

**IDENTIFIKASI ANTOSIANIDIN PADA SEPAL PINK HINGGA BIRU
BUNGA PANCAWARNA (*Hydrangea macrophylla*)**

SKRIPSI

Oleh:

FIRDAUS AKHMERTI AMALIA

NIM. 200602110115



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

**IDENTIFIKASI ANTOSIANIDIN PADA SEPAL PINK HINGGA BIRU
BUNGA PANCAWARNA (*Hydrangea macrophylla*)**

SKRIPSI

Oleh:

FIRDAUS AKHMERTI AMALIA

NIM. 200602110115

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

**IDENTIFIKASI ANTOSIANIDIN PADA SEPAL PINK HINGGA BIRU
BIRU BUNGA PANCAWARNA (*Hydrangea macrophylla*)**

SKRIPSI

Oleh:

FIRDAUS AKHMERTI AMALIA

NIM. 200602110115

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

tanggal: 01 Oktober 2024

Pembimbing I

Pembimbing II



Didik Wahyudi, M.Si

NIP. 19860102 201801 1 001



Prof. Dr. Munirul Abidin, M.Ag

NIP. 19720420 200212 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

NIP. 19741018 200312 2 002

**IDENTIFIKASI ANTOSIANIDIN PADA SEPAL PINK HINGGA BIRU
BUNGA PANCAWARNA (*Hydrangea Macrophylla*)**

SKRIPSI

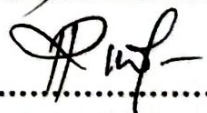
Oleh:

**FIRDAUS AKHMERTI AMALIA
NIM. 200602110115**

Telah dipertahankan

**Di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Tanggal: 01 November 2024

Ketua Penguji	: Dr. Evika Sandi Savitri, M.P	
	NIP. 19741018 200312 2 002	
Anggota Penguji 1	: Ruri Resmisari, M. Si	
	NIP. 19790123 202321 2 008	
Anggota Penguji 2	: Didik Wahyudi, M. Si	
	NIP. 19860102 201801 1 001	
Anggota Penguji 3	: Prof. Dr. Munirul Abidin, M. Ag	
	NIP. 19720420 200212 1 003	

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Biologi

Dr. Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.

NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur selalu dipanjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia serta hidayah-Nya yang diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menuntun kepada jalan kebenaran. Skripsi ini dipersembahkan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi, serta doa sepanjang perjalanan penyelesaian penelitian penulis, terlebih khusus kepada:

1. Keluarga besar penulis, Alm. Bapak Ansori dan Ibu Suratmi, dan adikku Muhammad Ghulam Fuad yang merawat, mendidik, dan memotivasi pada keberhasilan Skripsi ini serta tidak henti memberikan doa untuk semua hal.
2. Didik Wahyudi, M.Si dan Prof. Dr. Munirul Abidin, M.Ag, selaku pembimbing I dan pembimbing II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan hati untuk memberikan pengarahan, motivasi, nasihat, kritik, dan saran dalam menyelesaikan Skripsi.
3. Mochamad Ikhiyak Ulumudin Fahlevy, partner terbaik yang selalu menemani proses penelitian, dan memberikan saran serta motivasi dalam menyelesaikan Skripsi.
4. Teman kos (Sabitah, Afa, Lia, dan Feriska) yang membantu serta memberi, motivasi dan doa untuk menyelesaikan skripsi.
5. Teman-teman Biologi C 2020 (CYTOSINE) yang sudah kebersamaan masa studi dengan penuh kenangan yang berharga.

Malang, 30 September 2024

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firdaus Akhmerti Amalia
NIM : 200602110115
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Identifikasi Antosianidin Pada Sepal Pink Hingga Biru
Bunga Pancawarna (*Hydrangea macrophylla*)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis murni merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, dan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan di daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya siap menerima segala konsekuensi atas perbuatan tersebut.

Malang, 30 September 2024

Yang membuat pernyataan,



Firdaus Akhmerti Amalia

NIM. 200602110115

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat tetapi pengutipan dapat dilakukan dengan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Identifikasi Antosianidin Pada Sepal Pink Hingga Biru Bunga Pancawarna (*Hydrangea macrophylla*)

Firdaus Akhmerti Amalia, Didik Wahyudi, Munirul Abidin

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

ABSTRAK

Hydrangea macrophylla merupakan tanaman dari genus *Hydrangea* famili *Saxifragaceae*. *Hydrangea* termasuk salah satu bunga hias karena memiliki bentuk bunga majemuk yang besar serta warna bunga yang menarik. Warna bunga *Hydrangea* terdiri dari pink, ungu, biru, putih, bahkan hijau. Perubahan warna bunga *Hydrangea* dipengaruhi oleh beberapa kondisi lingkungan, khususnya adanya aluminium pada tanah. Pada tanah asam, aluminium bersifat larut dalam air sehingga dapat diserap oleh akar yang nantinya menuju vakuola sepal. Dengan demikian, pada tanah asam *Hydrangea* memiliki warna biru, sedangkan pada tanah basa hingga netral akan berwarna pink. Adanya perubahan warna ini juga disebabkan oleh pigmen yang berperan dalam warna bunga (antosianidin). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lebih lanjut jenis antosianidin *Hydrangea* kultivar Lokal Batu yang ditanam pada lahan pertanian. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dan kuantitatif non eksperimental dengan pendekatan eksplorasi. Sampel yang dilakukan diletakkan dalam *polybag* yang terdiri dari *Hydrangea* dengan warna sepal pink hingga biru. Sampel diekstraksi dan dilakukan pengukuran kadar antosianin total menggunakan spektrometer UV Vis serta identifikasi pigmen antosianidin dengan Kromatografi Lapis Tipis. Hasil pengukuran kandungan antosianin total pada sepal pink, ungu, dan biru dipengaruhi oleh intensitas warna sepal pada masing masing sampel. Kandungan antosianin total ini tidak berbeda pada setiap jenis warna *Hydrangea*. Sementara itu, hasil identifikasi antosianidin pada sepal pink, ungu, dan biru *Hydrangea* menunjukkan hasil pigmen yang sama, yakni delphinidin. Dengan demikian, tidak ada perbedaan kandungan antosianin total dan tidak ada perbedaan pigmen antosianidin pada sepal pink, ungu, dan biru *Hydrangea*.

Kata Kunci: antosianidin, *Hydrangea macrophylla*, KLT, spektrometer UV-VIS

Identification of Anthocyanidins in Pink to Blue Sepals of Pancawarna Flower (*Hydrangea macrophylla*)

Firdaus Akhmerti Amalia, Didik Wahyudi, Munirul Abidin

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

ABSTRACT

Hydrangea macrophylla is a plant of the genus *Hydrangea* family *Saxifragaceae*. *Hydrangea* is one of the ornamental flowers because it has a large mophead flower shape and attractive flower colours. *Hydrangea* flower colours consist of pink, purple, blue, white, and even green. *Hydrangea* flower colour changes are influenced by several environmental conditions, especially the presence of aluminium in the soil. In acidic soils, aluminium is soluble in water so that it can be absorbed by the roots which will later go to the sepal vacuole. Thus, in acidic soil *Hydrangea* has a blue colour, while in alkaline to neutral soil it will be pink. This colour change is also caused by pigments that play a role in flower colour (anthocyanidins). This study aims to further identify the type of anthocyanidin pigments of *Hydrangea* cultivar Local Batu grown on agricultural land. This research is a non-experimental qualitative and quantitative research with an exploratory approach. The samples were placed in polybags. The samples which used in this research were *Hydrangea* with pink to blue sepal colours. The samples were extracted and the total anthocyanin content was measured using UV Vis spectrometer and the identification of anthocyanidin pigments with Thick Layer Chromatography. The measurement of total anthocyanin content in pink, purple and blue sepals is influenced by the intensity of the sepal colour in each sample. The total anthocyanin content is not different in each colour type of *Hydrangea*. Meanwhile, the results of anthocyanidin identification in pink, purple, and blue *Hydrangea* sepals showed the same pigment, delphinidin. Thus, there is no difference in total anthocyanin content and the type of anthocyanidin in pink, purple, and blue *Hydrangea* sepals.

Key words: *anthocyanidin*, *Hydrangea macrophylla*, *spektrometer UV-VIS*, *TLC*

تحديد الأنثوسيانين على سبيل وردي إلى أزرق من زهور بانكاوارنا (*Hydrangea macrophylla*)

فيرداوس احميرتي اماليا، ديديك واهيودي، مونيرول ابيدين

برنامج علوم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولنا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالنغ

مستخلص البحث

الكوبية الكبيرة (الاسم العلمي: *Hydrangea macrophylla*) هي نبتة من جنس الكوبية من الفصيلة الكوبية Saxifragaceae. الكوبية هي إحدى زهور الزينة لأنها ذات شكل زهرة كبيرة وألوان جذابة. تتكون ألوان أزهار الكوبية من الوردي والأرجواني والأزرق والأبيض وحتى الأخضر. تتأثر تغيرات لون زهرة الكوبية بالعديد من الظروف البيئية، وخاصة وجود الألومنيوم في التربة. ففي التربة الحمضية، يكون الألومنيوم قابلاً للذوبان في الماء بحيث يمكن أن تمتصه الجذور ثم ينتقل إلى فجوات السيبال. فجوات الكأس. وبالتالي، في التربة الحمضية يكون لون الكوبية في التربة الحمضية أزرق، بينما في التربة القلوية إلى المتعادلة، يكون لونها وردياً. يحدث هذا التغير في اللون أيضاً بسبب الأصباغ التي تلعب دوراً في لون الزهرة (الأنثوسيانيد). تهدف هذه الدراسة إلى مواصلة تحديد أنواع أصباغ الأنثوسيانيد في أصباغ الأنثوسيانيد في نبات الكوبية المحلية في باتو المزروعة في الأراضي الزراعية. هذا البحث عبارة عن بحث نوعي وكمي غير تجريبي مع نهج استكشافي. توضع العينة المستخدمة في كيس بوليبياغ لمعرفة الرقم الهيدروجيني للتربة. كان لون الكوبية المستخدمة يتراوح بين الوردي إلى الأزرق. استخلصت العينات وتم قياس محتوى الأنثوسيانين الكلي باستخدام مطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئية ثم تم تحديد صبغة الأنثوسيانين بواسطة كروماتوغرافيا الطبقات العالية. لم يختلف محتوى الأنثوسيانين الكلي في كل نوع من أنواع ألوان الكوبية. وفي الوقت نفسه، أظهرت نتائج تحديد الأنثوسيانيد في سيبالات الكوبية الوردية والأرجوانية والزرقة نفس الصبغة وهي الدلفينيدين. وبالتالي، لا يوجد اختلاف في المحتوى الكلي للأنثوسيانين ولا يوجد اختلاف في أصباغ الأنثوسيانيد في سيبالات الكوبية الوردية والأرجوانية والزرقة. الكلمات الأساسية: الأنثوسيانيد، الكوبية الكوبية، مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur kehadiran Allah Ta'ala yang telah melimpahkan nikmat ilmu, rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul “Identifikasi Antosianidin Pada Sepal Pink Hingga Biru Bunga Pancawarna (*Hydrangea macrophylla*)” dengan baik. Tidak lupa Sholawat serta salam tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini merupakan langkah awal penulis untuk melakukan penelitian sebagai syarat untuk menyelesaikan program Strata-1 di program studi biologi. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- 1) Prof. Dr. Muhammad Zainuddin, MA, 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 Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- 4) Didik Wahyudi, M.Si selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan kami serta memberikan motivasi demi terselesaikannya skripsi ini.
- 5) Prof. Dr. Munirul Abidin, M.Ag, selaku dosen pembimbing agama yang telah membimbing, mengarahkan kami demi terselesaikannya skripsi ini.
- 6) Firtia Nungky Harjati, M.Sc selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan selama perkuliahan.
- 7) Ibu Suratmi dan Bapak Ansori (Alm) sebagai kedua orang tua yang tidak pernah putus mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik
- 8) Kerabat dekat dan rekan sahabat yang tidak pernah lelah memberikan dukungan dan motivasi.
- 9) Semua pihak dan orang-orang baik yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu terealisasinya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun naskah skripsi ini masih banyak keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas kekurangan yang ada Semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan berkah bagi kita semua.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Malang, 30 September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
مستخلص البحث.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Masalah.....	9
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 10
2.1 Botani Tanaman <i>Hydrangea macrophylla</i>	10
2.1.1 Deskripsi Tanaman <i>Hydrangea macrophylla</i>	10
2.1.2 Klasifikasi Tanaman <i>Hydrangea macrophylla</i>	13
2.1.3 Syarat Tumbuh	14
2.1.4 Distribusi dan Budidaya <i>Hydrangea macrophylla</i>	14
2.2 Mekanisme Perubahan Warna <i>Hydrangea macrophylla</i>	15
2.3 Faktor Faktor yang Mempengaruhi Warna Bunga <i>Hydrangea</i>	17
2.4 Antosianin.....	20
2.5 Kromatografi Lapis Tipis	26

BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Rancangan Penelitian.....	28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.3 Alat dan Bahan.....	28
3.3.1 Alat	28
3.3.2 Bahan.....	28
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Pemilihan dan Pengambilan Sampel	28
3.4.2 Ekstraksi Sampel	30
3.4.3 Kandungan Antosianin Total	31
3.4.4 Persiapan Senyawa Antosianidin dengan Hidrolisis Asam	31
3.4.5 Identifikasi Senyawa Antosianidin dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	32
3.4.6 Identifikasi Lanjutan Senyawa Antosianin dengan Absorbansi Maksimum	32
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 34
4.1 Kandungan Antosianin Total <i>Hydrangea</i>	34
4.2 Identifikasi Pigmen Antosianidin Pada <i>Hydrangea</i>	36
4.3 Integrasi Ayat Al-Quran	41
 BAB V PENUTUP.....	 45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
 DAFTAR PUSTAKA	 46
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3. 1. Warna sampel, parameter warna, dan pH tanah.....	29
Tabel 4. 1. Kandungan antosianin total pada <i>Hydrangea</i>	36
Tabel 4. 2. Nilai RF, warna spot dan absorbansi maksimum spot KLT.....	37
Tabel 4. 3 Sampel Hydrangea dan kondisi pH tanah.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Struktur Bunga <i>Hydrangea macrophylla</i>	11
Gambar 2. 2 Bagian bunga fertile dan steril <i>Hydrangea macrophylla</i>	12
Gambar 2. 3. Warna bunga <i>Hydrangea macrophylla</i>	13
Gambar 2. 4. Struktur kimia antosianin <i>Hydrangea macrophylla</i>	16
Gambar 2. 5. Struktur co-pigment sepal bunga <i>Hydrangea macrophylla</i>	17
Gambar 2. 6. Struktur antosianin dan jenis jenisnya.....	21
Gambar 2. 7 Biosintesis antosianin.....	23
Gambar 4. 1 Hasil kromatografi lapis tipis <i>Hydrangea</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kandungan Antosianin Total <i>Hydrangea macrophylla</i>	53
Lampiran 2. Pengukuran Chroma (Intensitas Warna).....	53
Lampiran 3. Pengukuran Absorbansi Maksimum dan Pergeseran Bathokromik	53
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hydrangea macrophylla merupakan tumbuhan yang masuk ke dalam genus *Hydrangea* famili Saxifragaceae (McClintock, 1956). Di Indonesia tanaman ini sering disebut dengan Kembang Bokor, Kembang Tiga Bulan, dan Panca Warna (Hariri dkk., 2015). *Hydrangea* banyak dijual secara komersial sebagai tanaman hias, bunga potong, maupun sebagai dekorasi karena memiliki warna bunga yang beragam dan menarik (Codarin *et al.*, 2006; Peng *et al.*, 2021). Di wilayah Bali, bunga ini banyak digunakan pada prosesi ibadah umat Hindu dan perayaan hari raya Hindu (Suriani dkk., 2019). Pada dasarnya *Hydrangea macrophylla* memiliki warna biru. Namun, dengan adanya persilangan akhirnya memunculkan banyak warna diantaranya, pink, ungu, biru, putih hingga hijau (Ito *et al.*, 2019; Yoshida *et al.*, 2020). Meskipun demikian, warna bunga *Hydrangea* yang paling digemari oleh konsumen adalah warna biru (Qi *et al.*, 2022).

