hal tersebut

karena  $\text{Al}^{3+}$  yang bereaksi dengan antosianin menghilangkan ion  $\text{H}^+$  dan mengubah 3-*O*-glucosyldephinidin menjadi anion basa kuinoidal biru sehingga mengubah sepal menjadi biru (Schreiber *et al.*, 2010, 2011).

Dari uraian di atas maka untuk mendapatkan sepal biru yang stabil, tanaman *Hydrangea* terutama kultivar lokal dapat ditanam pada tanah yang asam. Halcomb & Sandra (2010) menyebutkan bahwa untuk menghasilkan sepal biru, pH yang diperlukan berkisar antara pH 4,5-5,5. Akan tetapi, tidak semua tanah memiliki pH pada kisaran tersebut. Penurunan pH tanah dapat dilakukan dengan penambahan pupuk asam, seperti sulfur (S), aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), amonium sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), amonium nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), atau kalium sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) hingga mendapatkan pH yang diinginkan (Cahyono, 2007; Rachmawati & Wardiyati, 2017; Butchee *et al.*, 2012).

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan untuk menurunkan pH tanah adalah aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ). Aluminium sulfat sering juga disebut alum atau tawas memiliki rumus kimia ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) (Yoandianissa, 2017). Senyawa ini tersusun dari ikatan sulfat ganda aluminium dan kalium (Nurchayo dkk., 2014). Karena sifatnya asam, senyawa ini mampu untuk menurunkan pH tanah menjadi lebih asam. Ali & Alagele (2023) menyebutkan, penambahan aluminium sulfat menyebabkan penurunan pH dan dapat berkontribusi pada peningkatan ketersediaan beberapa nutrisi penting yang dibutuhkan oleh bahan struktural tanaman.

Aluminium sulfat juga sering digunakan para peneliti bunga *H. macrophylla* sebagai pengubah pH tanah untuk menghasilkan sepal biru. Pada penelitian yang dilakukan oleh Bailey (1989) membutuhkan 16 g  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  untuk menghasilkan

sepal biru, sedangkan Landis *et al.* (2020) menggunakan 12 dan 15 g  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  untuk menghasilkan sepal biru. Selain itu, aluminium sulfat juga mudah ditemukan dan harga relatif terjangkau. Hal tersebut menjadi pertimbangan peneliti menggunakan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  sebagai penurun pH tanah.

Hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pemberian dosis aluminium sulfat yang digunakan, yaitu 12, 15, 18 gram per liter air. Pada uji pendahuluan yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut dapat merubah warna sepal terutama menjadi warna biru di setiap pohon. Oleh karena itu, dosis tersebut digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Aluminium Sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap Warna Sepal dan Jenis Antosianin Bunga Hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)” penting untuk dilakukan agar kedepannya para petani yang membudidayakan *Hydrangea* dapat melakukan cara ini untuk mendapatkan warna bunga yang diinginkan untuk memenuhi keinginan konsumen.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap keasaman (pH) tanah media tanam *Hydrangea macrophylla*?
2. Bagaimana pengaruh aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap warna sepal *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.?
3. Bagaimana jenis-jenis antosianin pada sepal *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap keasaman (pH) tanah media tanam *Hydrangea macrophylla*
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap warna sepal *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.
3. Mengetahui jenis-jenis antosianin pada sepal *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.

### 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap keasaman (pH) tanah media tanam hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)?
2. Ada pengaruh konsentrasi aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap terbentuknya warna biru pada sepal bunga hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser).
3. Pemberian aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dapat mengubah jenis antosianin pada sepal bunga hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser).

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai pengaruh aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap warna sepal tanaman hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.).
2. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai komponen antosianin yang berperan dalam mengekspresikan warna sepal pada tanaman hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.).

3. Menjadi rujukan bagi para peneliti lain untuk dapat melakukan penelitiann lebih lanjut mengenai cara mempertahankan warna tertentu pada sepal tanaman hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.)).
4. Memberikan informasi kepada masyarakat cara untuk mensatbilkan warna biru pada sepal hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.)).

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. *Hydrangea macrophylla* yang digunakan adalah kultivar lokal yang dibeli dari petani bunga di Kota Batu dengan tanaman yang sudah ditanam dalam polybag berukuran 15×10 dan sudah muncul tunas bunganya.
2. Sampel yang diuji diambil dari bagian sepal.
3. Perlakuan dilakukan dengan menyiramkan larutan aluminium sulfat dengan konsentrasi 12, 15, dan 18 gram per liter air yang disiramkan secara berkala selama seminggu sekali.
4. Pengujian pH tanah menggunakan *soil pH meter* yang dilakukan dua kali seminggu..
5. Pengujian warna dilakukan ketika sepal sudah berbunga sempurna menggunakan *color reader*.
6. Antosianin yang dianalisis meliputi jenis antosianin menggunakan KLT dan spektrofotometri.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Tanaman Hortensia (*Hydrangea macrophylla*)

#### 2.1.1 Tanaman Hias dalam Perspektif Islam

*Hydrangea macrophylla* adalah tumbuhan yang menghasilkan bunga yang memiliki nilai estetika, sehingga banyak yang memanfaatkannya sebagai tanaman hias. Tanaman hias mencakup semua tumbuhan yang sengaja ditanam untuk tujuan memperindah ruangan, sehingga memberikan kesenangan bagi orang yang melihatnya. Sebagaimana yang digambarkan dalam QS. An-Naml [27]: 60 sebagai berikut:

أَمْنَ حَلَقَ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَأَنْزَلَ لَكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا بِهِ حَدَائِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ مَّا  
كَانَ لَكُمْ أَنْ تُنْبِتُوا شَجَرَهَا ۗ أَلَيْسَ مَعَ اللَّهِ ۚ بَلْ هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ ﴿٦٠﴾

Artinya: “Bukankah Dia (Allah) yang menciptakan langit dan bumi dan yang menurunkan air dari langit untukmu, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu kebun-kebun yang berpemandangan indah? Kamu tidak akan mampu menumbuhkan pohon-pohonnya. Apakah di samping Allah ada tuhan (yang lain)? Sebenarnya mereka adalah orang-orang yang menyimpang (dari kebenaran).” (QS. An-Naml [27]: 60)

Ayat tersebut menjelaskan tentang kekuasaan dan kebesaran Allah dalam menciptakan alam semesta dan segala isinya. Dalam tafsir Quraish Shihab, Allah mengingatkan manusia bahwa Dia-lah pencipta langit dan bumi serta yang menurunkan air dari langit, yang mana dengan air tersebut menumbuhkan kebun-kebun yang indah. Kebun-kebun ini memiliki berbagai jenis tanaman dan buah-buahan yang tidak mungkin diciptakan oleh manusia sendiri tanpa campur tangan Allah (Shihab 2000). Sementara itu, menurut tafsir Ibnu Katsir, Allah menumbuhkan kebun-kebun yang indah dengan berbagai jenis tanaman. Kebun-kebun ini tidak hanya memberikan keindahan tetapi juga menjadi sumber rezeki

bagi manusia (Ghofar & al-Atsari, 2004). Salah satu ciptaan-Nya, bunga hortensia memiliki nilai ekonomi karena keindahannya, sehingga sering digunakan untuk dekorasi taman maupun ruangan (Dastra dkk., 2019). Ibnu Katsir menegaskan bahwa semua itu adalah tanda-tanda kebesaran Allah yang seharusnya membuat manusia berpikir dan tidak menyekutukan-Nya.

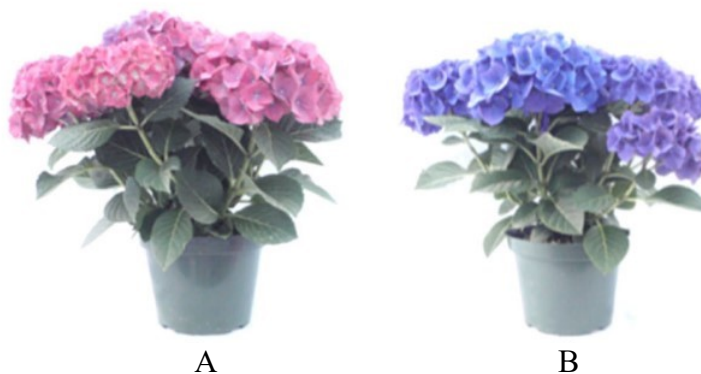
### **2.1.2 Hortensia (*Hydrangea macrophylla*)**

*Hydrangea macrophylla* atau Hortensia merupakan spesies dari famili Hydrangeaceae (Paramita, 2022). Tanaman florikultura ini berasal dari Jepang kemudian menyebar ke seluruh Asia Timur, Asia Selatan, Amerika Utara, dan Amerika Selatan (Ergü *et al.*, 2019; Panupesi & Candra, 2023). Keunikan dari Hortensia terletak pada sepalnya yang dapat berubah warna tergantung kondisi lingkungan hidupnya (Ergü *et al.*, 2019; Yoshida *et al.*, 2021). Selain itu, bentuk kumpulan sepalnya yang unik membuatnya sering dijadikan bunga potong maupun bunga landscaping (Peng *et al.*, 2021). Tanaman ini dapat berbunga sepanjang waktu khususnya di Indonesia (Dastra dkk., 2019).

*H. macrophylla* merupakan tumbuhan semak, batang berkayu dengan tinggi mencapai 1-1,5 m. Daunnya berbentuk bulat telur, bertulang menyirip dan tepi bergerigi. Pangkal daun lebar dan ujung runcing dengan panjang keseluruhan sekitar 7-15 cm. Daun terletak berhadapan bersilang (Paramita, 2022). *H. macrophylla* memiliki bentuk bunga globular dengan dua tipe bunga yaitu bunga steril dan bunga fertil. Bunga fertil terletak di bagian tengah bunga, tersembunyi, dan dikelilingi oleh bunga steril, sedangkan bunga steril terletak di bagian tepi dari bunga fertil. Pada bunga steril terdapat 4-5 kelopak petal besar, 4-5 kelopak kecil,

8-10 benang sari dan semi ovarium yang mempunyai 3-4 benang sari kecil-pendek (Ergü *et al.*, 2019).

*H. macrophylla* pada umumnya dibudidayakan di daerah dataran tinggi dengan udara yang sejuk, lembab, kaya mineral dan ternaungi dari cahaya matahari langsung. Akan tetapi, tidak menutup kemungkinan dapat tumbuh didaerah dataran rendah tetapi akan menghasilkan bunga dalam waktu yang sangat lama (Abbas, 2018). Curah hujan rata-rata untuk habitat tanaman ini antara 1.500 mm hingga 3.000 mm per tahun (Morimoto *et al.*, 2023). Budidaya hortensia di Indonesia sendiri kebanyakan berada di dataran tinggi, seperti di daerah Kabupaten Bogor, Cianjur, Bandung Barat (Jawa Barat), Wonosobo (Jawa Tengah) dan Kota Batu (Jawa Timur). Tempat-tempat tersebut memiliki ketinggian sekitar 200-3000 mdpl (Panupesi & Candra, 2023).



**Gambar 2. 1** Tanaman *Hydrangea Macrophylla* (Landis *et al.*, 2012)

### 2.1.3 Klasifikasi Tanaman *Hydrangea macrophylla*

Tanaman *H. macrophylla* menurut Paramita (2022) memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Family	: Hydrangeaceae
Genus	: Hydrangea
Spesies	: <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser

### 2.1.3 Manfaat Tanaman Hortensia

*Hydrangea macrophylla* banyak dibudidayakan sebagai tanaman hias karena keindahan sepal yang dimilikinya. Bunga hortensia sering digunakan untuk mempercantik rangkaian bunga, tak jarang juga dibudidayakan sebagai *cutting flower*, *potted flower*, atau sebagai bunga penghias lanskap taman (Ergü *et al.*, 2019). Selain sebagai tanaman hias, dalam budaya masyarakat Bali bunga ini dijadikan sebagai bunga persembahan bagi agama Hindu pada hari raya galungan untuk menghormati dewa Wishnu (Dastra dkk., 2019).

Manfaat lain yang bisa didapatkan selain sebagai tanaman hias adalah *H. macrophylla* juga dapat dijadikan sebagai obat. Daunnya dapat menghambat bakteri penyebab malaria, mengobati kerontokan rambut, diabetes, bersifat antimikroba, dan sebagai hepatoprotektor (zat yang melindungi hati dari kerusakan) (Abbas, 2018). Akarnya dipercaya memiliki manfaat antialergi, antimikroba, antimalaria, dan mengobati sakit tenggorokan (Elizabeth dkk., 2021). Hal ini disebabkan oleh kandungan fitokimia seperti alkaloid, betasianin, kardioglikosida, terpenoid, steroid, glikosida, flavonoid, kuinon, fenolik, saponin, tanin, dan kumarin pada ekstrak akar kembang bokor (Agustini dkk., 2019; Elizabeth dkk., 2021).

## 2.2 Pigmen Antosianin pada *H. macrophylla*

Antosianin adalah metabolit sekunder dari turunan flavonoid, yang berperan penting dalam mengekspresikan warna bunga dari merah, ungu, orange, dan biru (Samber dkk., 2013; Nomer *et al.*, 2019). Secara struktural, antosianin memiliki kerangka karbon  $C_6C_3C_6$  yang ditemukan dalam bentuk glikosida turunan polihidroksi dan polimetoksi dari garam 2-fenilbenzopiril (Enaru *et al.*, 2021). Senyawa ini dapat larut dalam air (Toplicean & Datcu, 2022) dan bersifat amfoter, yakni memiliki kemampuan yang baik bereaksi dengan asam maupun basa (Samber dkk., 2013).

Antosianin adalah glikosida, yakni antosianidin yang terikat pada satu atau lebih molekul gula (glikosilasi) yang dapat berupa glukosa, xilosa, galaktosa, arabinosa, rhamnosa, atau rutosa (Enaru *et al.*, 2021). Antosianidin sendiri memiliki banyak jenis, namun hanya enam macam yang keberadaannya paling melimpah, yaitu cyanidin, pelargonidin, delphinidin, petunidin, peonidin, dan malvidin (Hariri *et al.*, 2015; Brooks & Celli, 2019; Peng *et al.*, 2021). Masing-masing antosianidin spesifik menghasilkan warna tertentu.

Pelargonidin muncul sebagai pigmen merah, namun memberikan warna jingga pada bunga dan warna merah pada buah. Cyanidin muncul sebagai pigmen merah-ungu, mirip dengan warna magenta. Delphinidin muncul sebagai pigmen biru kemerahan atau ungu pada tanaman, yang menyebabkan warna bunga menjadi biru. , petunidin, dan malvidin mengekspresikan warna biru (Kazuma *et al.*, 2003; Wei *et al.*, 2009; Rahmati, *et al.*, 2022). Petunidin merupakan antosianin yang termetilasi yang larut dalam air, mengekspresikan warna merah tua atau ungu. Peonidin juga antosianin yang termetilasi, yang menghasilkan pigmen magenta.