Kultivar *Hydrangea* yang berkembang pada wilayah Batu, Jawa Timur dikenal dengan kultivar Lokal Batu. Namun, kultivar ini tidak ditemukan dalam daftar kultivar *Hydrangea* yang ada. Kultivar ini memiliki bentuk morfologi yang sama dengan kultivar-kultivar resmi lainnya. Walaupun memiliki kesamaan bentuk morfologi, tentu masih sulit menentukan kultivar Batu sebenarnya tergolong jenis kultivar apa.

Hydrangea memiliki warna bunga yang bermacam-macam. Warna bunga merupakan salah satu fokus bagi peneliti dan pemulia tanaman sebab warna bunga merupakan hasil interaksi dari gen dengan keadaan lingkungan (Grotewold, 2006;

Iwashina, 2015; Kumar *et al.*, 2008). Hal ini sesuai dengan firman Allah pada (QS: Al-An'am [6]: 141), yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ وَالزَّيْتُونَ
وَالرُّمَانَ مَنَاشِبَهَا وَغَيْرَ مَنَاشِبَةٍ كُلُّوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا
يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya : “Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebum yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon kurma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan”.

Tafsir dari ayat di atas ialah bahwa Allah SWT telah menciptakan kebun dengan berbagai macam-macam tanaman. Tanaman tersebut memiliki berbagai warna, rasa, dan bentuk atau rupa yang berbeda. Allah SWT telah menciptakan perbedaan yang sedemikian rupa padahal tanaman tersebut ditanam di atas tanah yang sama dan disiram dengan air yang sama (Shihab, 2002).

Dengan demikian, adanya perbedaan warna pada tanaman disebabkan oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan. Faktor lingkungan tersebut terhadap warna bunga antara lain, berupa air, nutrisi kandungan tanah, bahkan cahaya. Selain itu, pada ayat tersebut juga menjelaskan bahwa walaupun ditanam pada kondisi lingkungan yang sama warna tanaman masih dapat berbeda. Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa warna warna pada tanaman sangat dipengaruhi oleh genetik. Faktor genetik akan mempengaruhi jenis pigmen yang disintesis sedangkan faktor lingkungan akan mempengaruhi komposisi dan jumlah pigmen tersebut (Espley & Jaakola, 2023).

Perubahan warna bunga *Hydrangea* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain genotip (Ergür *et al.*, 2019), jenis dan konsentrasi antosianin, ketersediaan aluminium, pH vakuola, serta adanya *co-pigment* (Toyama-Kato *et al.*, 2003). Terdapat beberapa kultivar yang lebih spesifik memiliki warna biru, dan beberapa kultivar lain memiliki warna pink. Contohnya, kultivar Enziadom dapat memiliki warna pink maupun warna biru, kultivar Brestenburg lebih spesifik berwarna biru.

pH vakuola juga mempengaruhi warna bunga *Hydrangea*, karena pH vakuola dapat merubah struktur dan warna antosianin (Enaru *et al.*, 2021; Khoo *et al.*, 2017). pH 1 pada vakuola dapat menyebabkan antosianin memiliki bentuk *red flavium* yang berwarna merah, sedangkan pada pH 2-4 antosianin akan memiliki bentuk *blue quinoidal base* yang berwarna biru.

Keberadaan aluminium pada sepal akan menaikkan pH vakuola serta dapat mengubah dan menstabilkan bentuk antosianin (Ergür *et al.*, 2019). Keberadaan aluminium pada sepal dipengaruhi oleh pH tanah. Pada kondisi tanah asam, aluminium bersifat soluble (dapat larut) dalam air sehingga mudah diserap oleh akar (Asen, 1957; Ma *et al.*, 2001). Warna bunga *Hydrangea* pada tanah asam berwarna biru dan pada tanah netral hingga basa memiliki warna pink (Allen, 1932; Chenery, 1948; Ma *et al.*, 2001). Aluminium ini akan membentuk kompleks antara *blue quinoidal base* serta *co-pigment* untuk menghasilkan warna biru (Schreiber *et al.*, 2010; Yoshida *et al.*, 2009).

Keberadaan *co-pigment* (komponen tidak berwarna) akan menstabilkan kompleks antosianin dengan aluminium yang telah terbentuk sebelumnya (Yoshida *et al.*, 2019, 2020). Beberapa jenis *co-pigment* pada *Hydrangea* antara lain: 5-O-

caffeoylquinic acid, 5-O-p-coumaroylquinic acid, dan 3-O-caffeoylquinic acid (Takeda, Kubota, *et al.*, 1985).

Jenis dan kandungan antosianin berpengaruh terhadap warna bunga *Hydrangea*. Jenis antosianin yang utama pada *Hydrangea* (meliputi *Hydrangea* berwarna pink, ungu, dan biru) adalah sama, yakni delphinidin 3- glukosida. Namun, jenis antosianin lain juga telah ditemukan diantaranya, delphinidin 3-sambubiosida (Yoshida *et al.*, 2021) dan beberapa jenis antosianin dari kelompok cyanidin ditemukan pada *Hydrangea chameleon* (Yoshida *et al.*, 2008).

Dari faktor-faktor di atas, *Hydrangea* dapat memiliki berbagai jenis warna. Ditinjau dari faktor kandungan aluminium, sepal biru mengandung aluminium lebih tinggi dibandingkan sepal pink maupun ungu (Chen *et al.*, 2015; Schreiber, 2011b; Yoshida *et al.*, 2021). pH vakuola sepal biru lebih tinggi daripada sepal pink, sepal pink memiliki pH 3,3; sepal biru memiliki pH 3,6; sedangkan sepal ungu berada di pertengahannya (Yoshida *et al.*, 2003). Kandungan *co-pigment* juga berbeda pada tiap jenis warna sepal (Kondo *et al.*, 2005; Takeda, Kubota, *et al.*, 1985). Proses budidaya untuk menghasilkan warna pink dan biru *Hydrangea* juga berbeda. *Hydrangea* yang berwarna pink dapat diberikan fertiliser fosfat untuk menaikkan pH tanahnya, sedangkan *Hydrangea* biru perlu diberikan tambahan aluminium dan larutan yang bersifat asam pada tanah lainnya (Ergür *et al.*, 2019).

Jumlah kandungan antosianin (pigmen utama) pada berbagai jenis warna *Hydrangea* perlu diketahui. Kandungan antosianin tidak berbeda pada tiap jenis warna *Hydrangea*, tetapi kandungan antosianin yang berbeda akan menyebabkan tingginya intensitas warna *Hydrangea*. Semakin tinggi kandungan antosianin semakin tinggi pula intensitas warna yang diberikan sehingga akan memberikan

warna yang lebih gelap (Schreiber, 2011a). Namun, terdapat penelitian yang menyatakan bahwa kandungan delphinidin (antosianin) sepal biru dan pink memiliki perbedaan yang signifikan. Sepal pink mengandung 15,7 mM sedangkan sepal biru mengandung 9.2 mM (Yoshida *et al.*, 2021). Sementara itu pada penelitian lain, menyatakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan kandungan delphinidin pada sepal pink dan biru *Hydrangea* (Ito *et al.*, 2009, 2019). Dengan demikian, dilakukanlah pengukuran kandungan antosianin total pada penelitian ini.

Warna biru pada *Hydrangea* sulit didapatkan, terutama pada kultivar Lokal Batu. Warna *Hydrangea* kultivar ini tidak pernah mencapai biru sempurna, tetapi berwarna biru keunguan. Houghton *et al.*, (2021) menyatakan bahwa jumlah Angiospermae yang memiliki warna biru hanya terdapat 10%. Keadaan dapat terjadi karena monomer antosianin (pigmen warna) tidak pernah menunjukkan warna biru dalam kondisi asam, melainkan hanya mencapai warna ungu saja. Dengan demikian, bunga yang memunculkan warna biru yang stabil memiliki mekanisme rumit pada proses fisiologi, biokimia hingga molekuler di dalamnya (Takeda, Kubota, *et al.*, 1985; Yoshida *et al.*, 2009). Sementara itu, warna pink *Hydrangea* pada kultivar ini jarang ditemui karena membutuhkan nutrisi fosfat yang tidak tersedia pada lahan budidaya.

Perubahan warna pada *Hydrangea* juga salah satunya dipengaruhi oleh jenis antosianin yang terkandung di dalamnya (Ergür *et al.*, 2019; Schreiber, 2011b). Antosianin merupakan pigmen yang berperan pada warna tanaman (bunga dan buah). Pigmen antosianin menghasilkan banyak warna, yakni merah, ungu, hingga biru (Espley & Jaakola, 2023). Pada banyak literatur telah dijelaskan bahwa jenis

antosinian pada *Hydrangea* adalah sepal pink, ungu, dan biru adalah sama, yaitu delphinidin 3-glukosida.

Namun, menurut Kazuma *et al.*, (2003) terdapat beberapa jenis antosianin dan karakteristik warna tanamannya. Pelargonidin akan memunculkan warna merah; cyanidin dan peonidin akan memunculkan warna ungu hingga merah; sedangkan delphinidin, petunidin, dan malvidin memunculkan warna ungu hingga biru. Hal yang serupa juga dikemukakan oleh Honda & Saito, (2002), bahwa bunga yang berwarna biru kebanyakan memiliki akumulasi antosianin jenis delphinidin. Sementara itu, jika bunga mengandung cyanidin sebagai antosianin utama akan berwarna kemerahan

Dengan demikian, bunga *Hydrangea* diduga terdapat pigmen selain delphinidin yang dapat menyebabkan timbulnya warna pink (Yoshida *et al.*, 2009). Hal ini didukung dengan temuan adanya pigmen cyanidin pada *Hydrangea* chameleon yang berwarna pink pada fase mendekati senesen (Yoshida *et al.*, 2008).

Identifikasi pigmen antosianin pada *Hydrangea* perlu dilakukan sebagai studi pendahuluan pada mekanisme perubahan warna lewat proses budidaya. Antosianin merupakan pigmen pada tanaman yang bertanggung jawab untuk memunculkan warna dari merah hingga biru (Houghton *et al.*, 2021). Beberapa kultivar yang tidak dapat berubah warna menjadi biru maupun pink mungkin memiliki jenis antosianin yang tidak bekerja (menghambat) pada proses perubahan warna. Identifikasi pigmen pada berbagai kultivar *Hydrangea* telah dilakukan untuk menyelidiki pigmen apa yang mendukung maupun menghambat perubahan *Hydrangea* menjadi biru (Yuan *et al.*, 2023). Kultivar *Hydrangea*, seperti Domotoi, Enziadom, dan

Nikko Blue tergolong dalam kultivar yang mudah mengalami perubahan warna sepal menjadi biru dengan jenis antosianin yang perlu diteliti (Schreiber, 2011a).

Identifikasi antosianin dapat membantu mengetahui jenis pigmen warna yang terkandung dalam sebuah tanaman. Identifikasi dilakukan sebagai salah satu proses untuk membantu dalam persilangan dan menentukan bagaimana proses budidaya yang cocok (Alappat & Alappat, 2020). Dengan adanya identifikasi antosianin dapat menjadi tahap awal dalam proses modifikasi perubahan warna bunga. Beberapa cara untuk merubah warna yang dapat dilakukan seperti, memberikan senyawa kimia atau nutrisi lain pada media tanam, modifikasi pigmen yang terkandung (proses asilasi, proses metilasi, maupun proses glikosilasi), dan berbagai modifikasi dengan proses genetika (Tanaka *et al.*, 2009).

Identifikasi antosianin dapat dilakukan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Penelitian Lestario *et al.*, (2011) telah berhasil mengidentifikasi antosianidin pada kulit buah jenitri (*Elaeocarpus angustifolius*). Pada penelitian ini, jenis antosianidin yang berhasil diidentifikasi adalah delphinidin (delphinidin 3-glikosida dan delphinidin 3-rutinosida. Selain itu, penelitian Aditya dkk., (2016) juga telah berhasil mengidentifikasi antosianidin menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) menggunakan berbagai macam fase gerak seperti format, forestal, dan BAA. Dari hasil KLT diketahui bahwa biji kopi robusta memiliki antosiandin berupa delphinidin dan sianidin. KLT diketahui memiliki banyak keunggulan antara lain, dapat memperbaiki sampel yang terkontaminasi, memungkinkan terdinya pemisahan yang bagus pada kromatogram, hemat biaya, serta bebas kontaminasi karena fase diam (plat KLT) hanya sekali digunakan (Wulandari, 2011).

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis antosianin yang ada pada bunga *Hydrangea macrophylla* kultivar Lokal Batu. Identifikasi ini dilakukan sebagai studi pendahuluan dalam memodifikasi warna bunga *Hydrangea* kultivar Lokal Batu.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kandungan antosianin total pada sepal warna pink hingga biru bunga *Hydrangea macrophylla*?
2. Apa jenis antosiandin pada sepal warna pink hingga biru bunga *Hydrangea macrophylla*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kandungan antosianin pada sepal pink hingga biru bunga *Hydrangea macrophylla*
2. Untuk mengetahui jenis antosianidin pada sepal warna pink hingga biru bunga *Hydrangea macrophylla*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk memahami mekanisme perubahan warna bunga *Hydrangea macrophylla*, khususnya kultivar Lokal Batu.
2. Dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam memodifikasi warna bunga pada *Hydrangea macrophylla* secara perlakuan budidaya maupun rekayasa bidang molekuler

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Penentuan kandungan antosianin total dilakukan menggunakan spektrofotometer
2. Identifikasi antosianidin dilakukan menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

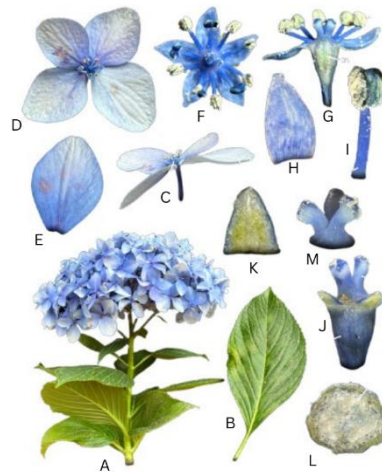
2.1 Botani Tanaman *Hydrangea macrophylla*

2.1.1 Deskripsi Tanaman *Hydrangea macrophylla*

Hydrangea macrophylla merupakan spesies yang berasal dari famili *Saxifragaceae* (McClintock, 1956). Tanaman ini memiliki bentuk semak dengan tinggi 1-1,5 m (Ergür *et al.*, 2019). Akar pada tanaman ini memiliki sistem perakaran tunggang. Batang tanaman Hortensia merupakan batang kayu yang memiliki warna hijau ketika muda dan berubah menjadi kecoklatan ketika sudah tua (Nawahepta *et al.*, 2022). Daun pada tanaman ini berbentuk bulat telur, tepi daun bergerigi, ujung dan pangkal daun lancip, serta permukaan daun mengkilap. *H. macrophylla* memiliki daun tunggal dengan letak berhadapan bersilang serta pertulangan daun menyirip. Bunga pada tanaman ini berbentuk malai rata dengan jenis pembungaan majemuk yang berbentuk bulat besar. Sementara itu, buah tanaman *Hydrangea* berbentuk bulat kapsul. Biji pada tanaman ini memiliki biji berukuran 0,5-1,5 mm dengan berbagai macam bentuk, yakni ellips hingga bulat telur. Di dalam kapsul tersebut terdapat bakal biji.

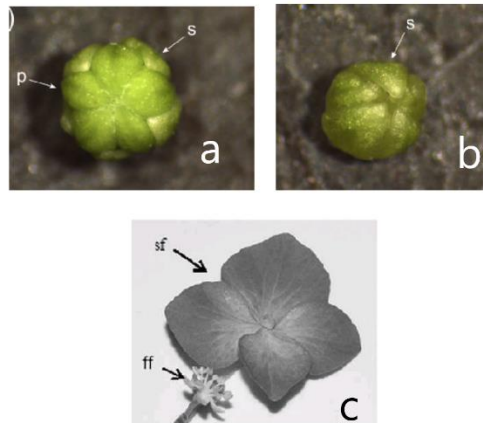
Hydrangea memiliki dua jenis bunga, yakni bunga steril dan bunga fertil. Bunga steril dinamakan dengan bunga dekoratif sebab memiliki bentuk besar dan menarik. Sementara, bunga fertil disebut dengan bunga non-dekoratif yang memiliki bentuk kecil dan berfungsi pada pembentukan biji (Kitamura *et al.*, 2010). Keduanya sama-sama memiliki sepal dan petal. Letak bunga fertil berada di dalam perbungaan yang dikelilingi oleh bunga steril. Satu bunga steril maupun fertil terdiri

dari 4-5 sepal yang berukuran besar, 4-5 petal yang berukuran kecil, 8-10 stamen dan bagian semi ovarian (Ergür *et al.*, 2019).



Gambar 2. 1 Struktur Bunga *Hydrangea macrophylla* (a) Bunga majemuk (b) daun (c) bunga tunggal tampak samping (d) bunga tunggal tampak depan (e) sepal (f) kelamin bunga (stamen obdiplostemon) (g) kelamin bunga nampak samping (h) petal (i) stamen (j) pistil (k) anther (l) ovarule (m) stigma (Wang *et al.*, 2022)

Pada bunga steril (bunga dekoratif), sepal terletak di luar petal (sepal menyelimut petal) saat proses sebelum bunga mekar. Pada perkembangan selanjutnya, sepal pada bunga steril akan memanjang, mekar dan mengalami perubahan warna. Sementara itu, pada bunga fertil (bunga non dekoratif), bentuk sepal lebih pendek daripada petal. Petal pada bunga fertil dapat mekar dengan sempurna dengan ukuran yang kecil (Wang *et al.*, 2022). *Hydrangea* memiliki bentuk bunga majemuk yang besar warna bunga yang menarik sehingga tergolong dalam bunga yang memiliki nilai ornamental tinggi yang tinggi (Zeng *et al.*, 2018). Warna *Hydrangea macrophylla* cukup beragam mulai dari warna biru, pink, ungu, biru, hingga putih (Ito *et al.*, 2019; Yoshida *et al.*, 2021).



Gambar 2. 2 Bagian bunga fertile dan steril *Hydrangea macrophylla* (a) Bunga non dekoratif sebelum mekar, (b) Bunga dekoratif sebelum mekar, (c) bunga dekoratif dan dekoratif setelah mekar sempurna. p = petal, s = sepal, sf = steril flower (bunga dekoratif), ff = fertile flower (bunga non-dekoratif) (Wang et al., 2022).

Adanya warna pada tanaman yang beragam akan memberikan keindahan tersendiri pada tanaman. Hal ini sesuai dengan firman Allah dalam (QS: Qaf [50]: 7), yang berbunyi:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ

Artinya: Dan bumi yang Kami hamparkan dan Kami pancangkan di atasnya gunung-gunung yang kokoh dan Kami tumbuhkan di atasnya tanaman-tanaman yang indah

Menurut Tafsir Jalalyn, Allah SWT telah melapangkan bumi dan menciptakan gunung-gunung untuk memantapkan bumi. Allah SWT juga telah menciptakan segala jenis tumbuhan yang tampak sangat elok dipandang mata (As-Suyuthi & Al-Mahalli, 2003).

Keindahan tanaman dapat dilihat dari bentuk, ukuran, serta warna tanaman (Narbona *et al.*, 2021). Keberadaan warna pada tanaman dipengaruhi oleh adanya beberapa faktor, salah satunya ialah jenis antosianin. Antosianin memiliki range

warna yang cukup luas, yakni dari merah hingga biru (Tanaka *et al.*, 2008). Terlepas dari warnanya yang indah, pigmen warna pada tanaman memiliki beberapa fungsi seperti, berperan dalam fotosintesis, menghambat adanya radikal bebas, serta sebagai alat untuk menarik serangga pembantu penyerbukan (Koski, 2020).

2.1.2 Klasifikasi Tanaman *Hydrangea macrophylla*

Genus *Hydrangea* memiliki 90 spesies di dalamnya (Bailey, 1989). Sementara itu, tanaman *Hydrangea macrophylla* sendiri telah memiliki lebih dari 500 kultivar (Halcomb & Sandra, 2010). Klasifikasi tanaman *Hydrangea* adalah sebagai berikut (Schoch *et al.*, 2020):

Kingdom	: Viridiplantae
Phylum	: Streptophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Cornalis
Family	: Saxifragaceae
Genus	: <i>Hydrangea</i>
Species	: <i>Hyrangea macrophylla</i>



Gambar 2. 3. Warna bunga *Hydrangea macrophylla*
(Schreiber, 2011b)

2.1.3 Syarat Tumbuh

Tanaman *Hydrangea macrophylla* umumnya membutuhkan naungan serta kelembaban yang tinggi untuk tumbuh. Cahaya yang baik untuk pertumbuhan tanaman ini adalah paparan sinar matahari pagi. Kultivar *Hydrangea* dapat tumbuh pada dataran rendah maupun dataran tinggi, seperti pegunungan maupun daerah pesisir (Mmbaga *et al.*, 2012). Codarin *et al.* (2006) menyatakan bahwa semakin tinggi kelembaban udara semakin tinggi pula ukuran tanaman, daun, dan batang. Sementara suhu yang cocok untuk *H. macrophylla* adalah suhu moderat. Suhu 15°C hingga 18°C akan mendukung perkembangan generatif, sedangkan suhu diatas 24°C dapat meningkatkan perkembangan vegetatif (Nordli *et al.*, 2011). Hari pendek (adanya sinar matahari kurang dari 12 jam) membantu dalam mempercepat pembungaan dan pertumbuhan dibandingkan. Sementara itu, hari panjang (adanya sinar matahari lebih dari 12 jam) diiringi dengan suhu tinggi dapat menghambat terjadinya pembungaan (Mcclung *et al.*, 2016). Oleh sebab itu, tanaman *Hydrangea* cocok ditanam pada daerah dataran tinggi di Indonesia.

2.1.4 Distribusi dan Budidaya *Hydrangea macrophylla*

Hydrangea macrophylla terdistribusi pada beberapa wilayah dengan iklim sedang hingga tropis. Wilayah tersebut seperti, Asia Timur, Amerika Timur, dan Amerika Selatan. *Hydrangea* merupakan jenis tanaman semak dengan habitat yang memiliki suhu yang tidak panas (hangat) (Yan *et al.*, 2021). *Hydrangea macrophylla* pada mulanya menyebar melalui Asia Timur, yakni pada negara China dan Jepang (Kardos *et al.*, 2009). Persebaran *Hydrangea* dimulai pada abad ke-18 sebagai tanaman budidaya pada masa Dinasti China (Yan *et al.*, 2021).

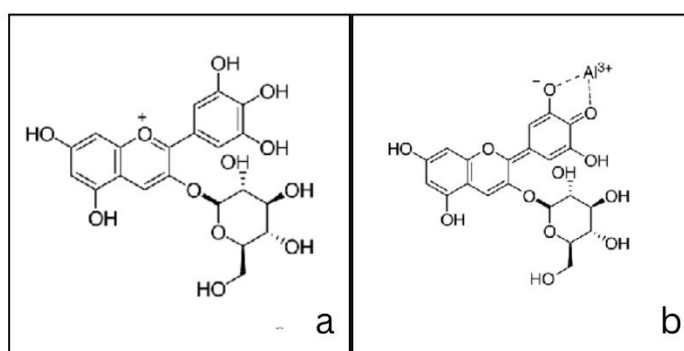
Hydrangea berpotensi sebagai bunga potong, bunga hias dalam pot, maupun sebagai dekorasi. Tanaman *Hydrangea* banyak tersebar di seluruh wilayah Indonesia, khususnya Pulau Jawa. Lahan budidaya tanaman ini dapat ditemui pada beberapa Kabupaten, yaitu Bogor, Cianjur, Bandung, Wonosobo, dan Kota Batu. Luas lahan budidaya, produksi dan keragaman *Hydrangea* belum diketahui di Indonesia karena tidak termasuk dalam daftar tanaman hias unggulan (Panupesi & Candra, 2023).

2.2 Mekanisme Perubahan Warna *Hydrangea macrophylla*

Mekanisme perubahan warna pada *Hydrangea* diawali dengan penyerapan aluminium oleh akar. Aluminium bersifat soluble sehingga mudah diabsorpsi oleh akar tanaman pada kondisi tanah asam, sedangkan pada tanah basa atau netral aluminium tidak dapat diserap tanaman. Dengan demikian tanaman *Hydrangea* tergolong tanaman yang toleransi terhadap tanah asam maupun logam berat seperti aluminium. Pada akar terjadi penyerapan serta detoksifikasi aluminium. Akar tanaman *Hydrangea* mampu membentuk asam sitrat yang akan bereaksi dengan Al_3^+ untuk proses absorpsi. Kompleks aluminium dengan asam sitrat ini nantinya akan ditransportasikan menuju ke vakuola sepal (Ma *et al.*, 2001).

Selanjutnya, keberadaan aluminium menyebabkan terjadinya kenaikan pH vakuola pada *Hydrangea*. Kenaikan pH merupakan respon terhadap aluminium yang dianggap sebagai komponen toksik pada sel tanaman. Respon tanaman ini berupa meningkatnya aktivitas gen NHX1 yang akan menyeimbangkan konsentrasi ion H^+ pada vakuola sehingga berada pada kondisi homeostatis (G. Zhang *et al.*, 2023). Dengan demikian, pH vakuola pada *Hydrangea* mengalami peningkatan dan terjadi perubahan struktur antosianin.

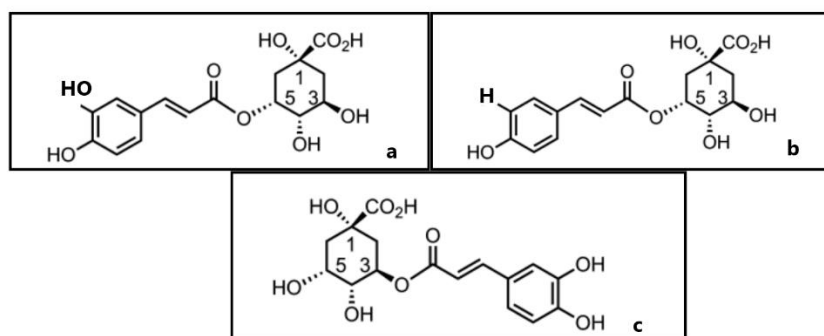
Struktur antosianin *Hydrangea* (delphinidin 3-glukosida) memiliki bentuk *red flavium kation*, bentuk ini akan berubah menjadi blue quinoidal base ketika terjadi peningkatan pH vakuola yang disebabkan oleh keberadaan ion Al_3^+ . *Blue quinoidal base* merupakan struktur yang dapat berikatan dengan aluminium. Hal ini dapat terjadi karena *red flavium* telah kehilangan ion H^+ sehingga memungkinkan perubahan bentuk dan pengikatan aluminium pada kompleks senyawa antosianin (Schreiber, 2011b; Schreiber *et al.*, 2010). Mekanisme perubahan bentuk delphinidin-3 glukosida terdapat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 4. Struktur kimia antosianin *Hydrangea macrophylla* (a) delphinidin 3-glukosida dengan bentuk flavium kation, (b) delphinidin 3-glukosida dengan bentuk quinoidal base anion yang berikatan dengan aluminium (Schreiber *et al.*, 2010)

Setelah terbentuk kompleks antara aluminium dengan antosianin, maka akan terjadi penambahan *co-pigment* pada kompleks tersebut. Aluminium menjadi penghubung antara bentuk *quinoidal base* dan *co-pigment* sehingga terbentuk struktur yang stabil dengan adanya interaksi hidrofobik. *Co-pigment* pada *Hydrangea* antara lain: 5-O-caffeoylquinic acid, 5-O-p-coumaroylquinic acid, dan 3-O-caffeoylquinic acid (Ito *et al.*, 2009; Kondo *et al.*, 2005; Yoshida *et al.*, 2020). Sepal biru mengandung 5-O-caffeoylquinic acid dan 5-O-p-coumaroylquinic acid

lebih besar daripada sepal pink (Ito *et al.*, 2009; Kondo *et al.*, 2005; Yoshida *et al.*, 2020).



Gambar 2. 5. Struktur co-pigment sepal bunga *Hydrangea macrophylla* (a) 5-O-caffeoylquinic acid, (b) 5-O-p-coumaroylquinic acid, (c) 3-O-caffeoylquinic acid (Ito *et al.*, 2009).