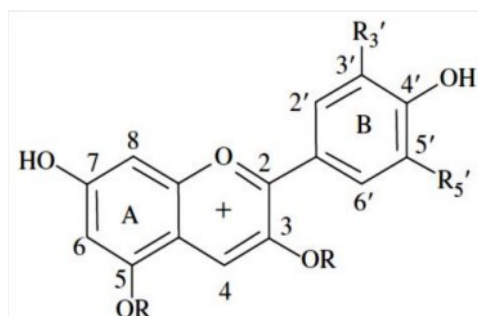
Malvidin merupakan antosianin termetilasi-O, yang muncul sebagai pigmen ungu, dan menentukan warna biru bunga (Enaru *et al.*, 2021).

Jenis-jenis antosinin tersebut digolongkan berdasarkan jumlah gugus hidroksilnya. Jadi, semakin banyak gugus hidroksil pada cincin B, semakin biru warnanya (Tanaka *et al.*, 2008). Antosianin memiliki perbedaan yang didasarkan pada ikatan antara gugus R<sub>3</sub>' dan R<sub>5</sub>' yang terletak pada cincin B (Gambar 2.2) (Siregar, 2016). Substitusi struktur antosianin pada cincin B akan berpengaruh pada warna. Umumnya, metilasi meningkatkan kemerahan dan meningkatkan stabilitas, sedangkan hidroksilasi meningkatkan kebiruan dan mengurangi stabilitas (Koop *et al.*, 2022).

Antosianin adalah senyawa yang tidak stabil, sehingga mudah bertransformasi atau terdegradasi menjadi senyawa lain. Transformasi antosianin dapat terjadi akibat pengaruh pH, temperature, cahaya, dan enzim. Struktur antosianin, terutama ditentukan pH larutan (Enaru *et al.*, 2021). Pada larutan pH = 1, antosianin berada dalam bentuk kation flavylium merah yang membuatnya sangat larut dalam air. Pada pH ini juga yang bertanggung jawab dalam menghasilkan warna merah dan ungu. Ketika pH meningkat pada pH = 2-4, antosianin berada dalam bentuk quinoidal biru. Ketika di antara pH = 5-6, antosianin dalam bentuk carbinol pseudobase dan chalcone yang mana tidak menghasilkan warna. Pada pH di atas pH =7, antosianin akan didegradasi sesuai dengan gugus yang tersubstitusi (Kang *et al.*, 2021).

Selain itu, substitusi gugus hidroksil dan metoksil juga berpengaruh terhadap stabilitas antosianin. Stabilitas tersebut dipengaruhi oleh penambahan gugus hidroksil (-OH) atau metoksil (-OCH<sub>3</sub>) pada cincin B (Gambar 4.7) dan dapat

menurunkan stabilitas aglikon. Semakin sedikit gugus hidroksil yang tersubstitusi, semakin stabil antosianin (Fleschhut *et al.*, 2006).



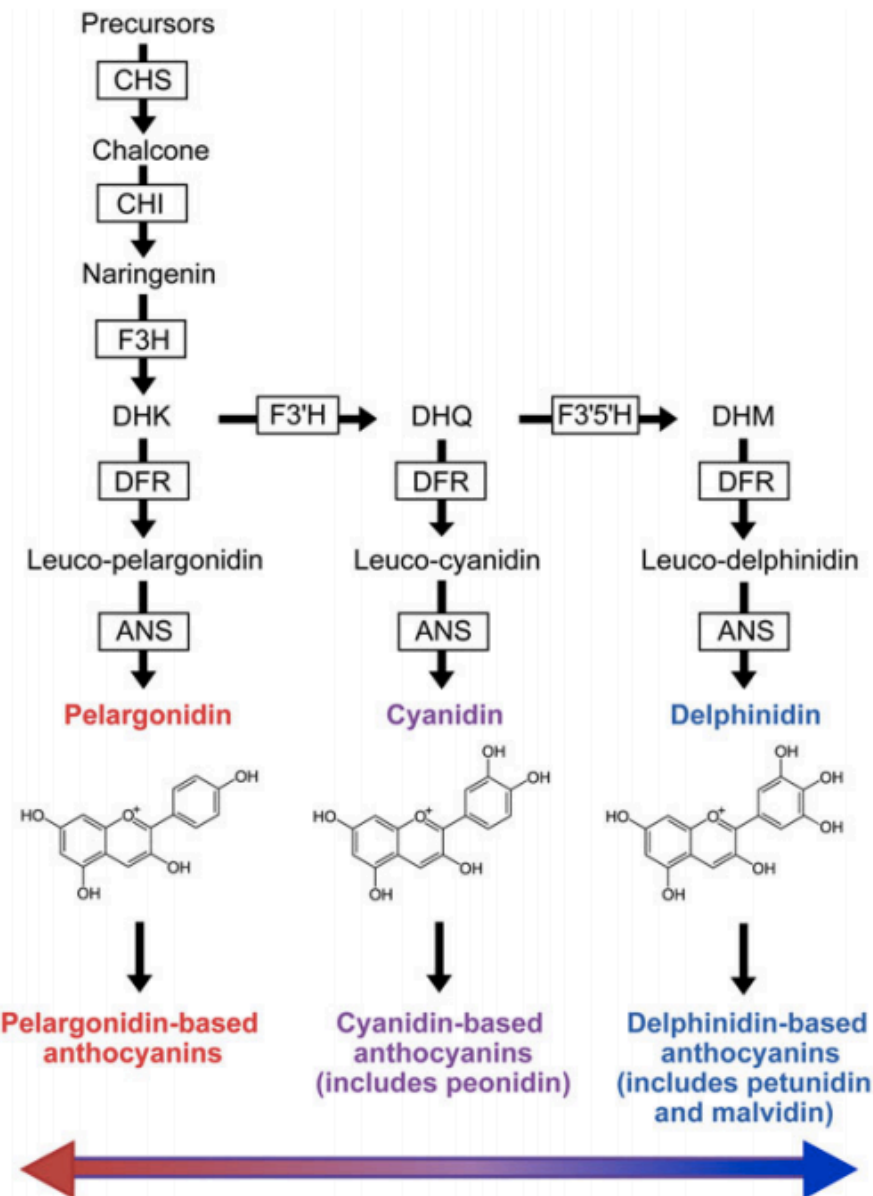
	$R_{3'}$	$R_{5'}$
Pelargonidin	H	H
Sianidin	OH	H
Delfinidin	OH	OH
Peonidin	OCH <sub>3</sub>	H
Petunidin	OH	OCH <sub>3</sub>
Malvidin	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>

**Gambar 2. 2 Struktur Dasar Antosianin dan Jenis-jenis Aglikonnya** (Priskadkk., 2018)

Yoshida *et al.* (2020) menyebutkan, antosianin terbesar pada sepal *H. macrophylla* adalah 3-*O*-glucosyldelphinidin yang ditemukan baik pada sepal biru maupun merah. Selain pigmen utama antosianin, terdapat komponen lain berupa *co-pigmen*. Sepal biru dihasilkan oleh *co-pigmen* chlorogenic acid (3-*O*-caffeoylquinic acid), neochlorogenic (acid 5-*O*-caffeoylquinic acid dan 5-*O*-*p*-coumaroylquinic acid) (Ito *et al.*, 2019).

Terbentuknya warna biru pada sepal *H. macrophylla* juga disebabkan karena adanya pengaruh dari ion aluminium ( $Al^{3+}$ ). Takeda *et al.* (1990) menyebutkan bahwa larutan yang terdiri dari komponen 5-*O*-caffeoylquinic acid dan 5-*O*-*p*-coumaroylquinic acid dengan disertai hadirnya 3-*O*-glucosyldelphinidin dan  $Al^{3+}$ ,

menghasilkan warna biru yang stabil secara *in vitro*. Komponen-komponen tersebut terakumulasi di dalam vakuola sehingga terbentuklah warna pada bunga (Ifadah dkk., 2021).



**Gambar 2.3 Jalur Biosintesis Antosanin** (Julienne & Smith, 2016)

Secara singkat, biosintesis flavonoid dari tiga jenis antoasianin utama (glikosida dari antosianidin), yaitu pelargonidin (berwarna merah), sianidin (berwarna ungu), dan delphinidin (berwarna biru) ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Diawali dari precursor (P-Coumaroyl-CoA) yang memicu reaksi enzimatik dengan enzim (di dalam kotak) dan produk yang ditunjuk panah. Enzim yang terlibat antara lain CHS, kalkon sintase; CHI, isomerase kalkon; DFR, dihidroflavonol-4-reduktase; ANS, sintase antosianidin; F3H, flavanon 3-hidroksilase; F3'H, flavonoid 3'-hidroksilase; F3'5'H, flavonoid 3',5'-hidroksilase. Produk yang dihasilkan, yaitu kalkon; naringenin; DHK, dihidrokaempferol; DHM, dihydromyricetin; DHQ, dihidrokuersetin ; dan leucosianidin, leucodelphinidin, dan leucopelargonidin (Julienne & Smith, 2016; Qi *et al.*, 2022; Rahmati *et al.*, 2022). Hasil biosintesis tersebut akan menghasilkan antosianin yang dibedakan berdasarkan tingkat hidroksilasinya. Satu gugus hidroksil cincin B untuk pelargonidin, dua untuk sianidin, tiga untuk delphinidin (Landi *et al.*, 2015; Yoshida *et al.*, 2012).

### 2.3 Keasaman Tanah dalam Pembentukan Warna Biru pada Sepal

Tanah berperan penting terhadap pertumbuhan dan tampilan tanaman. Tanaman yang tumbuh di tanah yang subur akan lebih baik hasilnya dibandingkan yang tumbuh di tanah yang kurang subur. Namun, tidak semua tanah memiliki karakter yang sama. Karakteristik tanah, seperti tingkat keasaman, juga mempengaruhi hasil tanaman. Misalnya, tanaman *H. macrophylla* akan menghasilkan bunga berwarna biru jika ditanam di tanah asam, dan berubah menjadi merah atau ungu jika ditanam di tanah basa. Hal ini adalah salah satu tanda kebesaran Allah sebagaimana disebutkan dalam QS. An-Nahl [16]: 13 sebagai berikut:

وَمَا ذَرَأْنَا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَعَايَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya: “(Dia juga mengendalikan) apa yang Dia ciptakan untukmu di bumi ini dengan berbagai jenis dan macam warnanya. Sesungguhnya pada yang

*demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran.” (QS. An-Nahl [16]: 13)*

Tafsir ayat di atas dalam Tafsir Ibnu Katsir (2003) pada kata (الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ) yang artinya bumi dengan berbagai jenis dan macam warnanya. Maksudnya, Allah telah menciptakan berbagai makhluk di bumi dengan warna, bentuk, dan sifat yang berbeda-beda. Keragaman ini mencakup segala sesuatu yang ada di bumi, baik itu tumbuhan, hewan, maupun benda-benda mati seperti batu dan tanah. Menurut Quraish Shihab (2002) keragaman warna dan bentuk dalam ciptaan Allah merupakan tanda kebesaran dan kekuasaan-Nya. Pada kalimat (ذَلِكَ لَعَايَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ) yang artinya demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengambil Pelajaran. Maksudnya, hal tersebut merupakan anugerah dan nikmat Allah, maka seharusnya kita bersyukur. Allah Maha Kuasa dan Maha Bijaksana dalam menciptakan segala sesuatu dengan sifat-sifat yang berbeda namun harmonis. Salah satu bentuk kuasa tersebut adalah reaksi warna sepal *H. macrophylla* terhadap keasaman (pH) tanah.

Tanah menyediakan nutrien bagi tanaman untuk mendukung proses pertumbuhann tanaman. Hal yang harus diperhatikan sebelum menanam pada media tanah adalah melihat sifat kimia tanah yang diukur dari reaksi tanah (pH tanah). Setiap jenis tanaman memiliki tingkat ketahanan yang berbeda terhadap pH tanah. Tanah yang terlalu asam akan menghasilkan aluminium ( $Al^{3+}$ ) yang cukup tinggi. Aluminium ini apabila diserap secara berlebih akan bersifat racun bagi tanaman (Purba dkk., 2021). Namun, terdapat beberapa tanaman yang toleran dengan aluminium, salah satunya adalah *Hydrangea macrophylla* (Pietsch *et al.*, 2022).

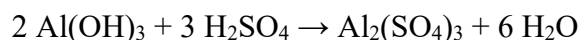
*Hydrangea macrophylla* akan menghasilkan warna biru jika terdapat  $\text{Al}^{3+}$  di dalam sepalnya.  $\text{Al}^{3+}$  didapat dari penyerapan larutan di dalam tanah. Aluminium merupakan logam yang bersifat amfoter, yakni dapat bereaksi dengan asam maupun basa (Liu, *et al.*, 2022). Ketika tanah bersifat basa atau netral terjadi pembentukan aluminium hidroksida  $\text{Al}(\text{OH})_3$  sehingga  $\text{Al}^{3+}$  tidak dapat larut dalam air dan tidak dapat diserap oleh akar (Schreiber *et al.*, 2011). Sementara itu, ketika tanah dalam kondisi asam ( $\text{pH} < 5,5$ ), aluminium menjadi lebih larut dan membentuk  $\text{Al}^{3+}$  (Liu, *et al.*, 2022). Kondisi tanah yang asam juga menstimulasi akar *H. macrophylla* untuk mengeluarkan asam sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ). Kemudian asam sitrat membentuk kompleks dengan  $\text{Al}^{3+}$  sehingga dapat diserap oleh akar dan diangkut menuju sepal (Schreiber *et al.*, 2010, 2011; Ergür *et al.*, 2019).

Tanah dengan pH 5,0-5,5 memungkinkan sepal berwarna biru, tetapi pada pH 6,0-6,5 warnanya tetap merah (Takeda *et al.*, 1985; Bailey, 1992). Jika aluminium terakumulasi dengan cukup banyak di dalam sepal akan tercipta warna biru. Jika tidak banyak aluminium yang terakumulasi di dalam sel, antosianin akan mengikat logam lain sehingga sepal berwarna pink (Heisdorffer, 2012).

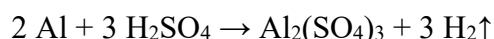
#### **2.4 Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )**

Aluminium sulfat disebut juga tawas atau alum dengan rumus kimia  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Bahan ini sering digunakan di bidang pertanian untuk menurunkan kadar karbonat dalam tanah. Tawas berbentuk kristal atau serbuk putih, bersifat larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, dan tidak mudah terbakar. Tawas digunakan karena memiliki banyak keuntungan, yaitu harga yang relative terjangkau, mudah didapatkan, dan mudah disimpan (Ranga dkk., 2021).

Aluminium sulfat bisa didapatkan dengan menambahkan aluminium hidroksida ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) dengan asam sulfat  $\text{H}_2\text{SO}_4$  melalui reaksi kimia di bawah ini:



atau dengan memanaskan logam aluminium dalam larutan asam sulfat dengan reaksi kimia seperti di bawah ini:



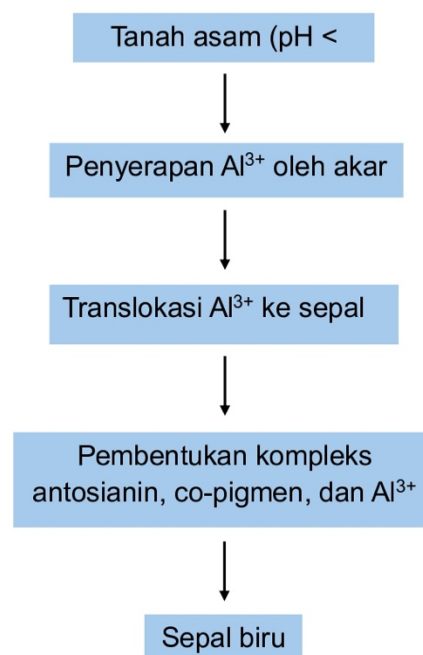
Aluminium sulfat bersifat asam dan dapat mengalami perubahan dalam suasana basa. Bahan kimia ini sering digunakan untuk menurunkan pH baik pada tanah maupun air. Senyawa ini akan larut dalam air, melepaskan kation  $\text{Al}^{3+}$  dan anion  $\text{SO}_4^{2-}$ . Kation dan anion tersebut akan menetralkan muatan pada permukaan partikel tersuspensi sehingga pengendapan bisa segera terjadi (Samosir & Rusli, 2021).

## 2.5 Mekanisme Terbentuknya Warna *Hydrangea macrophylla*

Warna sepal *Hydrangea macrophylla* ditentukan oleh interaksi lingkungan dan genetik, terutama pH tanah dan kultivar. Pada tanah yang asam sekitar pH 4,5-5,5 ion aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) menjadi lebih larut dan diserap oleh akar tanaman (Halcomb & Sandra, 2010; Tyagi *et al.*, 2020). Aluminium kemudian diangkut melalui xilem dan terakumulasi di dalam vakuola sepal. Dalam sepal tersebut aluminium berinteraksi dengan pigmen, yaitu antosianin dan co-pigmen. Ketiganya akan membentuk kompleks antosianin (3-*O*-glucosyldelphinidin, co-pigmen (5-*O*-caffeoylquinic acid, 5-*O*-*p*-coumaroylquinic acid, 3-*O*-caffeoylquinic acid), dan  $\text{Al}^{3+}$  yang menyebabkan warna bunga berubah menjadi biru (Gambar 2.4) (Toyama-Kato *et al.*, 2003; Schreiber *et al.*, 2011; Yoshida *et al.*, 2021).

Sebaliknya, pada tanah yang lebih basa atau netral sekitar pH 6-7,  $\text{Al}^{3+}$  menjadi tidak larut dalam tanah (Hariri *et al.*, 2015). Ion aluminium tidak terserap

oleh akar dan tidak akan membentuk kompleks dengan antosianin, sehingga sepal menjadi berwarna merah (Ito *et al.*, 2009). Meskipun semua warna sama-sama mengandung delphinidin sebagai pigmen penyusunnya, tetapi pada sepal merah pelargonidin dan sianidin cenderung lebih dominan. Pada penelitian Rahmati *et al.* (2022) *Hydrangea* yang diberi perlakuan aluminium sulfat menghasilkan warna biru dan mengandung delphinidin dengan kadar tinggi, sedangkan yang tidak diberi perlakuan dan menghasilkan warna merah dan kadar pelargonidin dan sianidin yang lebih tinggi.



**Gambar 2. 4 Mekanisme Terbentuknya Warna Biru pada Sepal *Hydrangea macrophylla* (Schreiber *et al.*, 2011)**

## 2.6 Uji Warna

Warna merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi konsumen dalam memilih bunga, sehingga dalam penelitian ini dilakukan uji warna pada sepal

*H. macrophylla*. Pengukuran dan representasi dilakukan untuk memastikan konsistensi dan kualitas warna sepal. Salah satu model warna yang sering digunakan adalah model CIELAB, juga dikenal sebagai CIE Lab\*, yang dikembangkan oleh International Commission on Illumination (CIE) pada tahun 1976. Model ini dirancang untuk menyerupai persepsi penglihatan manusia dan memberikan representasi warna yang lebih seragam dibandingkan model sebelumnya seperti RGB atau CMYK (Lazi dkk., 2017).

Dalam model CIELAB, warna diwakili dalam tiga komponen, yaitu  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  dengan rincian notasi  $L^*$ : 0 (hitam); 100 (putih) menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu, dan hitam. Notasi  $a^*$ : warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai  $+a^*$  (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai  $-a^*$  (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi  $b^*$ : warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai  $+b^*$  (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai  $-b$  (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru (Sinaga, 2019).

Keunggulan CIELAB ini adalah karena mendekati persepsi penglihatan manusia, sehingga nilai warna yang ditunjukkan lebih konsisten dengan perbedaan yang dirasakan secara visual. Selain itu, CIELAB dapat digunakan dalam berbagai kondisi pencahayaan, menjadikannya alat yang sangat serbaguna. Selain itu, meskipun lebih dekat dengan persepsi manusia, interpretasi warna tetap bisa subjektif dan dipengaruhi oleh kondisi psikologis dan lingkungan (Schanda, 2007).

## **2.7 Ekstraksi Antosianin**

Ekstraksi merupakan proses penarikan senyawa kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Tujuan

ekstraksi adalah untuk memisahkan senyawa kimia yang terdapat pada bahan alam (Saputra dkk., 2020). Prinsip ekstraksi didasarkan pada perpindahan massa komponen senyawa ke dalam pelarut yang mulai terjadi pada lapisan antar muka kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut (Harborne 1987, dalam Meigaria dkk., 2016).

Ekstraksi antosianin sepal *H. macrophylla* dilakukan dengan metode maserasi. Maserasi adalah metode dengan merendam sampel di dalam pelarut yang bertujuan untuk menarik komponen kimia dalam keadaan dingin, sehingga dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat tidak tahan panas, seperti antosianin ini (Putra dkk., 2014; Yuliantari dkk., 2017). Keuntungannya yakni lebih praktis, pelarut yang digunakan lebih sedikit, dan tidak memerlukan pemanasan, tetapi waktu yang dibutuhkan relatif lama (Putra dkk., 2014).

Dalam melakukan ekstraksi perlu mengetahui sifat kepolaran suatu senyawa, sehingga dapat menentukan pelarut yang digunakan. Pelarut yang baik untuk digunakan adalah pelarut yang memiliki daya melarutkan yang tinggi terhadap senyawa yang ingin diekstraksi. Daya melarutkan ini berhubungan dengan sifat kepolaran pelarut dan kepolaran senyawa yang diekstraksi. Senyawa polar akan terlarut pada pelarut polar begitupun sebaliknya (Arsa & Achmad, 2020). Berdasarkan tingkat kepolarannya, pelarut dibagi menjadi tiga jenis, yaitu pelarut polar (etanol/metanol), semi polar (etil asetat), dan non polar (n-heksana) (Hidayah dkk., 2016).

Pada penelitian ini senyawa yang ingin diekstraksi adalah antosianin. Menurut Fatonah dkk. (2016) ekstraksi pada buah senggani menggunakan methanol menghasilkan antosianin lebih banyak dibandingkan dengan akuades. Ini berarti

kepolaran methanol cocok dengan kepolaran antosianin. Metanol memiliki kemampuan untuk melarutkan hampir semua senyawa organik baik senyawa polar maupun nonpolar. Sifatnya yang mudah menguap juga memudahkan untuk dipisahkan dari ekstrak (Rahayu dkk., 2015).

Penggunaan larutan asam pada ekstraksi ini juga diperlukan. Pengasaman bertujuan untuk menurunkan pH agar antosianin tidak mengalami degradasi menjadi senyawa lain (Kwartiningsih dkk., 2016 dalam Adam 2017). Pada penelitian ini larutan asam yang digunakan adalah HCl. Asam klorida (HCL) merupakan pengasaman terbaik karena dapat mendenaturasi membran sel tanaman dan melarutkan pigmen antosianin sehingga dapat keluar dari sel (Fatonah dkk., 2016).

## **2.8 Kromatografi Lapis Tipis (KLT)**

Kromatografi lapis tipis (KLT) telah digunakan secara luas untuk analisis senyawa kimia. Metode ini merupakan suatu analisis sederhana yang digunakan untuk melakukan penegasan terhadap senyawa kimia yang terkandung pada suatu tumbuhan (Forestryana & Arnida, 2020). KLT melibatkan fase gerak dan fase diam. Fase gerak berupa pelarut yang dipilih berdasarkan sifat komponen dalam campuran, sedangkan fase diam berasal dari lapisan tipis, seperti silika gel, alumina, atau selulosa pada substrat datar dan inert (Kumar *et al.*, 2013).

Prinsip kerja KLT adalah pemisahan senyawa berdasarkan kepolaran antara fase gerak dan sampel (Erlina & Rusmalina, 2023). Kamar dkk. (2021) menyebutkan terdapat tiga proses dalam KLT, yaitu adsorpsi, desorpsi, dan elusi. Adsorpsi terjadi ketika larutan sampel ditotolkan ke fase diam (plat KLT)



menggunakan pipa kapiler, senyawa dalam sampel akan teradsorpsi di dalam fase diam.

Desorpsi terjadi ketika senyawa yang teradsorpsi di fase diam didesak oleh fase gerak (eluen), sehingga terjadi persaingan antara eluen dan senyawa untuk berikatan dengan fase diam (Kamar dkk., 2021). Persaingan tersebut disebabkan oleh polaritas yang dimiliki oleh fase diam dan komponen cairan. Komponen yang memiliki polaritas yang sama dengan fase diam akan berinteraksi lebih kuat dan akibatnya komponen tersebut akan terserap oleh fase diam (Forestryana & Arnida, 2020). Elusi adalah peristiwa dimana senyawa ikut terbawa oleh eluen.

Senyawa-senyawa hasil KLT diidentifikasi menggunakan nilai  $R_f$  (*Retardation factor*). Nilai  $R_f$  didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh oleh senyawa dari posisi semula dibagi dengan jarak yang ditempuh pelarut dari posisi semula (Kumar *et al.*, 2013). Rumus  $R_f$  dapat dilihat di bawah ini:

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut}}$$

Nilai  $R_f$  yang diperoleh menunjukkan perbedaan sifat senyawa sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa secara kualitatif (Gandjar dkk., 2007). Senyawa dengan nilai  $R_f$  lebih besar menunjukkan kepolaran yang rendah, begitu juga sebaliknya. Hal tersebut dikarenakan fase diam bersifat polar sehingga senyawa yang lebih polar akan tertahan kuat pada fase diam, dan menghasilkan nilai  $R_f$  yang lebih rendah (Forestryana & Arnida, 2020). Selain itu, identifikasi juga dapat dilakukan terhadap warna spot yang terbentuk.

Pada penelitian ini, KLT digunakan untuk mengidentifikasi jenis antosianin yang terdapat dalam sepal *H. macrophylla*. Spot-spot yang terbentuk dihitung nilai

Rf dan warna spot disesuaikan dengan table referensi (Harborne, 1987). Ini dikarenakan senyawa antosianidin spesifik pada nilai Rf tertentu (Lestario dkk., 2009).

Keunggulan KLT adalah memiliki prinsip kerja yang sederhana. Keuntungan lainnya jika menggunakan KLT, yaitu proses berjalan lebih cepat dan pemisahan lebih baik (Kumar *et al.*, 2013). Selain itu, KLT merupakan teknik analisis yang terjangkau, mudah dilakukan, dan hanya dibutuhkan sedikit sampel untuk analisisnya (Kamar dkk., 2021).

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dengan 5 kali ulangan. Kontrol merupakan tanaman yang tidak diberi aluminium sulfat. Perlakuan diberikan dengan menambahkan aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dengan konsentrasi 12, 15, dan 18 gram/liter air. *Hydrangea macrophylla* yang digunakan adalah kultivar lokal.

**Tabel 3. 1 Kombinasi perlakuan**

Konsentrasi Aluminium Sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )	Simbol Perlakuan
12 g/L	P1
15 g/L	P2
18 g/L	P3
-	C

Keterangan: P1 = aluminium sulfat 12 g/L  
P2 = aluminium sulfat 15 g/L  
P3 = aluminium sulfat 18 g/L  
C = kontrol (tanpa perlakuan)

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Juli 2024 di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumi Aji, Kota Batu. Sampel ditimbang di Laboratorium Genetika Molekuler, proses ekstraksi dilakukan di Laboratorium Biokimia Program Studi Biologi, Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam

Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji warna dilakukan di Laboratorium Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

### **3.3 Variabel Penelitian**

Variable dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas, yaitu Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )
2. Variabel terikat, yaitu kadar pH tanah dan warna sepal pada sepal *Hydrangea macrophylla*.

### **3.4 Alat dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah, pH meter tanah, gelas ukur (Iwaki), neraca analitik, blender, oven (Thermo Scientific), corong pisah, kertas saring, plat KLT silica gel 60 F<sub>254</sub> (Merck), colorimeter CHNSpec CS-10, *chamber* KLT, pipa kapiler (Vitrex), pipet tetes, pengaduk kaca, *beaker glass* (Pyrex), labu ukur (Iwaki), dan botol vial 50 mL, dan cawan porselen.

#### **3.4.2 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman *Hydrangea macrophylla* kultivar lokal yang sudah muncul kuncup bunga, aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), aquades, methanol, HCl 37%, butanol ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ), asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), dan ethanol.

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1 Persiapan tanaman**

Tanaman Hortensia berasal dari petani bunga *Hydrangea macrophylla* di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur. Hortensia yang digunakan, yaitu dari

kultivar lokal yang sudah muncul tunas bunga. Tanaman ditanam dalam polybag berukuran 10×15 cm.