2.3 Faktor Faktor yang Mempengaruhi Warna Bunga *Hydrangea*

Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi warna bunga *Hydrangea* (Ergür *et al.*, 2019), yakni:

a. Genotipe

Hydrangea macrophylla memiliki banyak kultivar. Menurut (Ergür *et al.*, 2019) terdapat beberapa kultivar yang memiliki warna spesifik sehingga perubahan warnanya sulit dipengaruhi oleh lingkungan. Misalnya kultivar Bottstein hanya memiliki warna pink, kultivar Bresteburg hanya memiliki warna biru, kultivar Mathilda hanya memiliki warna biru, serta kultivar Schenkenburg hanya memiliki warna biru. Namun, beberapa kultivar yang dapat berwarna pink maupun biru oleh adanya pengaruh lingkungan antara lain, Enziadom, Kasteln, dan Red Star (Bailey, 1989).

b. Antosianin

Antosianin utama pada *Hydrangea* adalah delphinidin-3 glukosida (Lawrence *et al.*, 1938; Yoshida *et al.*, 2009). Adanya antosianin jenis delphinidin akan menyebabkan perkembangan bunga menjadi warna biru. Adanya gugus hidroksil (-OH) menyebabkan kemampuan berikatan dengan aluminium (Noda, 2018). Berdasarkan jenis-jenis antosianin yang ada struktur delphinidin merupakan struktur yang memiliki gugus hidroksil paling banyak sehingga menyebabkan perkembangan tanaman menjadi warna biru (Câmara *et al.*, 2022).

c. Co-pigment

Co-pigment merupakan jenis flavonoid yang tidak berwarna dan berfungsi untuk menstabilkan pigmen dengan cara menghindari adanya hidrasi pada antosianin (Chandra *et al.*, 1993). *Co-pigment* pada *Hydrangea* berfungsi untuk menstabilkan warna biru dengan cara berikatan dengan kompleks antosianin-aluminium (Takeda, Kariuda, *et al.*, 1985). Menurut Yoshida *et al.* (2009), kandungan *co-pigment* berbeda antara sepal pink dan biru. *Co-pigment* tersebut antara lain: 5-O-caffeoylquinic acid, 5-O-p-coumaroylquinic acid, dan 3-O-caffeoylquinic acid. Sepal biru mengandung 5-O-caffeoylquinic acid dan 5-O-p-coumaroylquinic acid lebih besar daripada sepal pink (Ito *et al.*, 2009; Kondo *et al.*, 2005; Yoshida *et al.*, 2020).

c. pH Vakuola

Antosianin memiliki struktur yang berubah-ubah tergantung pada kondisi pada pH vakuola (Enaru *et al.*, 2021). Pada pH vakuola 1, antosianin berbentuk *red flavium* yang memberikan warna merah, sedangkan pada pH 2-4 terjadi perubahan struktur antosianin menjadi blue quinoidal base yang memberikan warna biru, jika

terjadi kenaikan pH mendekati 7 maka antosianin akan berbentuk *pseudobase calcon* sebagai bentuk yang tidak berwarna (Câmara *et al.*, 2022)

Keberadaan aluminium pada vakuola sepal menyebabkan peningkatan pH pada vakuola. Penelitian Yoshida *et al.* (2003), mendapatkan temuan bahwa pada sepal pink pH vakuola lebih rendah daripada pH vakuola sepal biru. Hal tersebut dapat terjadi karena keberadaan aluminium yang mengubah bentuk pigmen serta keadaan pH vakuola.

d. Metal ion

Perubahan warna pada *Hydrangea* dipengaruhi oleh adanya metal ion berupa aluminium (Bailey, 1989; Ergür *et al.*, 2019; Halcomb & Sandra, 2010). Aluminium tersedia dalam tanah asam, sehingga pada tanah asam sepal *Hydrangea* akan berwarna biru. Sementara itu, pada tanah netral hingga basa sepal *Hydrangea* akan memunculkan warna pink (Allen, 1932; Chenery, 1948). Peran aluminium pada mekanisme perubahan warna bunga, antara lain: meningkatkan pH vakuola serta membentuk kompleks antosianin dengan *co-pigment* (Ergür *et al.*, 2019; Schreiber, 2011b).

Kandungan aluminium pada sepal warna pink adalah 0-10 µg, sedangkan sepal warna ungu memiliki kandungan aluminium sebesar 10-40 µg, dan sepal biru memiliki kandungan aluminium diatas 40 µg (Schreiber, 2011b). Dengan demikian, pemberian aluminium 40 µg secara eksogen merupakan ambang batas yang diperlukan untuk memberikan warna biru pada sepal.

Terdapat percobaan secara in-vivo dengan mencampurkan delphinidin dengan beberapa jenis metal ion. Penambahan aluminium pada delphinidin menunjukkan hasil perubahan larutan warna merah menjadi warna biru. Sementara

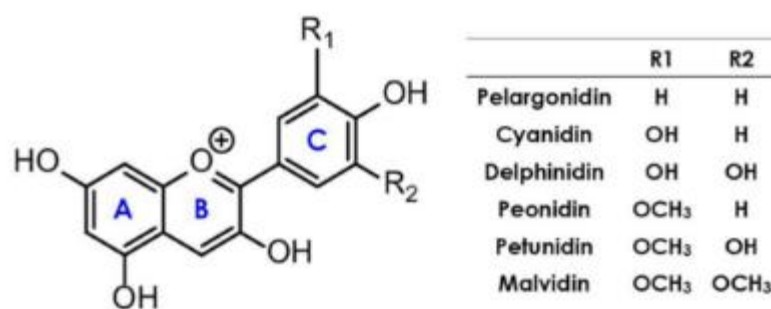
itu percobaan menggunakan metal ion berupa Fe_3^+ menghasilkan warna hijau keabuan, sedangkan penambahan Mn, Mg, dan Ca menghasilkan larutan yang tetap berwarna merah. Hal yang sama juga teramati bahwa, sepal *Hydrangea* yang berwarna biru memiliki kandungan aluminium yang lebih tinggi dari sepal warna merah (Toyama-Kato *et al.*, 2003). Dengan demikian, aluminium menjadi ion metal yang dibutuhkan dalam perubahan warna pada *Hydrangea*.

2.4 Antosianin

Antosianin merupakan senyawa yang masuk ke dalam senyawa flavonoid tanaman. Antosianin terdiri dari antosianidin (glikon) dan mengikat gugus gula (aglikon). Gula yang diikat pada struktur antosianin meliputi, glukosa, rhamnosa, galaktosa, xilosa, dan arabinosa. Antosianin diilustrasikan memiliki tiga cincin, yakni cincin A, B, dan C dengan rumus molekul C_{6}H_6 (Câmara *et al.*, 2022). Antosianin dapat ditemui pada bunga, buah, dan daun. Antosianin memiliki absorbansi pada panjang gelombang 480-528 nm. Antosianin pada tanaman sangat tidak stabil yang dipengaruhi oleh cahaya, suhu, dan pH (Saati, 2017).

Antosianin memiliki sifat larut dalam air serta bersifat amfoter, yakni dapat berubah bentuk bergantung pada pH vakuola sel. Oleh karena itu, senyawa ini dapat mengalami perubahan warna tergantung pada pH vakuola sel. Pada pH yang sangat asam ($\text{pH} < 2$), struktur antosianin berupa struktur *red flavium* ion. Apabila terjadi kenaikan pH bentuk tersebut berubah menjadi struktur yang dinamakan dengan netral *quinoidal base* yang berubah warna dari merah menjadi ungu. Jika kenaikan pH terjadi lagi, struktur mengalami perubahan menjadi *anion quinoidal base* yang memiliki warna biru (Basílio & Pina, 2016).

Terdapat berbagai jenis antosianin yang menunjukkan karakteristik yang berbeda pula. Jenis jenis antosianin antara lain: cyanidin, merupakan pigmen antosianin yang menghasilkan warna dari merah hingga keunguan; delphinidin, merupakan pigmen yang memunculkan warna ungu hingga biru; pelargonidin, menghasilkan warna orange hingga merah; peonidin menghasilkan warna merah dan ungu; petunidin menghasilkan warna ungu dan biru; serta malvidin menghasilkan warna ungu dan biru (Iwashina, 2015).



Gambar 2. 6. Struktur antosianin dan jenis jenisnya
(Câmara *et al.*, 2022)

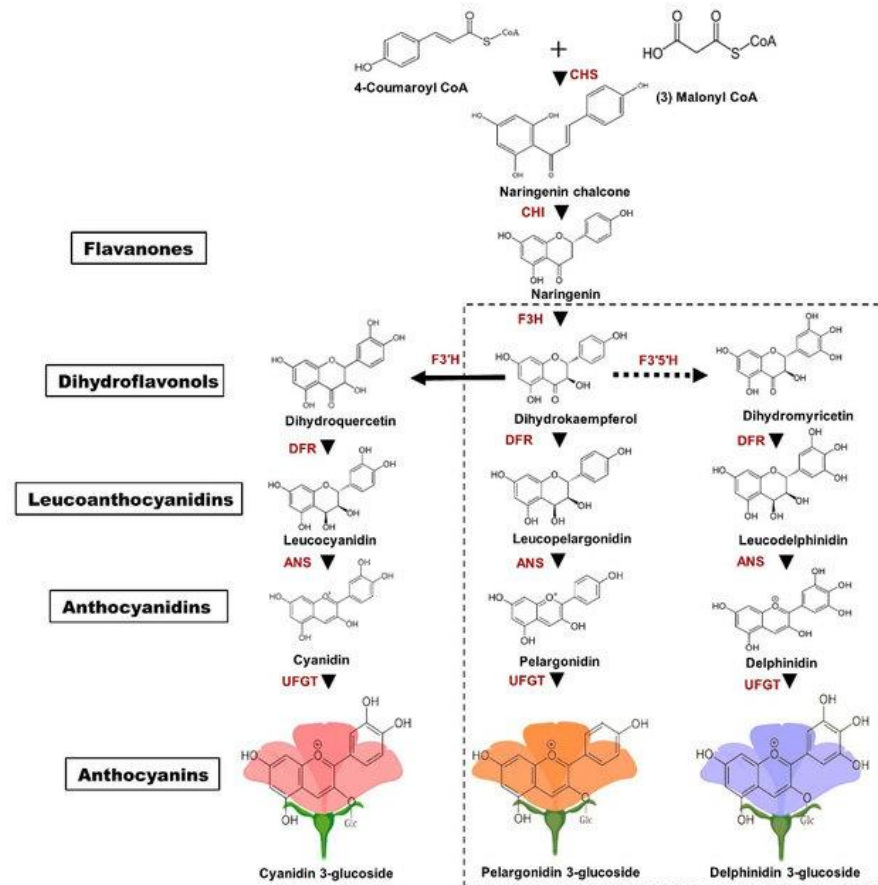
Antosianin memiliki struktur yang bertanggung jawab pada perubahan warna (Yamagishi *et al.*, 2012; Zhao & Tao, 2015). Gugus hidroksil pada cincin-B antosianin memiliki peran dalam perkembangan warna biru. Semakin banyak gugus hidroksil pada cincin-B semakin tinggi peluang munculnya warna biru. Delphinidin memiliki gugus hidroksil paling banyak disusul oleh cyanidin dibanding dengan antosianin jenis lainnya (Markakis, 2012).

Semakin banyak gugus hidroksil pada antosianin, menyebabkan timbulnya warna biru tetapi warnanya relatif tidak stabil. Sementara, jika semakin banyak gugus metoksil menyebabkan timbulnya warna merah yang relatif stabil (Saati,

2017). Lebih lanjut, cyanidin, delphinidin, dan petunidin tidak terlalu stabil dibandingkan dengan peonidin, pelargonidin, dan malvidin. Hal ini karena pada gugus hidroksil mudah mengalami oksidasi (He *et al.*, 2010).

Antosianin merupakan pigmen warna yang terakumulasi pada lapisan epidermis atau sub epidermis. Selain sebagai pigmen warna, antosianin juga berfungsi sebagai perlindungan saat adanya stress lingkungan. Biosintesis antosianin terletak pada sitosol pada jalur phenylpropanoid flavonoid. Prekursor pembentukan antosianin adalah *p*-coumaroyl-CoA yang berubah menjadi Naringenin chalcone oleh bantuan enzim chalcone synthase (CHS). Selanjutnya, enzim CHI (chalcone isomerase) mengubah naringenin chalcone menjadi naringenin. Enzim flavonoid 3 beta-hydroxylase (F3H) mengubah naringenin menjadi bentuk dihydrokaempferol. Hidroksilasi pada dihydrokaempferol oleh flavonoid 3'-hydroxylase (F3'H) membentuk dihydroquercetin, sedangkan hidroksilasi oleh flavonoid 3'5' hydroxylase (F3'H') akan membentuk dihydromyricetin. Dihydroflavonol (dihydrokaempferol, dihydroquercetin, dan dihydromyricetin) akan diubah menjadi leucoantocyanidins oleh enzim DFR (dihydroflavonol 4-reductase). Dihydroquercetin diubah menjadi leucocyanidin, dihyrokamafaerol diubah menjadi leucopelargonidin, dan dihyromyricetin diubah menjadi leucodelphinidin. Leucoantocyanidins tersebut akan diubah menjadi antocyanidins oleh enzim ANS (anthocyanidin synthase). Setelah terbentuk antosianidin, terjadi glikosilasi oleh flavonoid 3-o-glycosyltransferase (UGT). Glikosilasi dari antosianidin menghasilkan struktur yang disebut dengan antosianin. Setelah proses biosintesis tersebut selesai, pigmen tersebut akan dibawa menuju vakuola sel ataupun pada dinding sel (Y. Zhang *et al.*, 2014). Lebih lanjut, pigmen

seperti antosianin berada pada vakuola sel. Berbeda halnya dengan pigmen seperti karotenoid yang berada pada kromoplas (Whatley & Whatley, 1987).



Gambar 2. 7 Biosintesis antosianin (Espley & Jaakola, 2023)

Terdapat faktor lingkungan yang mempengaruhi proses sintesis dan akumulasi antosianin pada tanaman. (Zhao & Tao, 2015) :

a. Suhu

Suhu dapat berpengaruh terhadap akumulasi antosianin. Temperatur yang tinggi berpengaruh terhadap intensitas warna, menjadikannya lebih terang sebab terjadi pengurangan kandungan antosianin. Sebaliknya, pada suhu rendah menyebabkan intensitas warna yang lebih tinggi (gelap) karena terjadi peningkatan

kandungan antosianin. Hal yang demikian dapat terjadi karena terjadi penekanan ekspresi pada gen-gen yang terlibat dalam biosintesis antosianin, seperti CHS, F3H, dan DFR.

b. Cahaya

Intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan fotoperiode berpengaruh terhadap warna bunga. Berdasarkan kebutuhannya terhadap intensitas cahaya, terdapat tanaman, seperti mawar dan bunga peony yang warnanya akan memudar apabila terkena intensitas cahaya yang rendah. Intensitas warna yang rendah akan menyebabkan penurunan regulasi ekspresi dari gen seperti PIPAL, PICH5, PIF3H, dan PIF3'H (Huang *et al.*, 2000).