### **3.5.2 Pengambilan data pH tanah**

Pengambilan data pH tanah dilakukan sebelum diberi perlakuan aluminium sulfat dan sesudah diberi perlakuan setiap seminggu dua kali.

### **3.5.3 Pemberian aluminium sulfat**

Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dilarutkan dalam 1 liter air dengan dosis yang telah ditentukan, yaitu 12, 15, dan 18 gram. Larutan diberikan seminggu sekali sebanyak 250 mL sehingga dalam 4 minggu terakumulasi 1 L. Bunga dipanen setelah *blooming* dengan sempurna.

### **3.5.4 Uji Warna**

Uji warna dilakukan pada sepal menggunakan colorimeter CS-10. Nilai warna diambil dari sepal saat mekar sempurna, masing-masing tiga sepal pada satu bunga untuk setiap sampel. Hasil dinyatakan dari nilai rata-rata dari lima ulangan pada setiap perlakuan. Nilai warna yang muncul dinyatakan sebagai parameter  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Parameter  $L^*$  merupakan parameter untuk mengukur kecerahan dari hitam ke putih dengan nilai 0-100. Nilai 0 merupakan indikator dari warna hitam, sedangkan warna 100 merupakan warna putih.

Parameter  $a^*$  merupakan parameter dari warna hijau ke merah yang memiliki nilai positif dan negatif dengan kisaran nilai 0 – 80. Jika mendapatkan nilai negative (-0) – (-80) menunjukkan warna hijau, jika nilai yang didapat positif 0-80 maka menunjukkan warna merah. Parameter  $b^*$  merupakan parameter dari warna biru ke kuning yang memiliki nilai positif dan negatif dengan kisaran nilai 0-70. Nilai

negative (-0) – (-70) menunjukkan warna biru, sedangkan nilai positif 0-70 menunjukkan warna kuning (Fadlilah dkk, 2022).

### **3.5.5 Pembuatan simplisia**

Sepal yang telah dipanen, dicuci dan disortasi. Kemudian sepal dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40°C selama 24 jam. Sepal yang sudah kering selanjutnya dihaluskan menggunakan blender. Simplisia yang sudah halus disimpan ditempat yang kering.

### **3.5.6 Pembuatan ekstrak**

Serbuk simplisia ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimaserasi menggunakan pelarut methanol-HCl 1% dengan perbandingan simplisia dan pelarut 1:10. Perendaman dilakukan selama 24 jam pada suhu 4°C. Filtrat disaring dan residu diekstraksi lagi sebanyak 2 kali, masing-masing dengan 5 ml metanol-HCl 1% selama 30 menit. Filtrat disaring dan disatukan dalam botol vial. Selanjutnya, ekstrak dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C hingga mengental.

### **3.5.7 Kromatografi Lapis Tipis (KLT)**

Ekstrak pekat antosianin masing-masing sampel ditotolkan pada pelat selulosa, masing-masing sebanyak 3 kali penotolan kemudian dikeringkan. Pemisahan menggunakan fase gerak BAA (n-butanol:asam asetat:akuades = 4:1:5, v/v/v). Spot dari hasil KLT dilihat di bawah sinar UV pada panjang gelombang 254 nm dan 366 nm sambil ditandai spot-spotnya. Nilai Rf dari masing -masing spot dicocokkan dengan table referensi (Sherma & Zweig, 1971; Harborne, 1987).

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh adalah data pH tanah, uji warna pada nilai b\*, dan jenis antosianin. Data pH tanah dan uji warna dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat beda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%. Sementara itu, data jenis antosianin diperoleh dari nilai Rf dari hasil KLT dengan rumus sebagai berikut:

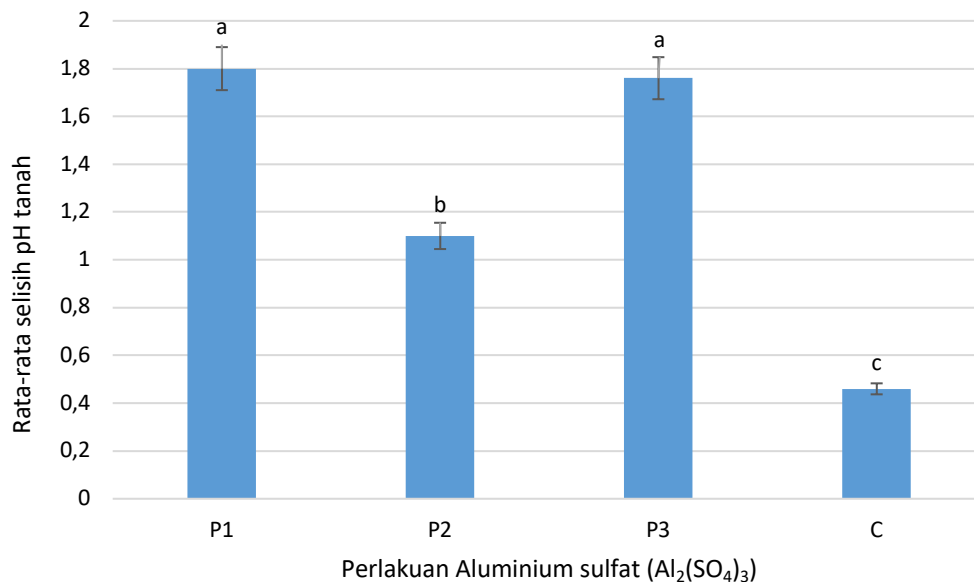
$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh oleh senyawa}}{\text{Jarak yang ditempuh oleh pelarut}}$$

Nilai Rf masing-masing spot dicocokkan dengan tabel referensi antosianin (Sherma & Zweig, 1971) dan dideskripsikan hasilnya.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Aluminium Sulfat terhadap Keasaman (pH) Tanah

Pengukuran pH tanah setelah aplikasi aluminium sulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan dengan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  dengan perlakuan kontrol (Gambar 4.1). Sebelum perlakuan, pH tanah rata-rata pada setiap kelompok perlakuan berada pada kisaran netral hingga sedikit asam, yakni antara pH 6 - 7. Namun, setelah aplikasi aluminium sulfat dengan berbagai konsentrasi, terjadi penurunan pH. Penurunan ini terus berlanjut setiap minggunya, meskipun dengan laju yang lambat. Pada akhir pengamatan, yaitu pada minggu ke empat menjadi tolak ukur sejauh mana penurunan pH dapat terjadi. Selisih pH sebelum dan sesudah perlakuan menunjukkan seberapa besar penurunan yang terjadi (Gambar 4.1).



**Gambar 4. 1 Rata-rata Selisih Penurunan pH Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan Aluminium Sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ).** Rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada  $p \leq 0,05$  (Uji Duncan)



Perlakuan dengan nilai selisih terbesar adalah perlakuan aluminium sulfat 12 g/l air (P1), yakni menurun sebesar 1,8 unit dari pH awal. Diikuti oleh perlakuan aluminium sulfat 18 g/l air (P3) yang tidak berbeda nyata dengan P1, yakni 1,76 unit dari pH awal. Tanah yang awalnya memiliki pH 6,8-7 turun menjadi 4,7-5,8 pada kelompok perlakuan P1 dan 4,4-6 pada kelompok perlakuan P3. Akan tetapi, pada perlakuan aluminium 15 g/l air (P2) terjadi perubahan yang tidak begitu besar yang mana hanya turun sebanyak 1,1 unit dari pH yang awalnya 6-7 turun di sekitar pH 5-5,9.

Nilai rata-rata selisih penurunan pH tanah yang diberi perlakuan aluminium sulfat dengan yang tidak diberi perlakuan (kontrol) menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Gambar 4.1). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan aluminium sulfat efektif untuk meningkatkan keasamaan tanah. Jones (2001) menyebutkan bahwa aluminium sulfat dapat menjadi salah satu bahan yang mampu untuk menurunkan pH tanah karena aluminium sulfat yang larut dalam air akan terdisosiasi menjadi ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) dan ion sulfat ( $SO_4^{2-}$ ). Ion aluminium bisa beraksi dengan air dengan berikatan pada ion hidroksida ( $OH^-$ ) membentuk aluminium hidroksida ( $Al(OH)_3$ ) dan melepaskan ion hidrogen ( $H^+$ ), sehingga menyebabkan tanah menjadi asam (Ningsih & Harmawan, 2022).

Pada umumnya peningkatan konsentrasi aluminium sulfat sebanding dengan laju penurunan pH tanah (Ningsih & Harmawan, 2022). Namun, pada penelitian ini tidak menunjukkan hasil demikian, yakni pada konsentrasi 15 g/l air. Hal ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti kapasitas tukar kation (KTK) di mana KTK yang tinggi dapat menahan lebih banyak ion  $H^+$ , sehingga ion  $H^+$  yang larut dalam air tanah akan berkurang dan mengurangi efek penurunan pH. Kapasitas

tukar kation merupakan kemampuan tanah untuk menahan kation-kation, sehingga ion  $H^+$  terjerap oleh ion bermuatan negatif dan membuat tanah menjadi lebih basa (Syachroni, 2019).

Selain KTK tanah, faktor lain yang dapat memengaruhi adalah proses pelarutan aluminium sulfat yang tidak sempurna, sehingga distribusi aluminium sulfat tidak merata di dalam tanah. Hal ini mengakibatkan disosiasi ion  $Al^{3+}$  dan pelepasan  $H^+$  tidak terjadi di seluruh tanah. Prihmantoro & Indriani (2017) menyebutkan bahwa kemudahan suatu pupuk untuk larut dalam air merupakan hal yang penting karena semakin pupuk tersebut mudah larut, pelepasan ion-ion dalam media tanam akan merata, sehingga dapat memaksimalkan penyerapan nutrisi pada tanaman.

Aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) yang larut dalam air akan terpecah menjadi ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) dan asam sulfat ( $SO_4^{2-}$ ) (Ningsih & Harmawan, 2022). Asam sulfat ( $SO_4^{2-}$ ) tersebut akan berikatan dengan air ( $H_2O$ ) dan membentuk  $H_2SO_4$  bebas yang menyebabkan pH dalam tanah menjadi asam (Jackson, 1963). Sementara itu, aluminium juga bereaksi dengan air hingga terbentuk aluminium hidroksida ( $Al(OH)_3$ ) dan ion hidrogen ( $H^+$ ). Peningkatan ion  $H^+$  inilah yang menurunkan pH dalam tanah (Yang *et al.*, 2020). Reaksi kimia yang terjadi antara air dan aluminium sulfat inilah yang mempengaruhi pH tanah, karena yang mempengaruhi kondisi tanah adalah mineral-mineral yang larut dengan air di dalam tanah (Povar & Spinu, 2014).

Tanah asam umumnya tidak cocok untuk media tanam karena dapat merusak tanaman. Aluminium (Al) bersifat toksik bagi tanaman, terutama pada akar dan daun (Povar & Spinu, 2014). Rout *et al.* (2001) menyebutkan bahwa  $Al^{3+}$  yang

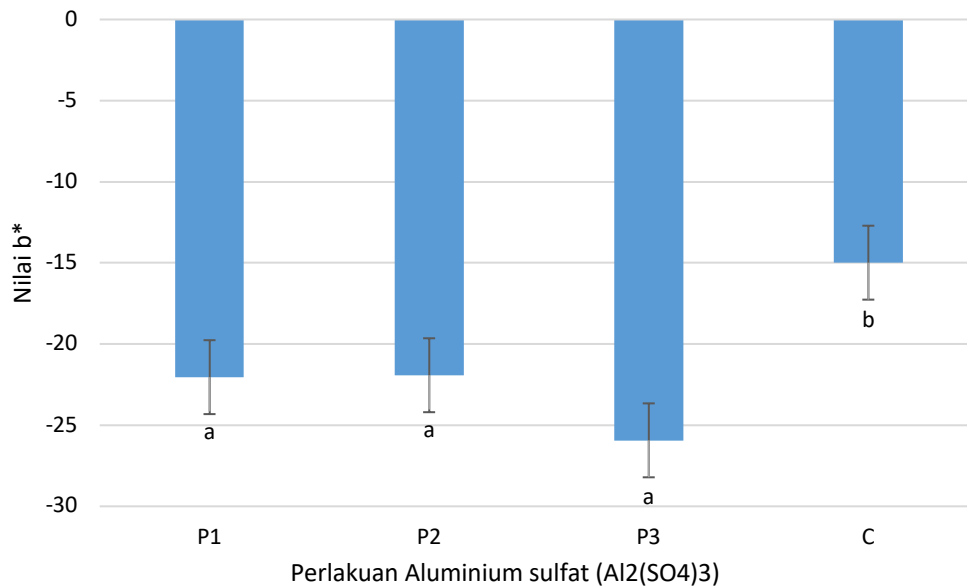
terserap dapat menyebabkan penghambatan penyerapan fosfor (P) sehingga daun mengalami penyusutan ukuran, terlambat matang, kekuningan, dan tangkai daun menjadi ungu. Keberadaan Al juga dapat mengakibatkan kekurangan kalsium (Ca) atau gangguan transportasi Ca, yang menyebabkan daun muda menggulung dan rusaknya titik tumbuh. Pada akar, toksisitas Al menghambat pertumbuhan akar tanaman (Peterson *et al.*, 1987).

Namun, berbeda halnya dengan *Hydrangea macrophylla* yang mampu untuk menoleransi  $Al^{3+}$  yang masuk ke dalam sel melalui mekanisme toleransi internal (inklusi) (Inostroza-Blancheteau *et al.*, 2008). Chen *et al.* (2022) menyebutkan bahwa aluminium merupakan faktor penting dalam perubahan warna bunga *Hydrangea*. Penambahan aluminium ke dalam tanah menyebabkan sepal *Hydrangea* berubah menjadi biru. Ito *et al.* (2009) menemukan bahwa *Hydrangea* yang menghasilkan sepal warna biru memiliki kadar  $Al^{3+}$  40 kali lebih tinggi dibanding sepal merah, sehingga penambahan aluminium sulfat dapat membantu dalam menghasilkan sepal biru.

#### **4.2 Pengaruh Aluminium Sulfat terhadap Warna Sepal *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.**

Pemberian aluminium sulfat  $Al_2(SO_4)_3$  memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan warna sepal *Hydrangea macrophylla* (Gambar 4.2). Perubahan warna ditandai dengan nilai  $b^*$  dimana semakin negatif menunjukkan warna biru dan positif menunjukkan warna kuning. Pemberian konsentrasi 18 g/L (P3) menghasilkan sepal *Hydrangea* yang berwarna paling biru (-25,93) dibandingkan dengan control meskipun tidak berbeda signifikan dengan konsentrasi 12 g/L (P1) dan 15 g/L (P2) (Gambar 4.2 dan 4.3). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan

aluminium sulfat pada media tanam efektif dalam menghasilkan warna biru pada sepal *H. macrophylla*.