Kualitas cahaya meliputi mutu cahaya yang dapat dinyatakan dengan panjang gelombang. Kualitas cahaya berhubungan dengan panjang gelombang yang berpengaruh terhadap aktivitas pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berdasarkan panjang gelombangnya, terdapat beberapa jenis cahaya/sinar. Diantaranya yakni, sinar infrared, sinar tampak, sinar ultraviolet, x-ray, dan sinar gamma. Sinar tampak merah berpengaruh terhadap peningkatan warna bunga *Hibiscus syriacus*. Sinar ultraviolet dapat meningkatkan akumulasi antosianin, peningkatan enzim F3H, dan peningkatan akumulasi total flavonoid. Sementara itu, fotoperiodisme berhubungan dengan lamanya waktu penyinaran. Pada daun plum yang terkena cahaya lebih dari 12 jam berdampak pada berkurangnya intensitas warna (Li & Liu, 1998).

c. Ketersediaan air

Kandungan air yang sesuai pada tanaman dapat memberikan pengaruh intensitas warna yang lama. Pada kondisi stress air dapat dipastikan bahwa

kandungan antosianin akan turun dan warna bunga akan pudar lalu berubah menjadi coklat. Pengaruh air pada tanaman dijelaskan pada (QS: Az-Zumar [39]: 21), yang berbunyi:

إِنْ تَكْفُرُوا فَإِنَّ اللَّهَ غَنِيٌّ عَنْكُمْ وَلَا يَرْضَىٰ لِعِبَادِهِ الْكُفْرَ وَإِنْ تَشْكُرُوا يَرْضَهُ لَكُمْ وَلَا تَزِرُ وَازِرَةٌ وِزْرَ أُخْرَىٰ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّكُمْ مَرْجِعُكُمْ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ إِنَّهُ عَلِيمٌ بِذَاتِ الصُّدُورِ

Artinya : Apakah engkau tidak memperhatikan, bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi, kemudian dengan air itu ditumbuhkan-Nya tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian menjadi kering, lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal sehat.

Pada ayat tersebut Allah SWT memberika hujan dari langit lalu menurunkannya ke bumi. Dari air tersebut, Allah menumbuhkan bermacam macam tanaman. Lalu Allah SWT membuat tanaman menjadi kering dan mengalami perubahan warna (Shihab, 2002).

Proses pertumbuhan tanaman hingga akhirnya mengalami senesens (kekeringan) telah dikaji secara fisiologis. Air menjadi salah satu kunci pada kehidupan makhluk hidup. Air berperan dalam akumulasi pigmen warna (antosianin) pada sel tanaman. Selama air tersedia dalam sel tanaman, tanaman akan menghasilkan warna yang sesuai dengan karakteristik pigmennya. Namun, ketika terjadi stress air warna pada tanaman akan terdegradasi menjadi warna kecoklatan (Lai *et al.*, 2011) Pudarnya warna pada pigmen tanaman ini, juga diiringi dengan adanya penurunan kandungan pigmen pada tanaman sehingga tanaman kehilangan warnanya (Jiang *et al.*, 2020).

d. pH dan Mineral Pada Tanah

pH tanah berhubungan dengan nutrisi yang terkandung di dalam tanah. Pada bunga tertentu, dibutuhkan tanah asam untuk perubahan warna. Tanah asam juga berdampak pada peningkatan sintesis antosianin. Namun, pada beberapa tanaman pH tanah tidak berhubungan dengan kandungan antosianin sebagai pigmen warna.

e. Hormon Tanaman

Hormon tanaman seperti giberelin dapat berdampak pada warna bunga. Pada bunga chrysanthemum penurunan aktivitas hormon giberelin dapat mengakibatkan penghambatan pada sintesis antosianin. Keberadaan giberillin dapat menginduksi ekspresi gen seperti CHS, CHI, DFR, dan UF3GT (Roepke *et al.*, 2013).

2.5 Kromatografi Lapis Tipis

Identifikasi menggunakan kromatografi dengan prinsip pemisahan senyawa menggunakan dua fase, yakni fase diam (plat KLT) dan fase gerak (eluen). Fasa diam berupa lempeng tipis yang memiliki sifat mampu menyerap zat cair yakni eluen. Fasa gerak atau eluen nantinya akan bergerak melewati fase diam dengan membawa sampel. Eluen yang digunakan pada proses identifikasi antosianin menggunakan KLT antara lain eluen forestal (HCl, Asam format, H₂O), BAA (butanol, asam asetat, dan H₂O), dan format (HCl, asam asetat, dan H₂O). Sementara itu, fase diam pada KLT dapat berupa aluminium oksida, magnesium fosfat, poliamida, selulosa, silika gel (Harborne, 1996).

Proses pada identifikasi menggunakan KLT diawali dengan penotolan sampel pada plat KLT. Plat yang telah dicelupkan pada eluen akan menghasilkan migrasi molekul. Migrasi komponen senyawa akan bergerak dengan kecepatan yang berbeda beda. Perbedaan kecepatan migrasi dipengaruhi oleh tingkat afinitas

komponen. Komponen yang memiliki afinitas rendah terhadap fasa diam dan fasa gerak akan memiliki nilai R_f paling tinggi, dan sebaliknya (Wulandari, 2011).

Pemisahan senyawa menggunakan KLT dapat menghasilkan noda. Dari noda tersebut dapat ditentukan nilai R_f sebagai waktu yang dibutuhkan senyawa untuk melewati fasa diam. R_f dihitung dengan pembagian antara jarak yang ditempuh senyawa dengan jarak yang ditempuh fase gerak. Warna noda dan nilai R_f dapat dibandingkan dengan referensi untuk proses identifikasi (Saati, 2017).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif kuantitatif non eksperimental dengan pendekatan eksplorasi. Variabel bebas pada penelitian ini adalah bunga *Hydrangea macrophylla* sedangkan variabel terikat berupa kandungan dan jenis antosianidin. Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel sebanyak 2 kali ulangan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari-Juli di Laboratorium Biokimia, Fisiologi Tumbuhan, dan Genetika Molekuler Program Studi Biologi dan Laboratorium Kimia Organik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: mortar martil, timbangan analitik, oven, waterbath, spektrofotometer UV VIS, pipet tetes, beaker glass, gelas ukur, chamber KLT, dan pH meter, dan color grab .

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: sampel bunga *H. macrophylla*, metanol, HCl pekat, NaOH, KCl, Na asetat, etil eter, etanol 96%, asam asetat, aquadest, AlCl₃, kertas saring, dan plat KLT silika gel F256.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pemilihan dan Pengambilan Sampel

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah menyiapkan sampel yang berasal dari tempat budidaya bunga *Hydrangea macrophylla* , Bumiaji, Kota Batu, Kabupaten Malang. Tanaman *Hydrangea* yang dipilih merupakan kultivar Lokal Batu yang memiliki sepal berwarna pink, ungu dan biru. Sepal bunga *Hydrangea* diukur parameter warnanya menggunakan Color Grab.

Sampel *Hydrangea* yang digunakan memiliki beberapa kriteria. *Hydrangea* warna pink memiliki hue sebesar 330-360, *Hydrangea* warna ungu sebesar 270-300, dan warna biru memiliki hue sebesar 200-270 (Fadhlurrohman dkk., 2023). Setelah itu, sampel diukur chroma untuk mengetahui intensitas warnanya. Sampel yang didapatkan terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1. Warna sampel, parameter warna, dan pH tanah

	Pink 1	Pink 2
Warna sepal		
Hue	335	352
Chroma	19,03786	12,21843
pH	7	6,75

	Ungu 1	Ungu 2
Warna		
Sepal		
Hue	287	272
Chroma	18,36328	15,94522
pH	7	7
	Biru 1	Biru 2
Warna		
Sepal		
Hue	228	225
Chroma	15,16047	15,26106
pH	5	7

3.4.2 Ekstraksi Sampel (Harborne, 1996)

Ekstraksi sampel dilakukan dengan menghaluskan sepal bunga *H. macrophylla*, kemudian dilakukan maserasi menggunakan metanol-HCl 1% selama satu malam dengan suhu 4°C. Hasil maserasi disaring sehingga didapatkan

filtrat dan residu. Residu ini diekstraksi kembali dengan metanol-HCl selama 30 hingga 1 jam. Pengujian ada tidaknya senyawa antosianin dalam ekstrak dilakukan dengan meneteskan NaOH 2M. Penambahan NaOH akan memberikan warna hijau kekuningan atau hijau kebiruan. Selanjutnya, ditetesi oleh HCl dan warna ekstrak menjadi merah kembali (Yusuf dkk., 2021). Ekstrak yang telah terbukti mengandung antosianin dapat digunakan untuk mengukur kandungan antosianin total.

3.4.3 Kandungan Antosianin Total (Lestario dkk., 2009)

Kandungan antosianin total dilakukan dengan metode pH berbeda. Ekstrak dimasukkan ke dalam dua tabung reaksi kemudian ditambahkan larutan buffer. Tabung satu ditambahkan buffer HCl-KCl pH 1, sedangkan tabung dua ditambah buffer Na asetat pH 4,5. Larutan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Absorbansi total dihitung dengan rumus:

$$A = [(A^{520} - A^{700})_{pH\ 1} - (A^{520} - A^{700})_{pH\ 4,5}]$$

Untuk mengetahui kadar antosianin dilanjutkan dengan rumus berikut:

$$\% \text{ antosianin} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times L}$$

Keterangan: A= absorbansi; MW = molecular weight cyanidin 3-glukosida (449,2); L = lebar kuvet; DF = faktor kelarutan; ϵ = absorptivitas molar sianidin 3-glukosida (26.900).

3.4.4 Persiapan Senyawa Antosianidin dengan Hidrolisis Asam (Harborne, 1996)

Ditimbang 4 gram sepal *Hydrangea* lalu dipotong kecil kecil. Kemudian sampel dipanaskan dalam HCl 2M pada suhu 100°C selama 40 menit. Ekstrak

didinginkan menggunakan serpihan es, kemudian ditambahkan etil asetat, penambahan etil asetat dilakukan sebanyak 2 kali. Fraksi etil asetat dibuang, fraksi air dipanaskan pada suhu 80°C selama 3 menit. Antosianidin diekstrak menggunakan etanol, lalu diuapkan di penangas air sampai kering. Ekstrak antosianidin dilarutkan kembali pada metanol-HCl 0,1%. Ekstrak ini dapat digunakan untuk proses KLT.

Pengujian ada tidaknya senyawa antosianin dalam ekstrak dilakukan dengan meneteskan NaOH 2M. Penambahan NaOH akan memberikan warna hijau kekuningan atau hijau kebiruan. Selanjutnya, ditetesi oleh HCl dan warna ekstrak menjadi merah kembali (Yusuf dkk., 2021).

3.4.5 Identifikasi Senyawa Antosianidin dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) (Harborne, 1996)

Kromatografi lapis tipis menggunakan eluen forestal (HCl pekat : asam asetat : H_2O = 10 :105 :35). Eluen dimasukkan ke dalam chamber KLT kemudian didiamkan terlebih dahulu untuk proses penjenuhan. Ekstrak antosianidin ditotolkan pada plat KLT. Plat KLT kemudian dikembangkan dalam chamber hingga eluen naik pada plat. Warna dan nilai Rf masing masing spot diamati warna tampak lalu dibandingkan dengan tabel referensi.

3.4.6 Identifikasi Lanjutan Senyawa Antosianin dengan Absorbansi Maksimum (Harborne, 1996)

Dilakukan KLT preparatif terhadap ekstrak antosianidin menggunakan eluen forestal. Spot pada pelarut KLT dikerok lalu dilarutkan dalam metanol-HCl 0,01% dan disaring dengan kertas whatmann no.1. Filtrat yang didapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 500-700 nm. Filtrat tersebut ditambahkan

dengan $AlCl_3$ dan dilakukan pengukuran absoransi. Penambahan $AlCl_3$ dapat menyebabkan pergeseran batokromik yang ditandai dengan perubahan warna dan pergeseran absorbansi. Adanya perubahan ini dibandingkan dengan tabel referensi untuk tahap identifikasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Antosianin Total *Hydrangea*

Hasil pengukuran kandungan antosianin total pada masing masing jenis warna *Hydrangea* berbeda-beda. Kandungan antosianin ini, tidak bergantung pada jenis warna *Hydrangea* melainkan pada intensitas warna sampel *Hydrangea*. Kandungan antosianin paling tinggi terdapat pada sampel P1 sebesar 4,84 mg/L diikuti pula dengan tingginya intensitas warnanya (chroma). Sementara itu, kandungan antosianin paling rendah terdapat pada sampel dengan intensitas warna paling rendah pula, yakni P2 (Tabel 4.1). Hasil perhitungan kandungan antosianin pada masing masing sampel sesuai dengan penelitian Hariri dkk., (2015) yang menyatakan bahwa kandungan antosianin *Hydrangea* Kultivar Lokal Batu berkisar antara 4,648 - 5,184 mg/L.

Semakin tinggi kandungan antosianin semakin tinggi intensitas warna pada masing masing jenis warna *Hydrangea* (Tabel 4.1). *Hydrangea* dengan intensitas warna rendah akan memiliki kandungan antosianin yang rendah pula (Tabel 4.1). Chroma merupakan parameter untuk mengukur intensitas atau kepekatan suatu objek. Semakin tinggi nilai chroma semakin tinggi intensitas warnanya (Fadhlorrohman dkk., 2023). *Hydrangea* yang mengandung antosianin tinggi akan memiliki intensitas warna yang tinggi pada semua warna sepalnya (Schreiber, 2011a).

Pengukuran kadar antosianin total dilakukan untuk mengetahui perbedaan kandungan antosianin terhadap warna sepal *Hydrangea*. Kandungan antosianin total pada *Hydrangea* warna pink, ungu, dan biru tidak menunjukkan selisih atau

perbedaan yang besar (Tabel 4.1). Hasil ini sesuai dengan apa yang disampaikan oleh Schreiber (2011a), bahwa *Hydrangea* warna pink, ungu, dan biru pada Kultivar Nikko Blue dan Pannya Mac memiliki kandungan antosianin total yang sama pada tiap jenis warna sepalnya.

Pada penelitian ini langkah langkah untuk menghitung kandungan antosianin dilakukan dengan cara mengekstraksi sepal *Hydrangea*, selanjutnya dilanjutkan dengan pengukuran kadar antosianin dengan metode pH berbeda. Langkah yang sama juga digunakan pada penelitian Schreiber (2011a). Dengan demikian, jenis warna *Hydrangea* sepal *Hydrangea* baik pink, ungu, dan biru tidak mempengaruhi kandungan antosianin total, tetapi berpengaruh pada intensitas warna sepal *Hydrangea*.