**Gambar 4. 2 Rata-rata Nilai  $b^*$  pada Uji Warna Sepal.** Rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada  $p \leq 0,05$  (Uji Duncan)

Rata-rata nilai  $b^*$  perlakuan kontrol menghasilkan nilai -14,99. Nilai  $b^*$  terendah ditunjukkan oleh perlakuan aluminium sulfat 18 g/l (P3) dengan rata-rata -25,93. Namun, tidak berbeda nyata dengan P1 dan P2, yaitu -22,04 dan -21,92 (Gambar 4.2). Ini artinya, perubahan warna sepal menjadi biru sejalan dengan penurunan pH tanah. Hal ini ditunjukkan dengan perbedaan warna yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan (Gambar 4.3). Pada P1 ulangan 3 dan 5 yang menghasilkan warna biru sedangkan yang lain cenderung berwarna ungu. Pada P2 ulangan 2 dan 5 yang menghasilkan warna biru sedangkan yang lain cenderung berwarna ungu kebiruan. Pada P3 ulangan 1, 2, dan 3 menghasilkan warna biru sedangkan yang lain berwarna ungu pucat hingga ungu. Perlakuan kontrol tidak ada yang menghasilkan warna biru, tetapi berwarna pink hingga ungu.



**Gambar 4. 3 Kenampakan Warna Sepal Setelah Perlakuan.** P1 = 12 g/L; P2 = 15 g/L; P3 = 18 g/L Aluminium sulfat; U1, U2, U3, U4, U5 = ulangan; C = kontrol

Hasil serupa ditunjukkan pada penelitian Landis *et al.* (2019) yang mana pemberian aluminium sulfat 12 g dan 15 g menghasilkan warna biru dan 0 g menghasilkan warna pink. Sementara itu, Bailey (1989) mengatakan untuk menghasilkan bunga berwarna biru membutuhkan lebih dari 16 g aluminium sulfat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang mana pada perlakuan 12, 15, dan 18 g/L

menghasilkan sepal berwarna biru, sedangkan perlakuan kontrol menghasilkan sepal warna ungu dan pink (Gambar 4.3).

Terbentuknya warna biru terjadi ketika media tanam berada dalam keadaan asam. Hal ini terkait dengan keberadaan ion aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) yang dihasilkan dalam tanah yang asam. Dalam tanah asam ( $\text{pH} < 5,0$ ) kadar  $\text{Al}^{3+}$  yang larut dalam air meningkat dan diserap oleh akar kemudian diangkut ke sepal (Oyama *et al.*, 2015; Rahmati *et al.*, 2022).  $\text{Al}^{3+}$  tidak akan terserap oleh akar pada tanah basa atau netral karena membentuk aluminium hidroksida dan endapan tidak larut lainnya (Schreiber *et al.*, 2011).

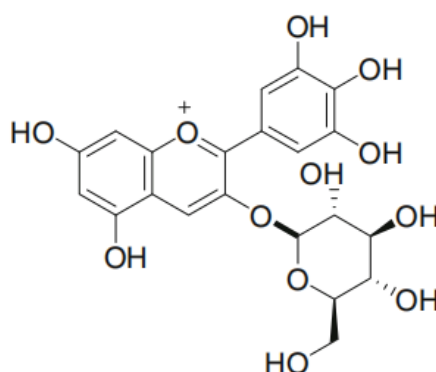
Ion aluminium akan terakumulasi di dalam vakuola dan mempengaruhi pH vakuola tersebut. Vakuola adalah kompartemen yang memiliki peran dalam penyimpanan dan detoksifikasi ion-ion logam (Sharma *et al.*, 2016). Untuk mengurangi efek toksik dari  $\text{Al}^{3+}$  sel tanaman mengangkut ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) keluar dari vakuola untuk menjaga keseimbangan pH internal. Proses ini melibatkan pompa proton ( $\text{H}^+$ -ATPase) untuk mengeluarkan  $\text{H}^+$  dari vakuola, sehingga pH vakuola meningkat (Zhang *et al.*, 2019). Oyama *et al.*, (2015) menyebutkan bahwa pH vakuola pada sepal biru lebih basa dibandingkan sepal merah akibat tereliminasi  $\text{H}^+$  dari sepal.

Warna biru pada bunga banyak disebabkan oleh koordinasi antara ion logam dengan pigmen (Yoshida, *et al.*, 2012). Pada *H. macrophylla*, interaksi tersebut umumnya terjadi antara  $\text{Al}^{3+}$  dengan pigmen antosianin delphinidin-3-glukosida. Pigmen ini ditemukan di semua warna sepal (pink, ungu, dan biru). Namun, yang membedakannya adalah ion logam yang berikatan dengan antosianin tersebut. Antosianin yang berikatan dengan  $\text{Al}^{3+}$  akan menghasilkan warna biru, sedangkan

antosianin yang tidak berikatan dengan ion logam menghasilkan sepal warna merah (Schreiber *et al.*, 2011).

Pigmen antosianin pada *H. macrophylla* akan menghasilkan warna merah ketika delphinidin-3-glucoside berada dalam bentuk kation flavylum merah, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 (Schreiber *et al.*, 2011). Struktur ini merupakan bentuk dasar dari delphinidin-3-glucoside. Ketika  $Al^{3+}$  berikatan dengan antosianin, dia akan mengeliminasi  $H^+$  dan mengubah delphinidin-3-glucoside menjadi anion basa kuinoidal biru, sehingga menghasilkan warna biru pada sepal *H. macrophylla* (Schreiber *et al.*, 2010).

Schreiber *et al.* (2011) menyebutkan bahwa sepal merah mengandung aluminium lebih kecil daripada sepal ungu dan sepal ungu mengandung aluminium lebih kecil dari sepal biru. Pemberian aluminium sulfat pada media tanam *H. macrophylla* membantu penyediaan  $Al^{3+}$  dalam tanah sehingga menghasilkan sepal warna biru (Yang *et al.*, 2020). Tanaman yang tidak menghasilkan sepal biru dapat disebabkan oleh pH tanah yang tidak mencapai keasaman yang diinginkan, yaitu sekitar 4,5-5,5, sehingga  $Al^{3+}$  tidak cukup tersedia dalam tanah (Halcomb & Sandra, 2010).



**Gambar 4. 4 Struktur Kation Flavylum Merah dari Delphinidin-3-glucoside** (Schreiber *et al.*, 2011)

### 4.3 Jenis Antosianin pada Sepal *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser

Hasil identifikasi antosianin dari sepal *H. macrophylla* menggunakan KLT menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan menghasilkan 1 spot dan memiliki jarak tempuh spot yang hampir sama (Gambar 4.5). Spot tersebut menghasilkan nilai Rf dikisaran 0,48 hingga 0,51 yang mana nilai tersebut teridentifikasi sebagai pelargonidin-7-glukosida dan pelargonidin-5-glukosida (Tabel 4.1).

**Tabel 4. 1 Hasil identifikasi jenis antosianin menggunakan KLT pada sepal *Hydrangea macrophylla***

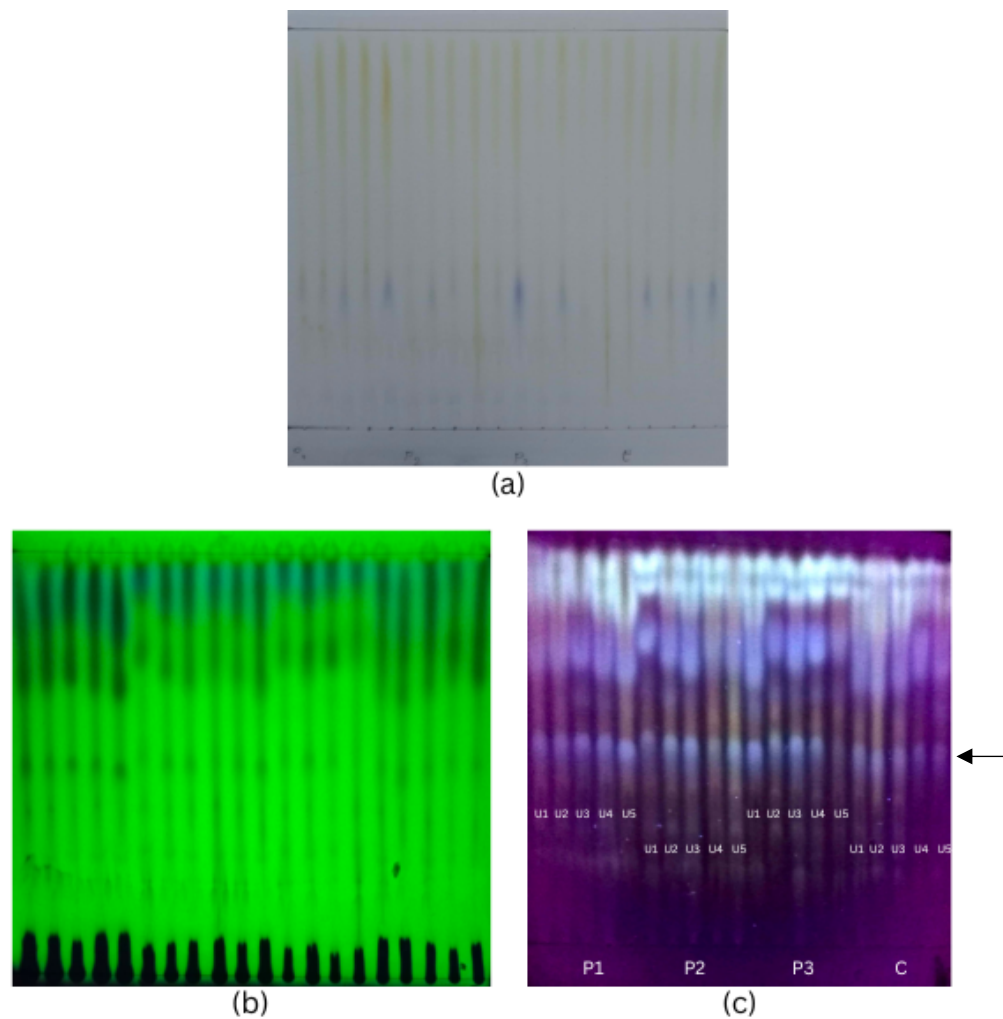
Perlakuan	Nilai Rf*	Pendugaan antosianin*
P1U1	0,48	Pelargonidin-7-glukosida
P1U2	0,48	Pelargonidin-7-glukosida
P1U3	0,50	Pelargonidin-5-glukosida
P1U4	0,49	Pelargonidin-5-glukosida
P1U5	0,48	Pelargonidin-7-glukosida
P2U1	0,50	Pelargonidin-5-glukosida
P2U2	0,50	Pelargonidin-5-glukosida
P2U3	0,49	Pelargonidin-5-glukosida
P2U4	0,51	Pelargonidin-5-glukosida
P2U5	0,49	Pelargonidin-5-glukosida
P3U1	0,48	Pelargonidin-7-glukosida
P3U2	0,50	Pelargonidin-5-glukosida
P3U3	0,49	Pelargonidin-5-glukosida
P3U4	0,50	Pelargonidin-5-glukosida
P3U5	0,50	Pelargonidin-5-glukosida
CU1	0,49	Pelargonidin-5-glukosida
CU2	0,48	Pelargonidin-7-glukosida
CU3	0,48	Pelargonidin-7-glukosida
CU4	0,49	Pelargonidin-5-glukosida
CU5	0,50	Pelargonidin-5-glukosida

Keterangan: \*Berdasarkan referensi (Harborne, 1987) dan (Sherma & Zweig, 1971)

Hasil KLT menunjukkan adanya perbedaan pendaran warna spot ketika dilihat dibawah sinar UV 366 nm. Spot dengan sepal yang berwarna biru berpendar lebih terang, sedangkan sepal yang berwarna selain biru cenderung lebih redup. Spot yang lebih terang mengindikasikan konsentrasi senyawa yang lebih tinggi.



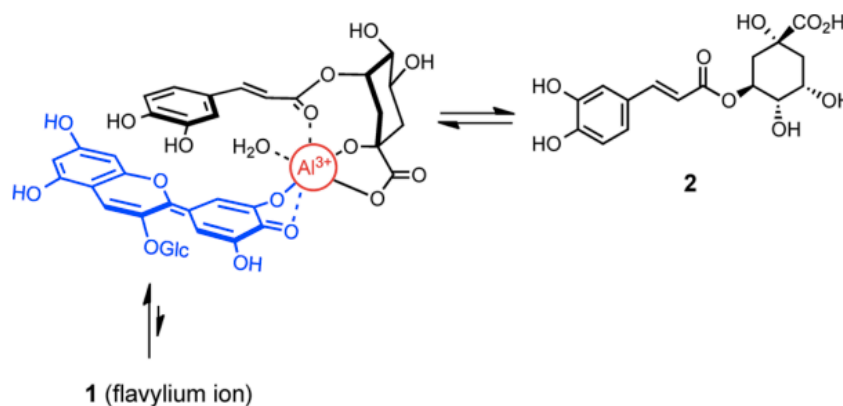
Jika senyawa yang tertangkap pada plat KLT lebih besar, sinar yang terserap juga lebih banyak, sehingga menunjukkan pendaran warna yang lebih terang (Stahl, 1969).



**Gambar 4. 5 Hasil Pembacaan Jenis Antosianin dengan KLT di Bawah Sinar UV.** (a) secara visual, (b) UV 254 nm, (c) UV 366 nm. Spot dari kiri ke kanan berurutan dari P1U1 ke CU5. Tanda panah menunjukkan posisi deretan spot

Dalam berbagai literatur disebutkan bahwa antosianin utama dalam sepal *Hydrangea macrophylla* adalah delphinidin-3-glukosida (Oyama *et al.*, 2015; Yoshida *et al.*, 2021; Qi *et al.*, 2022). Antosianin ini bersama dengan ion aluminium

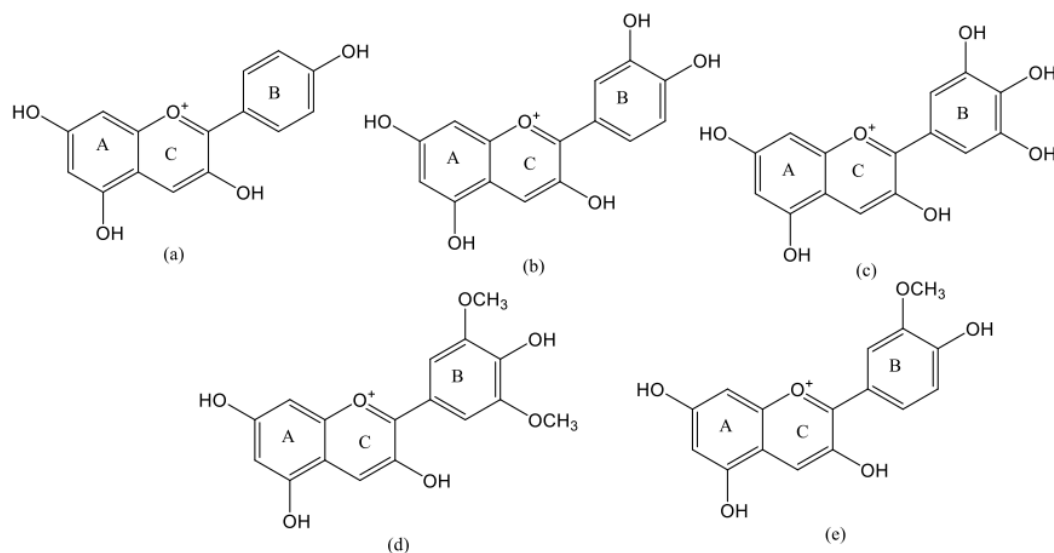
( $\text{Al}^{3+}$ ) dan co-pigmen (5-*O*-caffeoylquinic acid, 5-*O*-*p*-coumaroylquinic acid, dan 3-*O*-caffeoylquinic acid) terlibat dalam pembentukan sepal warna biru (Oyama *et al.*, 2015; Yoshida *et al.*, 2021). Dari interaksi ketiganya tersebut akan membentuk kompleks  $\text{Al}^{3+}$ , antosianin, dan co-pigmen dengan struktur kimia seperti pada Gambar 4.6 (Oyama *et al.*, 2015; Yoshida *et al.*, 2021).



**Gambar 4. 6 Model Skema Kompleks Antosianin Delphinidin 3-*O*-glucoside, Co-pigmen 5-*O*-caffeoylquinic acid, dan  $\text{Al}^{3+}$  dalam Larutan Air pada *Hydrangea macrophylla* Biru. 1) Antosianin,  $\text{Al}^{3+}$ , co-pigmen; 2) Co-pigmen (Oyama *et al.*, 2015)**

Tidak teridentifikasinya delphinidin pada Kromatografi lapis tipis (KLT) bisa saja karena mengalami degradasi atau transformasi menjadi bentuk lain selama ekstraksi, penyimpanan, atau pengembangan pada KLT. Kondisi seperti pH, cahaya, dan suhu dapat mempengaruhi stabilitas antosianin (Kunnaryo & Wikandari, 2021). Stabilitas antosianin dipengaruhi oleh penambahan gugus hidroksil (-OH) atau metoksil (-OCH<sub>3</sub>) pada cincin B (Gambar 4.7) dan dapat menurunkan stabilitas aglikon. Oleh karena itu, pelargonidin merupakan antosianin yang paling stabil, karena hanya memiliki penambahan satu gugus hidroksil pada

cincin B, sehingga yang terdeteksi pada KLT adalah pelargonidin (Fleschhut *et al.*, 2006).

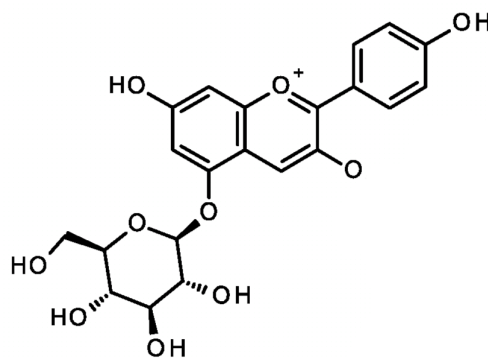


**Gambar 4. 7 Struktur Kimia Antosianidin.** (a) pelargonidin; (b) cyanidin; (c) delphinidin; (d) malvidin; (e) peonidin (Kunnaryo & Wikandari, 2021)

Pelargonidin merupakan kation antosianidin yaitu flavylium yang tersubstitusi oleh gugus hidroksi pada posisi 3, 5, 7 dan 4. Peningkatan jumlah gugus hidroksil menimbulkan warna berubah menjadi biru, sehingga antosianin yang berasal dari delphinidin, sianidin, dan pelargonidin cenderung menghasilkan bunga berwarna ungu/biru, merah/magenta, dan oranye/merah pekat (Tanaka *et al.*, 2010). Meskipun jarang disebutkan dalam literatur-literatur yang membahas pigmen yang terlibat dalam pembentukan warna sepal, tetapi pelargonidin juga berperan dalam pemberian warna pada sepal *Hydrangea*.

Rahmati *et al.* (2022) menunjukkan bahwa kandungan pelargonidin lebih tinggi pada sepal berwarna merah dibandingkan dengan delphinidin. Hal tersebut juga sejalan dengan temuan Tatsuzawa *et al.* (2012) yang meneliti bunga *Matthiola*

*incana* berwarna merah dan menemukan pelargonidin sebagai penyusun utamanya. Penelitiannya tersebut juga menunjukkan bahwa glikosida yang terikat dengan pelargonidin juga bervariasi tergantung pada intensitas warna merahnya. Gambar 4.8 merupakan contoh pelargonidin yang berikatan dengan glukosida.



**Gambar 4. 8 Struktur Pelargonidin-5-glukosida.** (Sasaki *et al.*, 2014).

#### 4.4 Integrasi Sains dan Islam

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) dapat membantu dalam mengasamkan tanah. Tanah yang asam ini dapat membantu untuk menghasilkan sepal warna biru pada *Hydrangea macrophylla*. Sepal yang awalnya berwarna merah muda dapat berubah menjadi biru sesuai dengan preferensi banyak konsumen. Ini dapat membantu para petani bunga *Hydrangea* dalam memenuhi permintaan konsumen akan bunga berwarna biru, sehingga dapat meningkatkan keuntungan mereka. Keindahan bunga *Hydrangea* ini dapat memberi banyak kebahagiaan dan manfaat bagi orang yang memliharanya. Hal ini mencerminkan betapa besarnya kuasa Allah SWT yang telah menciptakan segalanya dengan sempurna, seperti yang tertuang dalam QS. Ar-ra'd [13]: 4 sebagai berikut:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَةٌ وَجَنَّتْ مِنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَعَيْرٌ صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ  
 وَحِدٍ وَنُفْضِلٌ عَلَيْهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Artinya: “Di bumi terdapat bagian-bagian yang berdampingan, kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman, dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang. (Semua) disirami dengan air yang sama, tetapi Kami melebihkan tanaman yang satu atas yang lainnya dalam hal rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar (terdapat) tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti.” (QS. Ar-ra’d [13]: 4)

Dalam tafsir Ibnu Katsir, ayat di atas menjelaskan kekuasaan dan kebesaran Allah SWT tentang tanah yang diciptakan dengan kualitas yang berbeda-beda, namun saling berdekatan dan berdampingan (Abdullah, 2003). Tanah itu ada yang subur ada yang tandus, ada yang jenisnya sama tapi ditumbuhi tumbuhan yang berbeda. Dalam tafsir Al-Muntakhab, ayat ini dipahami sebagai tanda adanya ilmu tanah dan ilmu lingkungan hidup serta pengaruhnya terhadap sifat-sifat tumbuhan. Menurut mereka, tanah terdiri atas mineral-mineral dari beragam sumber, ukuran, dan susunannya (Team Departemen Agama Mesir, 2001).

Sifat-sifat tanah yang bermacam-macam, baik secara fisika, kimia, maupun biologi merupakan tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang yang berpikir. Oleh karena itu, campur tangan manusia diperlukan, misalnya menambahkan suatu zat seperti pupuk yang sesuai dengan jenis tanah akan berpengaruh pada tumbuhan-tumbuhan. Ini diisyaratkan pada kalimat “*Kami melebihkan tanaman yang satu atas yang lainnya dalam hal rasanya*” yang mengandung makna keterlibatan pihak lain, sehingga menghasilkan tanaman yang beranekaragam. Hal ini termaktub dalam QS. Al-An’am [6]: 99 sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مُخْرَجًا  
 مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ

مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ

يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: “Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman.” (QS. Al-An’am [6]: 99)

Ayat di atas menunjukkan karunia Allah SWT melalui diturunkannya hujan dari langit sebagai berkah bagi hamba-hamba-Nya untuk menghidupi berbagai makhluk. Dari air itu, dapat menumbuhkan segala jenis tumbuh-tumbuhan yang menghijau, seperti pohon-pohon, biji-bijian, dan buah-buahan (Abdullah, 2003). Dalam tafsir Kemenag RI (2016) ayat ini menjelaskan kebesaran Allah melalui diturunkannya hujan yang dari hujan itu dapat menumbuhkan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang memiliki beragam bentuk dan rasa. Hal ini seperti yang dapat kita lihat pada bunga Hydrangea yang mana dari satu jenis tanaman ini dapat menghasilkan beragam warna.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penambahan pemberian aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap warna sepal *Hydrangea macrophylla*, yaitu:

1. Pemberian Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) pada tanah berpengaruh terhadap penurunan pH tanah. Tanah yang awalnya memiliki pH netral turun di sekitar pH 4,4-6. Hasil penurunan pH yang paling optimal ditunjukkan oleh perlakuan aluminium sulfat 12 g/L dengan penurunan sebesar 1,76 unit.
2. Pemberian Aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) berpengaruh terhadap perubahan warna sepal *Hydrangea macrophylla*. Penambahan ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) efektif dalam menghasilkan warna biru pada sepal. Konsentrasi yang paling efektif dalam menghasilkan warna biru ditunjukkan oleh perlakuan aluminium sulfat 18 g/L dengan nilai  $b^*$  -25,93 yang artinya semakin negative nilainya, semakin biru warna yang dihasilkannya.
3. Hasil identifikasi jenis antosianin pada sepal *Hydrangea macrophylla* menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) menunjukkan jarak spot yang hampir sama, sehingga menghasilkan Rf pada nilai 0,48; 0,49; 0,50; dan 0,51. Nilai Rf tersebut dicocokkan dengan tabel referensi dan merujuk pada jenis antosianin pelargonidin-5-glukosida dan pelargonidin-7-glukosida.

### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan konsentrasi aluminium sulfat yang berbeda untuk mengetahui lebih rinci konsentrasi yang paling efektif untuk menurunkan pH tanah. Identifikasi jenis antosianin dapat dilakukan dengan

metode yang lebih canggih, seperti spektroskopi FTIR, GCMS ataupun metode yang lain untuk mendapatkan hasil identifikasi yang lebih akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. 2018. Budidaya Bunga Masamba, Potensi Lokal Masyarakat dan Tantangannya. *Prosiding Seminar Nasional* (pp. 452-462). Palopo: Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Abdullah. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir* (Vol. 3). Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi' i.
- Abdullah. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir* (Vol. 4). Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi' i.
- Adam, D. H. 2017. Pengaruh Penambahan Asam terhadap Total Antosianin dari Buah Bit (*Beta vulgaris*). *Edi Science*, 4(2), 8-11.
- Agustini, D. M., Y. F. Yun., A. Suprabawati., & S. M. Defara. 2019. Senyawa Terpenoid Dan Aktivitas Antidiabetes Ekstrak n-Heksana Dan Metanol *Hydrangea macrophylla*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Unjani Expo (UNEX) I* (pp. 27-30). Cimahi: Universitas Jenderal Achmad Yani.
- Ali, A. A., & S. M. Alagele. 2023. Effect of Aluminum Sulfate and Cover Crops on Some Chemical and Physical Properties of Degraded Soil. *4th International Conference of Modern Technologies in Agricultural Sciences* (pp. 1-13). Baghdad: University of Baghdad.
- Arsa, A. K., & Z. Achmad. 2020. Ekstraksi Minyak Atsiri dari Rimpang Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa* Roxb) dengan Pelarut Etanol dan N-Heksana. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 13(1), 83-94.
- Bailey, D. A. 1989. *Hydrangea Production* (Vol. 3). Portland: Timber Press.
- Bailey, D. A. 1992. *Hydrangeas. Introduction to Floriculture (2nd ed.)*. College of Agriculture and Life Sciences, Department of Horticultural Science. San Diego: cademic Press.
- Brooks, M. S.-L., & G. B. Celli. 2019. *Anthocyanins from Natural Sources Exploiting Targeted Delivery for Improved Health*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Butchee, K., D. B. Arnall., A. Sutradhar., C, Godsey., H. Zhang., & C. Penn. 2012. Determining Critical Soil pH for Grain Sorghum Production. *International Journal of Agronomy*, 1-6.
- Cahyono, W. E. 2007. Pengaruh Hujan Asam pada Biotik dan Abiotik. *Berita Dirgantara*, 8(3), 48-51.
- Chen, H., D. Wang., Y. Zhu., W. Li., J. Chen., & Y. Li. 2022. Integrative Transcriptomics and Proteomics Elucidate the Regulatory Mechanism of *Hydrangea macrophylla* Flower-Color Changes Induced by Exogenous Aluminum. *Agronomy*, 12(969), 1-15.
- Dastra, I. G., S. Putri., & Ni. Gst. Ag. Gde, E. Martiningsih. 2019. Analisis Pendapatan Usaha Tani Bunga Kembang Seribu (*Hydrangea*) Studi Kasus di Desa Gobleg. *Agrimeta*, 9(18), 15-18.
- Elizabeth., E. Yulianti., & F, Ferdinal. 2021. Uji Fitokimia, Kapasitas Total Antioksidan, Uji Toksisitas dan Kandungan Fenolik serta Alkaloid Ekstrak-Metanol Akar Kembang Bokor (*Hydrangea Macrophylla*). (pp. 1-15). Jakarta: Universitas Tarumanagara.
- Enaru, B., G. Dretcanu., T. D. Pop., A. Stanila., & Z. Diaconeasa. 2021. Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. *Antioxidants*, 10(12), 1-24.