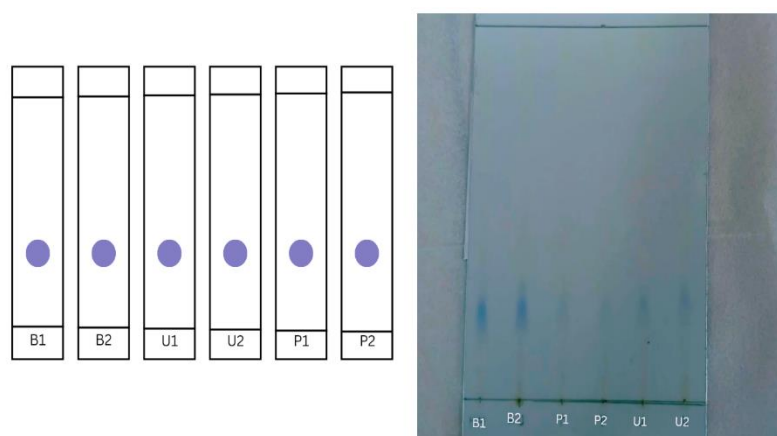
Beberapa penelitian mengungkap bahwa antosianin yang terkandung pada sepal *Hydrangea* pink dan biru berbeda (Cratlc & Medici, 1939; Ito *et al.*, 2009; Yoshida *et al.*, 2021). Hal ini disebabkan oleh metode perhitungan antosianin total yang berbeda. Pada penelitian tersebut, jumlah antosianin dihitung pada sel yang mengandung antosianin. Pada *Hydrangea* yang berwarna pink, kandungan antosianin dihitung pada sel protoplas yang berwarna merah (RACI), sementara pada *Hydrangea* warna biru kandungan antosianin dihitung pada sel protoplas yang berwarna biru (BACI). Sepal pink yang memiliki RACI tinggi menandakan kandungan antosianin (yang berwarna merah) tinggi, sedangkan sepal biru yang memiliki BACI tinggi memiliki kandungan antosianin (yang berwarna biru) yang tinggi. Dengan demikian, untuk menentukan ada tidaknya perbedaan antosianin pada sepal pink dan biru yang akurat sebaiknya dilakukan dengan mengisolasi sel protoplas yang berwarna pada sepal *Hydrangea*.

Tabel 4. 1. Kandungan antosianin total pada *Hydrangea*

Warna	Sampel	Chroma	Antosianin Total (mg/L)
Pink	Pink 1	19,038	4,843
	Pink 2	12,218	2,171
Ungu	Ungu 1	18,363	4,592
	Ungu 2	15,945	3,924
Biru	Biru 1	15,160	3,507
	Biru 2	15,261	3,674

4.2 Identifikasi Pigmen Antosianidin Pada *Hydrangea*

Identifikasi antosianidin dengan fase gerak forestal (asam asetat:HCl:H₂O) menghasilkan spot yang sama pada semua sampel *Hydrangea*. Spot antosinidin memiliki warna tampak dan nilai R_f yang sama pada semua sampel. Ekstrak antosianidin *Hydrangea* menghasilkan spot dengan R_f = 32 yang berwarna ungu. (Gambar 4.2).

**Gambar 4. 1 Hasil kromatografi lapis tipis *Hydrangea***

Spot yang berwarna ungu merupakan warna spot yang menjadi ciri spot antosianidin (Aditya dkk., 2016; Fitriyani dkk., 2018). Selanjutnya berdasarkan R_f dan pergeseran bathokromik dapat diduga bahwa jenis antosianidin yang teridentifikasi pada sepal *Hydrangea* pink, ungu, maupun biru adalah delphinidin (Harborne, 1996) (Tabel 4.2).

Tabel 4. 2. Nilai RF, warna spot dan absorbansi maksimum spot KLT

Nama	Rf (x100)	Warna Tampak	maks	Respon $AlCl_3$	Pendugaan
Pink 1	32	Ungu	550	580 (+)	Delphinidin
Pink 2	32	Ungu	550	580 (+)	Delphinidin
Ungu 1	32	Ungu	550	580 (+)	Delphinidin
Ungu 2	32	Ungu	550	580 (+)	Delphinidin
Biru 1	32	Ungu	550	580 (+)	Delphinidin
Biru 2	32	Ungu	550	580 (+)	Delphinidin

Sebagian besar penelitian dari tahun 1985 hingga 2023 mengungkap bahwa delphinidin merupakan warna pada *Hydrangea* antosianidin pada delphinidin (Ito *et al.*, 2019; Schreiber *et al.*, 2010; Takeda, Kariuda, *et al.*, 1985; Yoshida *et al.*, 2021). Pigmen ini merupakan jenis antosianin yang dipastikan terkandung pada semua jenis warna dan kultivar *Hydrangea* (Yoshida *et al.*, 2009). Hanya terdapat dua penelitian yang berhasil mengidentifikasi adanya cyanidin pada *Hydrangea* yang berwarna pink. Pigmen ini telah ditemukan keberadaannya pada *Hydrangea* chameleon yang berwarna pink (Yoshida *et al.*, 2008) dan *Hydrangea* spp. serrata yang berwarna pink pada kondisi tanah asam (Rahmati *et al.*, 2022).

Keberadaan pigmen selain delphinidin belum teridentifikasi pada penelitian ini. Bahkan pada sampel *Hydrangea* sepal pink pigmen yang teridentifikasi ialah sama, yaitu pigmen delphinidin. Beberapa tanaman dengan warna bunga pink atau merah secara morfologi, mengandung antosianidin jenis cyanidin. Tidak semua kultivar *Hydrangea* memiliki kemampuan dalam sintesis pigmen cyanidin. Pada *Hydrangea* kultivar chameleon ditemukan adanya pigmen cyanidin yang disebabkan oleh adanya sintesis pigmen *de novo*. Sintesis pigmen secara *de novo*

merupakan kemampuan untuk membentuk suatu pigmen baru tanpa merubah atau memodifikasi pigmen yang lama. Pada *Hydrangea* chameleon, adanya pigmen ini ditandai dengan perubahan warna *Hydrangea* menjadi warna pink pada fase mendekati senesen (Yoshida *et al.*, 2008).

Tidak terdeteksinya pigmen cyanidin juga dapat disebabkan oleh perbedaan plat KLT yang digunakan sehingga terjadi pemisahan yang tidak sempurna pada proses kromatografi. Pada proses kromatografi digunakan plat silika gel, sementara pada beberapa penelitian digunakan plat selulosa untuk proses KLT antosianidin (Aditya dkk., 2016; Fitriyani dkk., 2018; Lestario dkk., 2021). Plat selulosa memiliki lebih banyak gugus hidroksil (struktur selulosa) daripada plat silika gel. Oleh karena itu, plat selulosa lebih efektif dalam memisahkan senyawa polar seperti antosiadin. Pada silika gel, gugus hidroksil berada pada permukaan silika, akibatnya jenis antosianidin dengan kepolaran rendah tidak dapat terpisah dengan baik (Rosamah, 2019). Antosianidin dengan polaritas tinggi ditandai dengan banyaknya gugus -OH pada strukturnya. Antosianidin jenis ini memiliki nilai R_f yang paling rendah pada semua fase gerak KLT (Harborne, 1996).

Delphinidin memiliki peran penting dalam menentukan warna *Hydrangea*. Struktur delphinidin berbeda dengan antosianidin lainnya, karena delphinidin mengandung 3 gugus -OH (hidroksil) di bagian aglikonnya. Jumlah ini menyebabkan delphinidin memiliki gugus hidroksil paling banyak daripada jenis antosiadin lainnya. Adanya hidroksil pada struktur tersebut menyebabkan delphinidin lebih efektif mengikat maupun melepas aluminium sehingga memungkinkan terjadinya perubahan warna (Noda, 2018). Struktur delphinidin yang tidak mengikat aluminium dinamakan dengan struktur *red flavium* yang

menghasilkan warna sepal pink. Sementara itu, jika delphinidin mengikat aluminium terbentuklah struktur *blue quinoidal base* yang menyebabkan warna ungu hingga biru pada sepal (Schreiber, 2011b).

Penelitian secara *in vitro* telah memberikan penjelasan bagaimana delphinidin memiliki kemampuan berubah warna dari pink, ungu, hingga biru. Perubahan warna ini terjadi dengan adanya penambahan *co-pigment* dan aluminium pada larutan delphinidin. Penelitian ini dijadikan gambaran mengenai perubahan warna pada sel sel pigmen *Hydrangea* (Takeda, Kariuda, *et al.*, 1985). Dengan demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa pigmen delphinidin juga memiliki kemampuan memberikan warna pink pada warna bunga.

Tabel 4. 3 Sampel *Hydrangea* dan kondisi pH tanah

Sampel	Warna	pH Tanah
P1	Pink	7
P2	Pink	6,7
U1	Ungu	7
U2	Ungu	7
B1	Biru	5
B2	Biru	7

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pH pada media tanam *Hydrangea*. *Hydrangea* pink memiliki pH tanah 6,5 hingga 7 (mendekati pH netral), *Hydrangea* warna ungu memiliki pH tanah 7 (netral), sedangkan *Hydrangea* biru memiliki pH 5-7 (asam hingga netral) (Tabel 4.3). *Hydrangea* akan menunjukkan warna pink pada kondisi tanah netral atau basa. Sementara, pada tanah yang memiliki pH asam dan mengandung aluminium yang cukup akan menghasilkan *Hydrangea* yang

berwarna biru (Asen, 1957; Okada & Funaki, 1967). Pada pH tinggi aluminium tidak bersifat soluble sehingga tidak dapat diserap tanaman (Ofoe *et al.*, 2023).

Pada penelitian ini belum diketahui faktor lingkungan utama pada perbedaan warna pada sampel *Hydrangea*. Sampel *Hydrangea* B2 (warna biru) memiliki pH yang sama dengan *Hydrangea* warna pink maupun ungu. Begitu pula dengan sampel *Hydrangea* P2 (warna pink) justru memiliki pH dibawah 7. Menurut Kodama *et al.*, (2016) pH tanah *Hydrangea* warna biru seharusnya lebih rendah dibandingkan *Hydrangea* warna pink maupun ungu.

Terdapat beberapa penelitian lain juga mengungkap bahwa warna sepal *Hydrangea* tidak berubah, meskipun diberikan perlakuan pH asam. Penelitian Rachmawati & Wardiyati, (2017) tidak berhasil mengubah warna *Hydrangea* kultivar Lokal Batu pink ke biru walaupun setelah penambahan aluminium sulfat pada media tanam (pH asam). Begitu pula dengan penelitian Kodama *et al.*, (2016) yang tidak berhasil mendapatkan warna bunga *Hydrangea* yang berbeda, meskipun dengan dua perlakuan media tanam asam dan basa.

Menurut Ergür *et al.*, (2019), terdapat kultivar yang tidak memiliki kemampuan untuk berubah warna. Kultivar-kultivar ini tidak terpengaruh oleh kondisi tanah asam maupun basa. Faktor kultivar menjadi faktor penentu keberhasilan perubahan warna *Hydrangea* erat kaitannya dengan jalur pembentukan pigmen. Pada jalur pembentukan pigmen terdapat gen yang terlibat seperti 4CLs, PALs, CHIs, CYP73A, DFRs, ANSs, F3H, F3'5'H, dan UA3GT Gen DFR terdiri dari dua jenis, yakni DFR-2 (memiliki residu -N) dan DFR-1 (memiliki residu -D). DFR-2 ini berekspresi tinggi pada *Hydrangea* warna pink. DFR-2 memiliki peran dalam jalur pembentukan cyanidin. Sementara itu, DFR-1

berekspresi pada *Hydrangea* biru yang menghasilkan konsentrasi delphinin lebih tinggi (Rahmati *et al.*, 2022).

Selain menyelidiki ekspresi gen, analisis kandungan aluminium pada sepal juga sebaiknya dilakukan. *Hydrangea* warna biru dengan pH tanah 7 mungkin telah mengandung aluminium pada organ-organnya. Penelitian Nanzyo *et al.*, (1976) mengungkapkan terdapat *Hydrangea* warna pink yang berubah menjadi biru tanpa mengabsorpsi aluminium yang ada pada media tanam. Aluminium tersebut ditemukan sudah terakumulasi pada sepalnya sehingga menyebabkan warna biru.

Menurut Kodama *et al.*, (2016) lokasi dan transportasi aluminium perlu dipelajari untuk mengetahui mekanisme perubahan warna *Hydrangea*. Oleh sebab itu, pada penelitian ini perlu diketahui jumlah aluminium yang terkandung dalam sepal maupun organ lain *Hydrangea*. Dengan demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa terdapat kandungan aluminium pada tanaman *Hydrangea* yang mendukung terjadinya perubahan warna. Dengan demikian, akumulasi aluminium pada sepal perlu diketahui untuk memahami mekanisme perubahan warna.

Pada penelitian ini ditemukan bahwa kultivar *Hydrangea* Lokal Batu dengan warna pink, ungu, biru mengandung pigmen yang sama (delphinidin) dan warnanya tidak dipengaruhi oleh pH tanah. Penelitian lanjutan perlu dilakukan mencakup penelitian mengenai absorpsi dan akumulasi aluminium, serta gen gen dalam biosintesis pigmen antosianidin.

4.3 Integrasi Ayat Al-Quran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa bunga *Hydrangea* memiliki pigmen yang dapat menciptakan warna yang

bermacam-macam. Pada tanaman, terdapat pigmen sehingga tanaman tersebut memiliki warna. Salah satu ayat Al-Quran yang menjelaskan keberadaan pigmen pada tanaman terdapat pada Al-Quran Surah Al-An'am ayat 99 sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ
حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ
مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ أَنْظِرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.”

Ayat tersebut menjelaskan Allah menurunkan air hujan dan dari air tersebut muncullah segala sesuatu yang hidup, yakni tetumbuhan yang berwarna hijau. Selanjutnya, dari tumbuhan itu dihasilkan biji-bijian maupun buah buahan (Ibn Kathir, 2000). Terciptanya warna hijau dari tumbuhan disebabkan oleh adanya pigmen berupa klorofil. Pigmen yang terdapat pada tumbuhan bermacam macam, antara lain, pigmen klorofil yang menimbulkan warna hijau, pigmen betakaroten yang menciptakan warna orange dan kuning dan pigmen antosianin yang menyebabkan tanaman berwarna merah, pink, ungu, hingga biru (Tanaka *et al.*, 2008). Pigmen antosianin inilah yang memberikan warna pada sepal *Hydrangea*.

Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu di muka bumi ini sesuai dengan ukuran dan takaran yang ditentukan oleh Allah. Dalam QS Al-Qomar ayat 49 yang Allah berfirman:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: “Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran”.

Hal ini menunjukkan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu menurut ukurannya masing-masing. Termasuk di dalam mekanisme perubahan warna pada sepal *Hydrangea* dengan berbagai macam faktor. Faktor-faktor tersebut mencakup beberapa hal seperti: jumlah *co-pigment*, pigmen utama, aluminium, kondisi pH tanah. Faktor faktor yang telah disebutkan terbentuk akibat adanya kondisi lingkungan maupun ekspresi gen yang ada di dalam sel *Hydrangea* (Yoshida *et al.*, 2020). Berbagai hal mengenai perubahan warna sepal *Hydrangea* selalu dikaji dalam berbagai penelitian untuk memudahkan modifikasi warna pada *Hydrangea*.

Proses identifikasi pigmen pada tanaman ini menjadi salah satu cara untuk mengetahui tanda-tanda kebesaran Allah SWT. Dalam Q.S Yunus ayat 101, Allah berfirman:

قُلْ أَنْظَرُوا مَاذَا فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ وَمَا تُغْنِي عَنْكُمْ آيَاتُهُ أَنْ تُؤْمِنُوا

Artinya: “Katakanlah: "Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi. Tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman".