- Ergür, E., S. Kazaz., T. Kılıç., E. Doğan., & B. Aslansoy. 2019. How to manipulate hydrangea flower colour (*Hydrangea macrophylla* Thunb.)? *Acta Horti*, 1263, 125-132.
- Erlina, S., & S. Rusmalina. 2023. Uji Rhodamin B pada Saus Tomat di Pasar Comal dengan Metode KLT dan Benang Wol. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(6), 2300-2309.
- Fadlilah, A., D. Rosyidi., & A. Susilo. 2022. Karakteristik Warna L\* a\* b\* Dan Tekstur Dendeng Daging Kelinci Yang Difermentasi Dengan *Lactobacillus plantarum*. *Wahana Peternakan*, 6(1), 30-37.
- Fatonah, N., N. Idiawati., & Harlia. 2016. Uji Stabilitas Zat Warna Ekstrak Buah Senggani (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(1), 29-35.
- Fleschhut, J., F. Kratzer., G. Rechkemmer., & S. E. Kulling. 2006. Stability and Biotransformation of Various Dietary Anthocyanins in Vitro. *European Journal of Nutrition*, 45(1), 7-18.
- Forestryana, D., & Arnida. 2020. Phytochemical Screenings and Thin Layer Chromatography Analysis of Ethanol Extract Jeruju Leaf (*Hydrolea spinosa* L.). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 11(2), 113-124.
- Gandjar, I. G., & A. Rohman. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ghoffar, M. A., & A. Mu'thi. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Ghofar, A., & A. I. al-Atsari. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir (Vol. Jilid 6)*. (G. Abdul, Penerj.) Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Giusti, M. M., & R. E. Wrolstad. 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 1-13.
- Halcomb, M., & R. Sandra., 2010. *Hydrangea Production*. United States: University of Tennessee.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia*. Bandung: Penerbit ITB.
- Hariri, M. R., M. S. Yusuf., L. D. Nurmamulyosari., & A. E. Kharisma. 2015. Effect Of Soil pH On The Anthocyanin Level Of Hortensia (*Hydrangea macrophylla*). *KnE Life Sciences*, 2, 613-616.
- Heisdorffer, A. M. 2012. *Hydrangeas with a Past and a Future*. Kentucky: Daviess County Extension Agent.
- Hidayah, N., A. K. Hisan., A. Solikin., I. Irawati., & D. Mustikaningtyas. 2016. Uji Efektivitas Ekstrak *Sargassum muticum* Sebagai Alternatif Obat Bisul Akibat Aktivitas *Staphylococcus aureus*. *Journal of Creativity Students*, 1(1), 1-9.
- Ifadah, R. A., P. R. Wiratara., & C. A. Afgani. 2021. Ulasan Ilmiah : Antosianin dan Manfaatnya untuk Kesehatan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 3(2), 11-21.
- Inostroza-Blancheteau, C., B. Soto., P. Ulloa., F. Aquea., & M. Reyes-Díaz. 2008. Resistance Mechanisms of Aluminum (Al<sup>3+</sup>) Phytotoxicity in Cereals: Physiological, Genetic, and Molecular Bases. *Journal of soil science and plant nutrition*, 8(4), 57-71.
- Ito, D., Y. Shinkai., Y. Kato., T. Kondo., & K. Yoshida. 2009. Chemical Studies on Different Color Development in Blue- and Red-Colored Sepal Cells of

- Hydrangea macrophylla. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 73(5), 1054–1059.
- Ito, T., D. Aoki., K. Fukushima., & K. Yoshida. 2019. Direct Mapping of Hydrangea Blue-Complex in Sepal Tissues of Hydrangea macrophylla. *Scientific Reports*, 9(5450), 1-9.
- J. Benton Jones, J. 2001. *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*. Florida: CRC Press.
- Jackson, M. L. 1963. Aluminium Bonding in Soils: A Unifying in Soil Science. *Soil Science Society of America Proceeding*, 27(1), 1-10.
- Julienne, & S. D. Smith. 2016. How to Make a Red Flower: The Combinatorial Effect of Pigments. *AoB PLANTS*, 8, 1-11.
- Kamar, I., F. Zahara., & D. Yuniharni. 2021. Identifikasi Parasetamol dalam Jamu Pegal Linu Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 3(1), 24-29.
- Kang, H.-J., M-J. Ko., & M-S. Chung. 2021. Anthocyanin Structure and pH Dependent Extraction Characteristics from Blueberries (*Vaccinium corymbosum*) and Chokeberries (*Aronia melanocarpa*) in Subcritical Water State. *Foods*, 10(527).
- Kazuma, K. N. 2003. Flavonoid Composition Related to Petal Color in Different Lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*, 64(6), 1133–1139.
- Kementerian Agama RI. 2016. Retrieved Juli 12, 2024, from Quran Kemenag: <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/6?from=99&to=165>
- Khoo, H. E., A. Azlan., S. T. Tang., & S. Lim. M. 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 60(42), 1-21.
- Koop, B. L., M. N. Silva., F. D. Silva., K. T. Lima., L. S. Soares., C. J., . . . A. R. Monteiro. 2022. Flavonoids, anthocyanins, betalains, curcumin, and carotenoids: Sources, classification and enhanced stabilization by
- Kumar, S., K. Jyotirmayee., & M. Sarangi. 2013. Thin Layer Chromatography: A Tool of Biotechnology for Isolation of Bioactive Compounds from Medicinal Plants. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 18(1), 126-132.
- Kunnaryo, H. J., & P. R. Wikandari. 2021. Antosianin dalam Produksi Fermentasi dan Perannya sebagai Antioksidan. *Journal of Chemistry*, 10(1), 24-36.
- Landi, M., M. Tattini., & K. S. Gould. 2015. Multiple Functional Roles of Anthocyanins in Plant-environment Interactions. *Environmental and Experimental Botany*, 119, 1-14.
- Landis, H., K. Hicks., I. Mc Call., J. B. Henry., & B. E. Whipker. 2022. Customizing the Leaf Tissue Nutrient Ranges for Blue and Pink Hydrangeas. *Journal of plant Nutrition*, 45(1), 59-68.
- Lazi, H., R. Efendi., & E. P. Purwandari. 2017. Deteksi Warna Kulit Menggunakan Model Warna CIELAB Neural Network untuk Identifikasi Ras Manusia (Studi Kasus Ras: Kaukasoid, Mongoloid, dan Negroid). *Jurnal Rekursif*, 5(2), 121-133.
- Lestario, L. N., D. Lukito., & K. H. Timotius. 2009. Kandungan Antosinin dan Antosianidin dari Jantung Pisang Klutuk (*Musa brachycarpa* Back) dan Pisang Ambon (*Musa acuminata* Colla). *Jurnal Teknologi dan Industri pangan*, 20(2), 143-148.

- Liu, H., R. Zhu., Lv, W., S. Wang., & C. Wang. 2022. Aluminum stress signaling, response, and adaptive mechanisms in plants. *Plant Signaling and Behavior*, 17(1).
- Meigaria, K. M., I. W. Mudianta., & N. W. Martiningsih. 2016. Skrining Fotokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Wahana Matematika dan Sains*, 10(2), 1-11.
- Morimoto, H., S. Harada., S. Shukuya., S. Yamamoto., & T. Handa. 2023. Native Habitats and Salt Stress Responses of Wild *Hydrangea macrophylla*. *Research Square*, 1-19.
- Ningsih, S., & T. Harmawan. 2022. Pengaruh Penambahan  $Al_2(SO_4)_3$  Terhadap Derajat Keasaman Air Baku pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Keumueneng Langsa. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 4(1), 20-23.
- Noda, N., S. Yoshioka., S. Kishimoto., M. Nakayama., M. Douzono., Y. Tanaka., & R. Aida. 2017. Generation of blue chrysanthemums by anthocyanin B-ring hydroxylation and glucosylation and its coloration mechanism. *Agricultural Engineering*, 3(7), 1-10.
- Nomer, N. M., A. Duniaji., & K. A. Nociantri. 2019. Kandungan Senyawa Flavonoid dan Antosianin Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) serta Aktifitas Antibakteri terhadap *Vibrio cholerae*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2), 216-225.
- Nurchayyo, W., I. Sumantri., & L. Kurnisari. 2014. Pembuatan Aluminium Sulfat dari Clay. *Momentum*, 10(1), 29-33.
- Oyama, K.-i., T. Yamada., D. Ito., T. Kondo., & K. Yoshida. 2015. Metal Complex Pigment Involved in the Blue Sepal Color Development of *Hydrangea*. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 63(35), 7630–7635.
- Panupesi, H., & B. Candra. 2023. Keragaman Karakter Morfo-Agronomi Tanaman Hias *Hydrangea* sp di Kabupaten Bogor dan Cianjur. *Jurnal Agri Peat*, 24(1), 50 - 57.
- Paramita, A. P. 2022. Studi Potensi Senyawa Hidrangenol dan Asam Hidrangeat dari Daun *Hydrangea macrophylla* sebagai Bahan Utama Aktif Khasiat Jamu Antidiabetes. *Prosiding Workshop dan Seminar Nasional Farmasi* (pp. 530-542). Badaung: Universitas Udayana.
- Peng, J., X. Dong., C. Xue., Z. Liu., & F. Cao. 2021. Exploring the Molecular Mechanism of Blue Flower Color Formation in *Hydrangea macrophylla* cv. "Forever Summer". *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-12.
- Peterson, D., C. A. Mulli., D. A. Lietz., & D. Deyto. 1987. Effects of Soil-applied Elemental Sulfur, Aluminum Sulfate, and Sawdust on Growth of Rabbiteye Blueberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112(4), 612-616.
- Pietsch, G. M., J. C. Brindley., J. James S. Owen., & A. Fulcher. 2022. A Fine Line between Phytotoxicity and Blue When Producing *Hydrangea macrophylla* in a Nursery at a Low Substrate pH. *Horticulturae*, 8(690), 1-24.
- Povar, I., & O. Spinu. 2014. The role of hydroxy aluminium sulfate minerals in controlling  $Al^{3+}$  concentration and speciation in acidic soils+. *Central European Journal of Chemistry*, 12(8), 877-885.
- Prihantoro, H., & Y. Indriani. 2017. *Petunjuk Praktis Memupuk Tanaman Buah*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Priska, M., N. Peni., L. Carvallo., & Y. D. Ngapa. 2018. Review: Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79-97.
- Purba, T., H. Ningsih., P. A. Junaedi., B. G. Junairiah., R. Firgiyanto., & Arsi. 2021. *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Putra, A. A., N. W. Bogoriani., N. P. Diantariani., & N. L. Sumadewi. 2014. Ekstraksi Zat Warna Alam dari Bonggol Tanaman Pisang Musa paradiasciaca L dengan Metode Maserasi, Refluks, dan Sokletasi. *Jurnal Kimia*, 8(1), 113-119.
- Qi, H., G. Zhang., Z. Chu., C. Liu., & S. Yuan. 2022. Identification of Seven Key Structural Genes in the Anthocyanin Biosynthesis Pathway in Sepals of *Hydrangea macrophylla*. *Current Issues in Molecular Biology*, 44(9), 4167–4180.
- Rachmawati, A. Y., & T. Wardiyati. 2017. Pengaruh pH Tanah dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Warna Bunga Hortensia (*Hydrangea macrophylla*). *Journal of Agriculture Science*, 2(1), 23-29.
- Rahayu, S., N. Kurniasih., & V. Amalia. 2015. Ekstraksi dan Identifikasi Senyawa Flevonoid dari Limbah Kulit Bawang Merah sebagai Antioksidan Alami. *Al Kimiya*, 2(1), 1-8.
- Rahmati, R., R. Hamid., Z. Ghorbanzadeh., F. Jacob., P. Azadi., M. Zeinalabedini., . . . M. R. Hajirezaei. 2022. Comparative Transcriptome Analysis Unveils the Molecular Mechanism Underlying Sepal Colour Changes under Acidic pH Substratum in *Hydrangea macrophylla*. *International Journal of Molecular Science*, 23(23), 1-24.
- Rangan, P. R., E. A. Dendo., J. Manga., H. Matana., & Z. L. Honta. 2021. Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Calcium Hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan Tawas  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . *Journal Dynamic sainT*, 6(2), 22-33.
- Reed, S. M., & K. D. Jones. 2008. Production and Characterization of Intergeneric Hybrids between *Dichroa febrifuga* and *Hydrangea macrophylla*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133(1), 84–91.
- Rout, G., S. Samantaray., & P. Das. 2001. Aluminium toxicity in plants: a review. *Agronomie*, 21(1), 3-21.
- Samber, L. N., H. Semangun., & B. Prasetyo. 2013. Karakteristik Antosianin sebagai Pewarna Alam. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS* (pp. 1-4). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Samosir, G. B., & Rusli. 2021. Pemanfaatan Fly Ash Bottom Ash dan Tawas untuk menetralkan Air Asam Tambang. *Jurnal Bina Tambang*, 6(4), 102-111.
- Saputra, A., F. Arfi., & M. Yulian. 2020. Literature Review: Analisis Fitokimia dan Manfaat Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Amina*, 2(3), 14-119.
- Sasaki, N., Y. Nishizaki., Y. Ozeki., & T. Miyahara. 2014. The Role of Acyl-Glucose in Anthocyanin Modifications. *Molecules*, 19(11), 18747-18766.
- Schanda, J. 2007. *Colorimetry: Understanding the CIE System*. New York: Wiley-Interscience.
- Schreiber, H. 2014, 12. *Panduan Kimia Penasaran Warna Hydrangea*. Dipetik March 27, 2024, dari American Scientist: <https://www.americanscientist.org/article/curious-chemistry-guides-hydrangea-colors>

- Schreiber, H. D., A. H. Jones., C. M. Lariviere., K. M. Mayhew., & J. B. Cain. 2011. Role of Aluminum in Red-to-Blue Color Changes in *Hydrangea macrophylla* Sepals. *Biometals*, 24, 1005–1015.
- Schreiber, H. D., A. M. Swink., & T. D. Godsey., 2010. The Chemical Mechanism for Al<sup>3+</sup> Complexing with Delphinidin: A Model for the Bluing of *Hydrangea* Sepals. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 104(7), 732–739.
- Sharma, S. S., K-J. Dietz., & T. Mimura. 2016. Vacuolar Compartmentalization as Indispensable Component of Heavy Metal Detoxification in Plants. *Plant, Cell and Environment*, 39(5), 1112–1126.
- Sherma, J., & G. Zweig. 1971. *Paper Chromatography*. New York: Academic Press.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an* (Vol. 10). Jakarta: Penerbit Lentera Hati.
- Shihab, M. Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an* (Vol. 6). Jakarta: Penerbit Lentera Hati.
- Sinaga, A. S. 2019. Segmentasi Ruang Warna L\*a\*b. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1), 43-46.
- Siregar, A. H. 2016. Pembuatan Zat Warna Alam dari Tumbuhan Berasal dari Daun. *Bina Teknika*, 12(1), 103-110.
- Stahl, E. 1969. *Thin Layer Chromatography: A Laboratory Handbook* (2nd Edition ed.). New York: Springer Verlag.
- Syachroni, S. H. 2019. Kajian Beberapa Sifat Kimia Tanah pada Tanah Sawah di Berbagai Lokasi di Kota Palembang. *Sylvia*, 8(2), 60-65.
- Takeda, K. Y. 1990. Stable blue Complexes of Anthocyanin Aluminium-3-p-coumaryl or 3-caffeoyl-quinic acid Involved in The Bluing of *Hydrangea* Flower. *Phytochemistry*, 29(4), 1089-1091.
- Tanaka, Y. S. 2008. Biosynthesis of Plant Pigments: Anthocyanins, Betalains and Carotenoids. *The Plant Journal*, 54(4), 733–749.
- Tanaka, Y., F. Brugliera., G. Kalc., M. Senior., B. Dyson., N. Nakamura., . . . S. Chandler. 2010. Flower Color Modification by Engineering of the Flavonoid Biosynthetic Pathway: Practical Perspectives. *Biosci Biotechnol Biochem*, 74(9), 1760–1769.
- Tatsuzawa, F., N. Saito., H. Toki., K. Shinoda., & T. Honda. 2012. Flower Colors and their Anthocyanins in *Matthiola incana* Cultivars (Brassicaceae). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 81(1), 91–100.
- Team Departemen Agama Mesir. 2001. *Al-Muntakhab fi Tafsir Al-Qur'an Al-Karim*. Kairo: Mathabi' al Ahram.
- Toplicean, I.-M., & A.-D. Datcu. 2022. Flower Color Variation and Detoxification Mechanisms of *Hydrangea* sp. *Biology*, 25(2), 99-104.
- Toyama-Kato, Y. Y. 2003. Analysis of Metal Elements of *Hydrangea* Sepals at Various Growing Stages by ICP-AES. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3), 237–241.
- Tyagi, W., J. S. Yumnam., D. Sen., & M. Rai. 2020. Root Transcriptome Reveals Efficient Cell Signaling and Energy Conservation key to Aluminum Toxicity Tolerance in Acidic Soil Adapted Rice Genotype. *Scientific Reports*, 10(4580), 1-14.
- Wei, S. L. 2009. Anthocyanins Present in Flowers of *Senecio Cruentus* with Different Colors. *Acta Hort Sin*, 36, 1775–1782.