Dalam ayat tersebut Allah memberikan perintah pada manusia untuk memperhatikan ciptaan Allah yang ada di langit dan di bumi. Ciptaan Allah yang ada di langit meliputi bintang-bintang, matahari, pergantian siang dan malam. Sementara ciptaan Allah yang ada di bumi berupa berbagai macam tumbuhan,

bunga, hewan yang terdiri dari bermacam macam bentuk, warna, dan kegunaan (Ibn Kathir, 2000).

Proses identifikasi ini merupakan proses awal untuk membantu modifikasi rekayasa warna pada tanaman sehingga warna tanaman dapat disesuaikan dengan permintaan yang ada. Allah SWT berfirman pada Q.S Al-Jatsiyah ayat 13 yang berbunyi:

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ ؕ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَءَايٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ

Artinya: *“Dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir”*.

Allah menerangkan bahwa semua yang ada di langit dan di bumi ditundukkan untuk manusia. Hal tersebut, supaya manusia dapat mengambil manfaat sebanyak-banyaknya. Untuk mendapatkan manfaat tersebut, diperlukan proses berpikir. Berpikir tersebut merupakan salah satu bentuk mensyukuri rahmat Allah SWT (Ibn Kathir, 2000). Sama halnya dengan perubahan warna yang terjadi pada *Hydrangea*. Allah memberikan nikmat dengan adanya bunga yang beraneka ragam dan dengan rahmat tersebut manusia mempelajarinya untuk menciptakan modifikasi pada warna bunga. Dengan begitu, warna bunga yang beraneka ragam dapat membantu dari segi perekonomian maupun segi pengetahuan.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan antosianin total pada sepal *Hydrangea macrophylla* pada sepal warna pink, ungu, dan biru dipengaruhi oleh intensitas warna. Kandungan antosianin pada tiap jenis warna *Hydrangea* memiliki selisih yang rendah, sehingga tidak ada perbedaan kandungan antosianin total pada tiap jenis warna *Hydrangea*.
2. Jenis antosianidin pada sepal *Hydrangea macrophylla* warna pink, ungu, dan biru ialah sama, yakni delphinidin, sehingga tidak terdapat perbedaan pigmen pada tiap jenis warna *Hydrangea*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yakni:

1. Diperlukan adanya standar pigmen antosianidin sebagai bahan penelitian pada proses KLT
2. Diperlukan plat selulosa sebagai fase diam pada proses Kromatografi Lapis Tipis.
3. Diperlukan instrumen yang lebih memadai seperti HPLC maupun UPLC dalam proses identifikasi

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, L. A., Lestario, L. N., & Martono, Y. (2016). *Kandungan Antosianin Total dan Identifikasi Antosianidin serta Antosianin Ekstrak Kulit Biji Kopi Robusta (Coffea robusta L.)*. 1–23.
- Alappat, B., & Alappat, J. (2020). *Anthocyanin Pigment: Beyond Aesthetics*. 25(23).
- Allen, R. C. (1932). Factors influencing the flower color of *Hydrangeas*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 28, 410–412.
- As-Suyuthi, J., & Al-Mahalli, J. (2003). Tafsir jalalain. *Surabaya: Imaratullah*.
- Asen, S. (1957). Effect of aluminum on absorption spectra of the anthocyanin and flavonols from sepals of *Hydrangea macrophylla* var. Merveille. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 70, 478–481.
- Bailey, D. A. (1989). *Hydrangea production*. Timber Press, Inc.
- Basílio, N., & Pina, F. (2016). Chemistry and photochemistry of anthocyanins and related compounds: a thermodynamic and kinetic approach. *Molecules*, 21(11), 1502.
- Câmara, J. S., Locatelli, M., Pereira, J. A. M., Oliveira, H., Arlorio, M., Fernandes, I., Perestrelo, R., Freitas, V., & Bordiga, M. (2022). Behind the Scenes of Anthocyanins—From the Health Benefits to Potential Applications in Food, Pharmaceutical and Cosmetic Fields. *Nutrients*, 14(23), 5133.
- Chandra, A., Nair, M. G., & Iezzoni, A. F. (1993). Isolation and stabilization of anthocyanins from tart cherries (*Prunus cerasus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(7), 1062–1065.
- Chen, H., Lu, C., Jiang, H., & Peng, J. (2015). Global transcriptome analysis reveals distinct aluminum-tolerance pathways in the Al-accumulating species *Hydrangea macrophylla* and marker identification. *PLoS ONE*, 10(12), 1–20.
- Chenery, E. M. (1948). Aluminium in plants and its relation to plant pigments. *Annals of Botany*, 12(46), 121–136.
- Codarin, S., Galopin, G., & Chasseriaux, G. (2006). Effect of air humidity on the growth and morphology of *Hydrangea macrophylla* L. *Scientia Horticulturae*, 108(3), 303–309.
- Cratlc, D. B., & Medici, L. (1939). Notes on Variable Colors of Flower Petals acylated on this account be confused with the leuco- drawn to the importance of colloid association of anthocyanins in the Presidential Address to Section B of the British Association (Leicester , 1933). 6 We sh. *Notes*, 61(1), 1606–1607.
- Enaru, B., Dreţcanu, G., Pop, T. D., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors affecting their stability and degradation. *Antioxidants*, 10(12), 1967.
- Ergür, E. G., Kazaz, S., Kılıç, T., Dogan, E., & Aslansoy, B. (2019). How to manipulate hydrangea flower colour (*Hydrangea macrophylla* Thunb.)? *Acta Horticulturae*, 1263(November), 125–131.
- Espley, R. V., & Jaakola, L. (2023). The role of environmental stress in fruit

- pigmentation. *Plant, Cell & Environment*, 46(12), 3663–3679.
- Fadhilurrohman, I., Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2023). Karakteristik Warna (Hue, Chroma, Whiteness Index), Rendemen, dan Persentase Whey Keju dengan Penambahan Teh Hitam Orthodox (*Camellia sinensis* var. *assamica*). *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI)*, 8(1), 10–19.
- Fitriyani, R., Ninan Lestario, L., & Martono, Y. (2018). Jenis Dan Kandungan Antosianin Buah Tomi–Tomi. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 29(2), 137–144.
- Grotewold, E. (2006). The genetics and biochemistry of floral pigments. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 57, 761–780.
- Halcomb, M., & Sandra, R. (2010). *Hydrangea* production. *United States: University of Tennessee*.
- Harborne, J. B. (1996). Metode Fitokimia, penuntun dan cara modern menganalisis Tumbuhan. *Penerjemah: Padmawinata K Dan Soediro I. Penerbit ITB Bandung*.
- Hariri, M. R., Yusuf, M. S., Nurmamulyosari, L. D., & Kharisma, A. E. (2015). Effect of Soil pH on the Anthocyanin Level of Hortensia (*Hydrangea macrophylla*). *KnE Life Sciences*, 2(1), 613.
- He, F., Mu, L., Yan, G.-L., Liang, N.-N., Pan, Q.-H., Wang, J., Reeves, M. J., & Duan, C.-Q. (2010). Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules*, 15(12), 9057–9091.
- Honda, T., & Saito, N. (2002). Recent progress in the chemistry of polyacylated anthocyanins as flower color pigments. *Heterocycles: An International Journal for Reviews and Communications in Heterocyclic Chemistry*, 56(1 • 2), 633–692.
- Houghton, A., Appelhagen, I., & Martin, C. (2021). Natural blues: Structure meets function in anthocyanins. *Plants*, 10(4), 726.
- Huang, K.-L., Miyajima, I., & Okubo, H. (2000). *Effects of temperature and shade treatment on flower colors and characteristics in newly established reddish-purple tuberose (Polianthes)*.
- Ibn Kathir, I. (2000). *Tafsîr ibn kathîr. Riyadh: Dar-Us-Salam*.
- Ito, Shinkai, Y., Kato, Y., Kondo, T., & Yoshida, K. (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., Aoki, D., Fukushima, K., & Yoshida, K. (2019). Direct mapping of hydrangea blue-complex in sepal tissues of *Hydrangea macrophylla*. *Scientific Reports*, 9(1), 1–9.
- Iwashina, T. (2015). Contribution to flower colors of flavonoids including anthocyanins: a review. *Natural Product Communications*, 10(3), 1934578X1501000335.
- Jiang, W., Li, N., Zhang, D., Meinhardt, L., Cao, B., Li, Y., & Song, L. (2020). Elevated temperature and drought stress significantly affect fruit quality and activity of anthocyanin-related enzymes in jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.

- cv. 'Lingwuchangzao'). *PLoS One*, 15(11), e0241491.
- Kardos, J. H., Robacker, C. D., Dirr, M. A., & Rinehart, T. A. (2009). Production and verification of *Hydrangea macrophylla* × *H. angustipetala* hybrids. *HortScience*, 44(6), 1534–1537.
- Kazuma, K., Noda, N., & Suzuki, M. (2003). Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*, 64(6), 1133–1139.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1361779.
- Kitamura, Y., Hosokawa, M., Uemachi, T., & Yazawa, S. (2010). Increase in the number of decorative florets in the inflorescence of *Hydrangea* through phytoplasma infection. *Scientia Horticulturae*, 124(1), 134–138.
- Kodama, M., Tanabe, Y., & Nakayama, M. (2016). Analyses of coloration-related components in *Hydrangea* sepals causing color variability according to soil conditions. *Horticulture Journal*, 85(4), 372–379.
- Kondo, T., Toyama-Kato, Y., & Yoshida, K. (2005). Essential structure of co-pigment for blue sepal-color development of *Hydrangea*. *Tetrahedron Letters*, 46(39), 6645–6649.
- Koski, M. H. (2020). The role of sensory drive in floral evolution. *New Phytologist*, 227(4), 1012–1024.
- Kumar, N., Srivastava, G. C., & Dixit, K. (2008). Flower bud opening and senescence in roses (*Rosa hybrida* L.). *Plant Growth Regulation*, 55, 81–99.
- Lai, Y.-S., Yamagishi, M., & Suzuki, T. (2011). Elevated temperature inhibits anthocyanin biosynthesis in the tepals of an Oriental hybrid lily via the suppression of LhMYB12 transcription. *Scientia Horticulturae*, 132, 59–65.
- Lawrence, W. J. C., Price, J. R., Robinson, G. M., & Robinson, R. (1938). A survey of anthocyanins. V. *Biochemical Journal*, 32(10), 1661.
- Lestario, L. N., Lukito, D., & Timotius, K. H. (2021). Kandungan Antosianin dan Antosianidin Dari Pisang Klutuk (*Musa brachycarpa*) dan Pisang Ambon (*Musa acuminata* Colla). *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan*, 1(2), 1903–1914.
- Lestario, L. N., Rahayuni, E., & Timotius, K. H. (2011). Kandungan antosianin dan identifikasi antosianidin dari kulit buah jenitri (*Elaeocarpus angustifolius* Blume). *Agritech*, 31(2).
- Lestario, L. N., Soetjipto, H., & Eviningyun, A. (2009). Identifikasi antosianin dan antosianidin dari daun iler (*Coleus scutellarioides* L. Benth) Var. *Crispa* dan Var. *Parfivoli*us.
- Li, H. Q., & Liu, S. J. (1998). Effects of light intensity and illumination time on leaf colour variations of coloured leaf trees. *Bull. Bot. Res*, 18, 194–205.
- Ma, J. F., Ryan, P. R., & Delhaize, E. (2001). Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. *Trends in Plant Science*, 6(6), 273–278.
- Markakis, P. (2012). *Anthocyanins as food colors*. Elsevier.
- McClintock, E. M. (1956). *A monograph of the genus Hydrangea*. University of

Michigan.

- Mcclung, C. R., Lou, P., Hermand, V., & Kim, J. A. (2016). The importance of ambient temperature to growth and the induction of flowering. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1266.
- Mmbaga, M. T., Kim, M., Mackasmiel, L., & Li, Y. (2012). Evaluation of *Hydrangea macrophylla* for Resistance to Leaf-Spot Diseases. *Journal of Phytopathology*, 160(2), 88–97.
- Nanzyo, K., Yashiro, N., Kamata, M., & Shibata, H. (1976). Studies on sepal color in greenhouse *Hydrangeas*, 1: The effect of aluminium sulphate and phosphate on sepal color added to the potting soil in the forcing period. *Bulletin of the Fukushima Horticultural Experiment Station (Japan)*, 6.
- Narbona, E., Arista, M., Whittall, J. B., Camargo, M. G. G., & Shrestha, M. (2021). The role of flower color in angiosperm evolution. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 12, p. 736998). Frontiers Media SA.
- Nawahepta, D. A., Kusumaningrum, N. A., & Sutini, S. (2022). Pengaruh Bahan Tanam dan Pemberian Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tanaman Hortensia (*Hydrangea macrophylla*). *Plumula: Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 10(2), 123–130.
- Noda, N. (2018). Recent advances in the research and development of blue flowers. *Breeding Science*, 68(1), 79–87.
- Nordli, E. F., Strøm, M., & Torre, S. (2011). Temperature and photoperiod control of morphology and flowering time in two greenhouse grown *Hydrangea macrophylla* cultivars. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 372–377.
- Ofoe, R., Thomas, R. H., Asiedu, S. K., Wang-Pruski, G., Fofana, B., & Abbey, Lord. (2023). Aluminum in plant: Benefits, toxicity and tolerance mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1085998.
- Okada, M., & Funaki, S. (1967). Influence of variation of soil acidity on sepal color of *Hydrangea macrophylla*. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 36(1), 122–130.
- Panupesi, H., & Candra, B. (2023). Keragaan Dan Keragaman Karakter Morfo-Agronomi Tanaman Hias *Hydrangea* Sp Di Kabupaten Bogor Dan Cianjur. *AgriPeat*, 24(1), 50–57.
- Peng, J., Dong, X., Xue, C., Liu, Z., & Cao, F. (2021). Exploring the Molecular Mechanism of Blue Flower Color Formation in *Hydrangea macrophylla* cv. “Forever Summer.” *Frontiers in Plant Science*, 12(February), 1–12.
- Qi, H., Zhang, G., Chu, Z., Liu, C., & Yuan, S. (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., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh pH Tanah Dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Dan Warna Bunga Hortensia (*Hydrangea macrophylla*) The Effect of Soil pH and NPK Fertilizer To The Growth And Flower Color Of *Hydrangea* (*Hydrangea macrophylla*). *PLANTROPICA Journal of Agricultural Science*. 2017, 2(1), 23–29.

- Rahmati, R., Hamid, R., Ghorbanzadeh, Z., Jacob, F., Azadi, P., Zeinalabedini, M., Karimi Farsad, L., Kazemi, M., Ebrahimi, M. A., Shahinnia, F., Hosseini Salekdeh, G., Ghaffari, M. R., & Hajirezaei, M. R. (2022). Comparative Transcriptome Analysis Unveils the Molecular Mechanism Underlying Sepal Colour Changes under Acidic pH Substratum in *Hydrangea macrophylla*. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 1–24.
- Roepke, J., Jean, T., Perkel, K. J., Blom, T., & Bozzo, G. G. (2013). Daminozide alters anthocyanin metabolism in ray florets of bronze chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 32, 453–460.
- Rosamah, E. (2019). Kromatografi Lapis Tipis Metode Sederhana Dalam Analisis Kimia Tumbuhan Berkayu. *Mulawarman University Press*, 1–78.
- Saati, E. A. (2017). Pigmen antosianin: identifikasi dan manfaatnya bagi industri makanan dan farmasi. *Research Report*.
- Schoch, C. L., Ciufo, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., Mcveigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S., & Karsch-Mizrachi, I. (2020). NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. *Database : The Journal of Biological Databases and Curation*, 2020.
- Schreiber, H. D. (2011a). Characterization of *Hydrangea macrophylla* Cultivars by the Anthocyanin Content in their Sepals. *Journal of Environmental Horticulture*, 29(3), 131–136.
- Schreiber, H. D. (2011b). Role of aluminum in red-to-blue color changes in *Hydrangea macrophylla* sepals. *BioMetals*, 24(6), 1005–1015.
- Schreiber, H. D., Swink, A. M., & Godsey, T. D. (2010). The chemical mechanism for Al³⁺ complexing with delphinidin: A model for the bluing of hydrangea sepals. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 104(7), 732–739.
- Shihab, M. Q. (2002). Tafsir al-misbah. *Jakarta: Lentera Hati*, 2.
- Suriani, N. L., Susun Parwanayoni, M. N., Sudatri, N. W., & Suartini, N. M. (2019). Using bio-starter to increase growth and production of hortensia flower (*Hydrangea* sp). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 347(1).
- Takeda, K., Kariuda, M., & Itoi, H. (1985). Blueing of sepal colour of *Hydrangea macrophylla*. *Phytochemistry*, 24(10), 2251–2254.
- Takeda, K., Kubota, R., & Yagioka, C. (1985). Copigments in the blueing of sepal colour of *Hydrangea macrophylla*. *Phytochemistry*, 24(6), 1207–1209.
- Tanaka, Y., Brugliera, F., & Chandler, S. (2009). Recent progress of flower colour modification by biotechnology. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(12), 5350–5369.
- Tanaka, Y., Sasaki, N., & Ohmiya, A. (2008). Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *The Plant Journal*, 54(4), 733–749.
- Toyama-Kato, Y., Yoshida, K., Fujimori, E., Haraguchi, H., Shimizu, Y., & Kondo, T. (2003). Analysis of metal elements of *Hydrangea* sepals at various growing stages by ICP-AES. *Biochemical Engineering Journal*, 14(3), 237–241.

- Wang, Q., Lyu, T., & Lyu, Y. (2022). Exploring the Molecular Mechanism of Sepal Formation in the Decorative Flowers of *Hydrangea macrophylla* 'Endless Summer' Based on the ABCDE Model. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22), 14112.
- Whatley, J. M., & Whatley, F. R. (1987). When is a chromoplast? *New Phytologist*, 106(4), 667–678.
- Wu, X., & Alexander, L. W. (2019). Genetic diversity and population structure analysis of bigleaf *Hydrangea* using genotyping-by-sequencing. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 144(4), 257–263.
- Wulandari, L. (2011). *Kromatografi lapis tipis*.
- Yamagishi, M., Yoshida, Y., & Nakayama, M. (2012). The transcription factor LhMYB12 determines anthocyanin pigmentation in the tepals of Asiatic hybrid lilies (*Lilium* spp.) and regulates pigment quantity. *Molecular Breeding*, 30, 913–925.
- Yan, X., Wang, S., Duan, Y., Han, J., Huang, D., & Zhou, J. (2021). Current and future distribution of the deciduous shrub *Hydrangea macrophylla* in China estimated by MaxEnt. *Ecology and Evolution*, 11(22), 16099–16112.
- Yoshida, K., Ito, D., & Kondo, T. (2019). Formation of an aluminum complex of 5-O-caffeoylquinic acid with chiral molecular stacking under vacuolar condition. *Heterocycles*, 99, 1322–1329.
- Yoshida, K., Ito, D., Miki, N., & Kondo, T. (2021). Single-cell analysis clarifies mosaic color development in purple *Hydrangea* sepal. *New Phytologist*, 229(6), 3549–3557.
- Yoshida, K., Ito, D., Shinkai, Y., & Kondo, T. (2008). Change of color and components in sepals of chameleon *Hydrangea* during maturation and senescence. *Phytochemistry*, 69(18), 3159–3165.
- Yoshida, K., Mori, M., & Kondo, T. (2009). Blue flower color development by anthocyanins: From chemical structure to cell physiology. *Natural Product Reports*, 26(7), 884–915.
- Yoshida, K., Oyama, K. I., & Kondo, T. (2020). Insight into chemical mechanisms of sepal color development and variation in *Hydrangea*. *Proceedings of the Japan Academy Series B: Physical and Biological Sciences*, 97(2), 51–68.
- Yoshida, K., Toyama-Kato, Y., Kameda, K., & Kondo, T. (2003). Sepal color variation of *Hydrangea macrophylla* and vacuolar pH measured with a proton-selective microelectrode. *Plant and Cell Physiology*, 44(3), 262–268.
- Yuan, S., Qi, H., Yang, S., Chu, Z., Zhang, G., & Liu, C. (2023). Role of delphinidin-3-glucoside in the sepal blue color change among *Hydrangea macrophylla* cultivars. *Scientia Horticulturae*, 313(January).
- Yusuf, A., Najiyah, N., Wahyu, E., Mulyono, S., & Abdilah, F. (2021). Studi Literatur Potensi Ekstrak Zat Warna Alam sebagai Indikator Asam Basa Alternatif. *Fullerene Journ. Of Chem*, 6(2), 124–134.
- Zeng, Y., Wei-quan, Y., & Shu-jun, Y. (2018). Research progress of *Hydrangea* breeding. *Guangdong Agricultural Sciences*, 45, 36–43.
- Zhang, G., Yuan, S., Qi, H., Chu, Z., & Liu, C. (2023). The Na⁺/H⁺ Exchanger

NHX1 Controls H⁺ Accumulation in the Vacuole to Influence Sepal Color in *Hydrangea macrophylla*. *International Journal of Plant Biology*, 14(1), 266–275.

Zhang, Y., Butelli, E., & Martin, C. (2014). Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 19, 81–90.

Zhao, D., & Tao, J. (2015). Recent advances on the development and regulation of flower color in ornamental plants. *Frontiers in Plant Science*, 261.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kandungan Antosianin Total *Hydrangea macrophylla*

Sampel	pH 1 KCl-HCl			pH 4,5 NaOAc			(ApH1-ApH4,5)	Antosianin Total	Rata-Rata
	A510	A700	(A510-A700)	A510	A700	(A510-A700)			
P1	0,11	-0,02	0,13	0,08	0,01	0,07	0,06	4,84	3,507
P2	0,05	0,01	0,04	0,03	0,02	0,01	0,03	2,17	
U1	0,08	-0,05	0,13	0,05	-0,02	0,07	0,06	4,59	3,924
U2	0,08	-0,03	0,10	0,06	0,01	0,06	0,05	3,92	
B1	0,09	-0,02	0,11	0,08	0,02	0,07	0,04	3,51	3,507
B2	0,10	-0,01	0,11	0,07	0,01	0,07	0,04	3,67	

Lampiran 2. Pengukuran Chroma (Intensitas Warna)

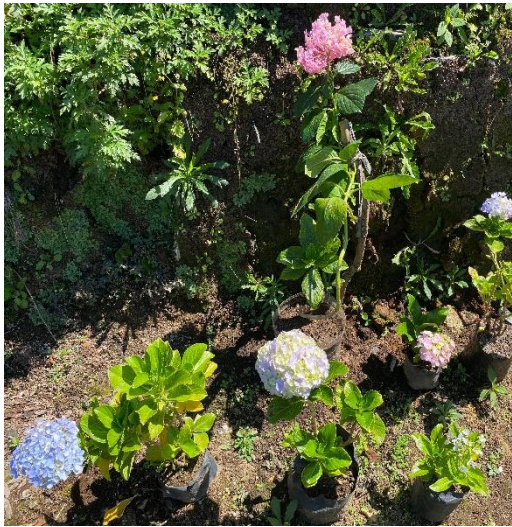
Sampel	Hue	a	b	Chroma
P1	335	18,8	-3	19,038
P2	352	12	2,3	12,218
U1	287	13,9	-12	18,363
U2	272	10,5	-12	15,945
B1	228	3,3	-14,9	15,160
B2	225	2,2	-15	15,261

Lampiran 3. Pengukuran Absorbansi Maksimum dan Pergeseran Bathokromik

Panjang Gelombang	Absorbansi Sebelum ditetesi AlCl ₃	Absorbansi Setelah ditetesi AlCl ₃
450	0,292	0,317
480	0,399	0,476
500	0,500	0,631
510	0,567	0,743
520	1,029	1,082
530	1,051	1,104
540	1,073	1,213
550	1,152	1,341
560	1,093	1,440
570	1,076	1,627
580	1,054	1,756

590	1,020	1,529
600	1,009	1,395
625	0,722	1,031
650	0,544	0,827
700	0,310	0,534

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Sampel *Hydrangea* dalam polybag



pH meter tanah



Hydrangea biru



Hydrangea pink



Sampel *Hydrangea*



Proses ekstraksi sampel



Hasil ekstraksi



Uji antosianin dengan penambahan
NaOH 2M



Pembuktian antosianidin dengan HCl



Penimbangan sampel



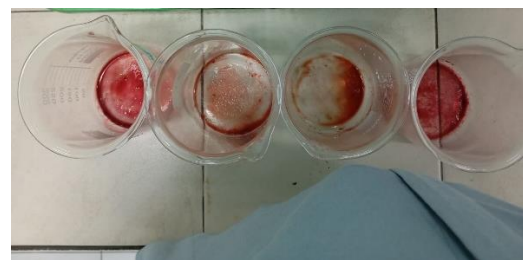
Hidrolisis Asam dengan HCl



Pendinginan sampel hidrolisis dengan air dingin



Penambahan etil asetat



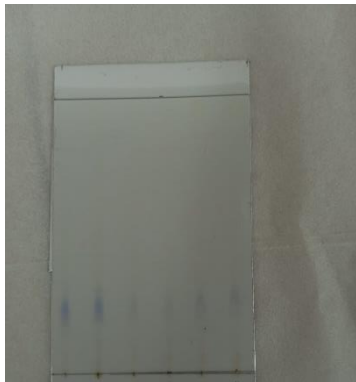
Hasil proses hidrolisis asam / sampel siap di KLT



Penotolan sampel pada kertas KLT



Proses KLT



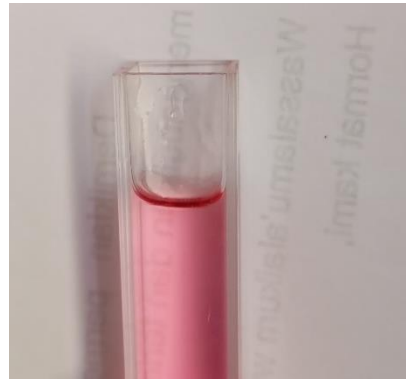
Hasil KLT



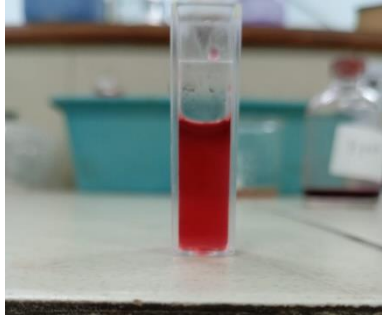
Penghitungan kadar antosianidin dan absorbansi maksimum



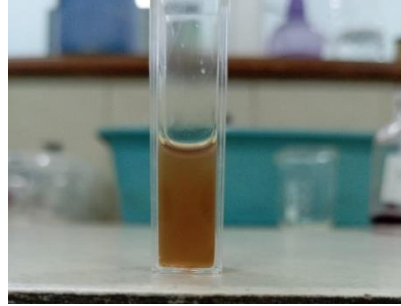
Proses inkubasi pada persiapan pengukuran kadar antosianin total



Sampel pengecekan absorbansi maksimum



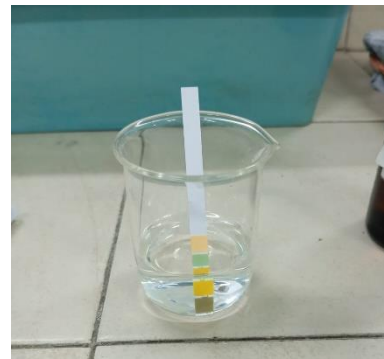
Sampel pada pH 1



Sampel pada pH 4,5



Buffer pH 1



Buffer pH 4,5



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110115
Nama : FIRDAUS AKHMERTI AMALIA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : DIDIK WAHYUDI, M. Si
Dosen Pembimbing 2 : Prof. Dr. H. MUNIRUL ABIDIN, M.Ag
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Identifikasi Antosianidin Pada Sepal Pink Hingga Biru Bunga Pancawarna (*Hydrangea macrophylla*)

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	16 Agustus 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi Judul Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	29 September 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi Judul Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	12 Oktober 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Penentuan Metode Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	30 Oktober 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Penentuan Metode Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	30 November 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Koreksi Proposal Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	05 Desember 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Koreksi Proposal Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	15 Desember 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Koreksi Proposal Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	19 Desember 2023	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Koreksi Proposal Skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	04 Januari 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Koreksi Proposal Skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	05 Januari 2024	Prof. Dr. H. MUNIRUL ABIDIN, M.Ag	Konsultasi Integrasi ayat Alqur'an pada Skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	12 Januari 2024	Prof. Dr. H. MUNIRUL ABIDIN, M.Ag	Persetujuan Lembar Pengesahan Proposal Skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	05 September 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi Bab IV (Hasil dan Pembahasan)	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
13	09 September 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi dan Koreksi Bab IV Hasil dan Pembahasan	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
14	12 September 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi dan Koreksi Bab IV (Hasil dan Pembahasan)	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
15	13 September 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi dan Koreksi Bab IV (Hasil dan Pembahasan)	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
16	18 September 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi dan Koreksi Bab IV (Hasil dan Pembahasan)	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
17	24 September 2024	DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si	Konsultasi dan Koreksi Naskah Skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
18	27 September 2024	Prof. Dr. H. MUNIRUL ABIDIN, M.Ag	Konsultasi Integrasi Al-Quran Bab IV	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

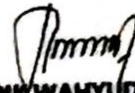
Dosen Pembimbing 2



Prof. Dr. H. MUNIRUL ABDIN, M.Ag

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1



DIDIK WAHYUDI, S.Si, M.Si





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

Form Checklist Plagiasi

Nama : Firdaus Akhmerti Amalia
NIM : 200602110115
Judul : Identifikasi Antosianidin Pada Sepal Pink Hingga Biru Bunga Pancawarna
(*Hydrangea macrophylla*)

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	12 %	



Mengetahui,
Kepala Program Studi Biologi
Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002