- Wu, X., S. A. Simpson., R. C. Youngblood., X. F. Liu., B. E. Scheffler., T. A . Rinehart., . . . A. M. Hulse-Kemp. 2023. Two haplotype-resolved genomes reveal important f lower traits in bigleaf hydrangea (*Hydrangea macrophylla*) and insights into Asterid evolution. *Horticulture Research*, 10(12), 1-13.
- Yang, R., T. He., M. Guan., X. Guo., Y. Xu., R. Xu., & Y. Da. 2020. Preparation and accelerating mechanism of aluminum sulfate-based alkali-free accelerating additive for sprayed concrete. *Construction and Building Materials*, 234, 1-13.
- Yoandianissa, T., A. S. Atamtajani., & M. Muchlis. 2017. Pengembangan Perhiasan Cincin Dengan Eksplorasi Aluminium Sulfat. *eProceedings of Art & Design* (pp. 1501-1506). Bandung: Telkom University .
- Yoshida, K., D. Ito., N. Miki., & T. Kondo. 2021. Single-cell Analysis Clarifies Mosaic Color Development in Purple *Hydrangea* Sepal. *New Phytologist*, 229(6), 3549–3557.
- Yoshida, K., K.-i. Oyama., & T. Kondo. 2012. Chemistry of Flavonoids in Color Development. In V. Cheynier, P. Sarni-Manchado, & S. Quideau, *Recent Advances in Polyphenol Research* (pp. 99-129). West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Yuliantari, N. W., I. W. Widarta., & I. D. Permana. 2017. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Menggunakan Ultrasonik. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 4(1), 35-42.
- Zhang, F., X. Yan., X. Han., R. Tang., Y. Moli Chu., Y.-H. Yang., . . . W. Lana. 2019. A Defective Vacuolar Proton Pump Enhances Aluminum Tolerance by Reducing Vacuole Sequestration of Organic Acids. *Plant Physiology*, 181(2), 743–761.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data dan analisis nilai pH tanah sebelum perlakuan dan empat minggu setelah perlakuan.**

Perlakuan	Ulangan	Awal	Akhir	Selisih
P1	U1	7	5,8	1,2
	U2	6,8	4,7	2,1
	U3	7	5,5	1,5
	U4	6,8	4,8	2
	U5	7	4,8	2,2
P2	U1	6	5	1
	U2	6,2	5,4	0,8
	U3	6,9	5,4	1,5
	U4	7	5,9	1,1
	U5	7	5,9	1,1
P3	U1	6,9	6	0,9
	U2	6,8	5,2	1,6
	U3	6,8	5,2	1,6
	U4	7	4,4	2,6
	U5	6,9	4,8	2,1
C	U1	7	6,6	0,4
	U2	7	6,7	0,3
	U3	6,8	6,2	0,6
	U4	7	6,6	0,4
	U5	7	6,4	0,6

Rata-rata selisih pH awal dan akhir

Ulangan	Perlakuan			
	P1	P2	P3	C
U1	1,2	1	0,9	0,4
U2	2,1	0,8	1,6	0,3
U3	1,5	1,5	1,6	0,6
U4	2	1,1	2,6	0,4
U5	2,2	1,1	2,1	0,6
Rata-rata	1,8	1,1	1,76	0,46



**ANOVA**

Selisih\_Ph

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.028	3	2.009	11.978	.000
Within Groups	2.684	16	.168		
Total	8.712	19			

**Test of Homogeneity of Variances**

Selisih\_Ph

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.129	3	16	.055

**Tests of Normality**

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Selisih_Ph P1	.279	5	.200 <sup>*</sup>	.885	5	.335
P2	.300	5	.161	.921	5	.537
P3	.201	5	.200 <sup>*</sup>	.970	5	.876
K	.273	5	.200 <sup>*</sup>	.852	5	.201

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Selisih\_Ph**

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>				
K	5	.4600		
P2	5	1.1000	1.1000	
P3	5		1.7600	
P1	5		1.8000	
Sig.		.103	.068	
Duncan <sup>a</sup>				
K	5	.4600		
P2	5		1.1000	
P3	5			1.7600
P1	5			1.8000
Sig.		1.000	1.000	.879

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Lampiran 2. Data dan analisis uji warna pada nilai b\***

<b>Perlakuan</b>	<b>Nilai b*</b>
P1U1	-18,89
P1U2	-21,23
P1U3	-27,81
P1U4	-20,03
P1U5	-22,24
Rata-rata	-22,04
P2U1	-16,53
P2U2	-26,68
P2U3	-20,58
P2U4	-18,22
P2U5	-27,6
Rata-rata	-21,92
P3U1	-27,63
P3U2	-26,98
P3U3	-30,13
P3U4	-22,97
P3U5	-21,96
Rata-rata	-25,93
CU1	-13,31
CU2	-16,98
CU3	-22,81
CU4	-6,52
CU5	-15,31
Rata-rata	-14,99

**ANOVA**

Warna

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	311.249	3	103.750	4.980	.013
Within Groups	333.342	16	20.834		
Total	644.591	19			

**Test of Homogeneity of Variances**

Warna

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.670	3	16	.583

**Tests of Normality**

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Warna P1	.277	5	.200 <sup>*</sup>	.871	5	.270
P2	.230	5	.200 <sup>*</sup>	.888	5	.349
P3	.221	5	.200 <sup>*</sup>	.931	5	.603
K	.188	5	.200 <sup>*</sup>	.981	5	.942

\*. This is a lower bound of the true significance.

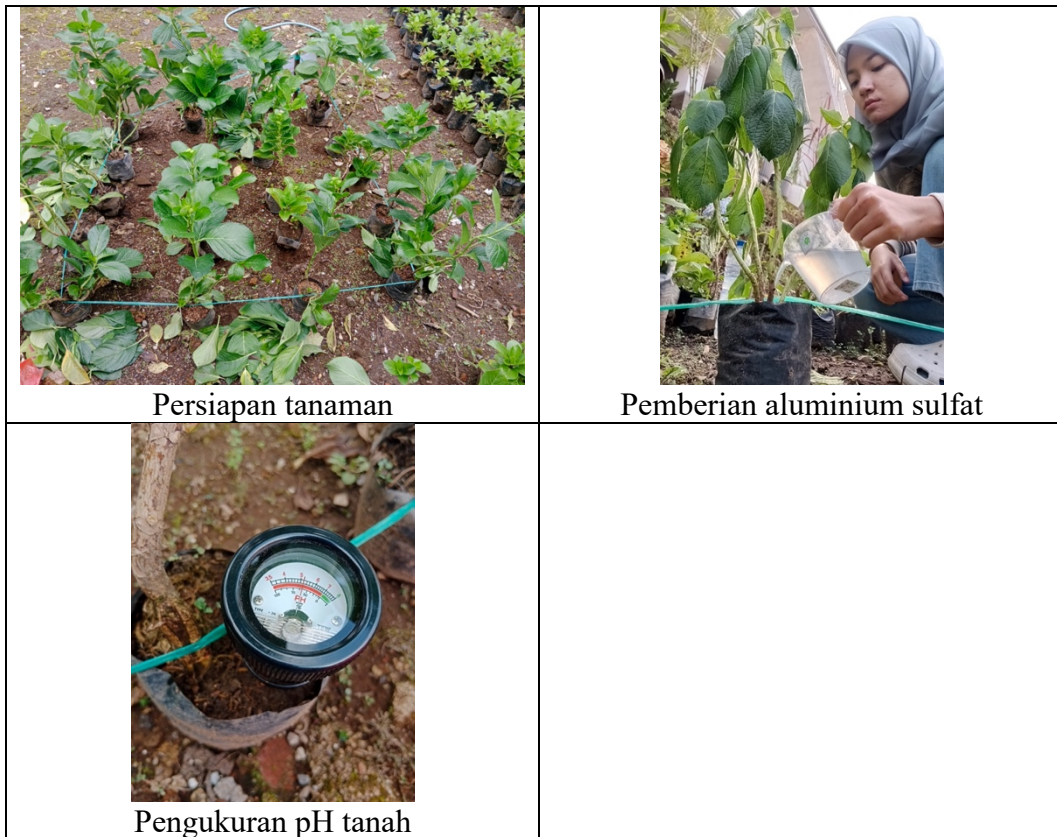
a. Lilliefors Significance Correction

**Warna**

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Tukey HSD <sup>a</sup> P3	5	-25.9340	
P1	5	-22.0400	-22.0400
P2	5	-21.9220	-21.9220
K	5		-14.9860
Sig.		.523	.109
Duncan <sup>a</sup> P3	5	-25.9340	
P1	5	-22.0400	
P2	5	-21.9220	
K	5		-14.9860
Sig.		.206	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Lampiran 3. Dokumentasi penelitian.****Perlakuan dengan Aluminium sulfat****Uji warna**

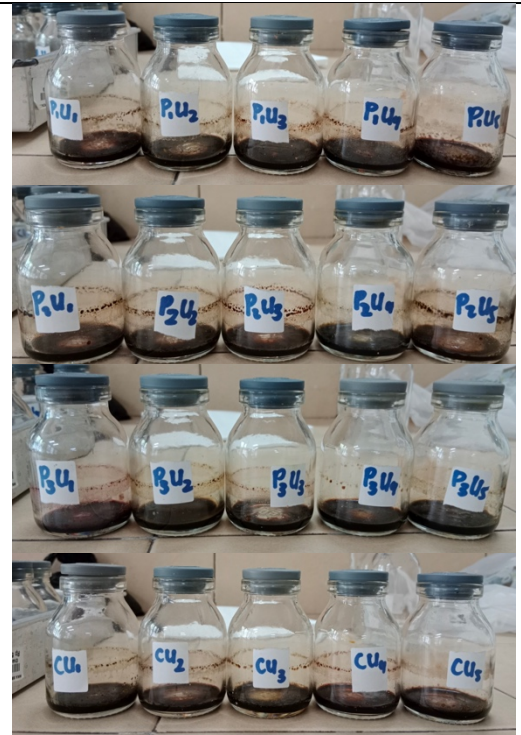
### Uji warna

 <p>Sortasi sepal</p>	 <p>Pengeringan</p>
 <p>Sepal yang sudah kering</p>	 <p>Penimbangan simplisia</p>

## Ekstraksi



Simplisia dilarut direndam dapat pelarut methanol HCl 1%



Hasil ekstraksi setelah dipekatkan

## Identifikasi jenis antosianin dengan KLT



Penotolan ekstrak pekat ke plat KLT



Proses pemisahan spot



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110144  
Nama : HANIK ATUSSHOLAH  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jurusan : BIOLOGI  
Dosen Pembimbing 1 : DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si  
Dosen Pembimbing 2 : Dr. H AHMAD BARIZI,M.A  
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PENGARUH KONSENTRASI ALUMINIUM SULFAT TERHADAP TERBENTUKNYA WARNA BIRU PADA SEPAL BUNGA HORTENSIA (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	22 Juni 2023	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Pengajuan judul skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	21 Agustus 2023	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Pengajuan metode penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	29 September 2023	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Perubahan judul	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	02 Oktober 2023	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Pengajuan metode penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	09 Januari 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Mengoreksi latar belakang	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	11 Januari 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Mengoreksi proposal skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	15 Januari 2024	Dr. H.AHMAD BARIZI,M.A	Konsultasi ayat integrasi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	15 Januari 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Koreksi dan tanda tangan proposal	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	15 April 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Diskusi masalah dalam penelitian	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
10	24 Mei 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Revisi analisis data pH tanah	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	27 Mei 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Membahas analisis data pH tanah	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	29 Mei 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Revisi analisis data pH	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	05 Juli 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Mendiskusikan hasil penelitian	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
14	15 Juli 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Revisi bab 1-4	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
15	18 Juli 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Revisi bab 4	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
16	19 Juli 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Revisi bab 4 akhir	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
17	19 Juli 2024	DIDIK WAHYUDI,S.Si., M.Si	Membahas kendala dalam penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
18	26 Juli 2024	Dr. H.AHMAD BARIZI,M.A	Bimbingan agama tentang ayat integrasi dalam penelitian	Ganjil 2024/2025	Belum Dikoreksi

Telah disetujui  
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

  
Dr. H. AHMAD BARIZI, M.A

Malang, \_\_\_\_\_

Dosen Pembimbing 1

  
DIDIK WAHYUDI, S.Si., M.Si

Kajur / Kaprodi



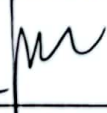


KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

Form Checklist Plagiasi

Nama : Hanik Atussholah  
NIM : 200602110144  
Judul : Pengaruh Konsentrasi Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) terhadap Warna  
Sepal Bunga Hortensia (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser)

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	24%	

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002