

**PENGARUH BIOTIN TERHADAP SUBKULTUR TUNAS KANTONG
SEMAR (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

**Oleh:
TITIS IRODATUR RAHMAN
NIM. 17620021**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENGARUH BIOTIN TERHADAP SUBKULTUR TUNAS KANTONG
SEMAR (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

**Oleh:
TITIS IRODATUR RAHMAN
NIM. 17620021**

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

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENGARUH BIOTIN TERHADAP SUBKULTUR TUNAS
KANTONG SEMAR (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce)
SECARA IN VITRO**

SKRIPSI

**Oleh:
TITIS IRODATUR RAHMAN
NIM. 17620021**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 25 November 2021**

Pembimbing I

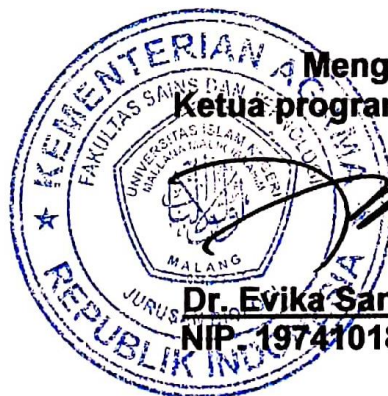


**Dr. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 19630114 199903 1 001**

Pembimbing II



**Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIPT. 201402011409**



**Mengetahui,
Ketua program Studi Biologi**



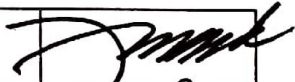
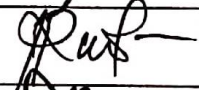
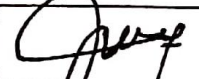
**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002**

**PENGARUH BIOTIN TERHADAP SUBKULTUR TUNAS
KANTONG SEMAR (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce)
SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Oleh:
TITIS IRODATUR RAHMAN
NIM. 17620021

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima
sebagaisalah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 16 Desember 2021

Ketua Penguji	Dr. Evika Sandi Savitri, M.P NIP. 197410182003122002	
Anggota Penguji 1	Ruri Siti Resmisari, M.Si NIP. 19790123201608012063	
Anggota Penguji 2	Dr.Eko Budi Minarno, M.Pd NIP. 19630114 199903 1 001	
Anggota Penguji3	Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I NIPT. 201402011409	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, syukur tak terhingga kepada Allah SWT atas segala ketentuannya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini dipersembahkan untuk orang-orang hebat yang telah membantu penulis dalam menyelesaikannya, khususnya:

1. Kedua orang tua tercinta, Abah Khozin dan Ummy Syafi'ah yang telah memberikan kasih sayang, doa dan dukungan yang tiada henti, kakak Mamlu'atul Ilmiyah dan suami Noer Mustaqim, juga Adek M. Aqila Dzul Fahmi yang selalu memberikan motivasi sehingga penulis bisa tumbuh sejauh ini dan dapat menyelesaikan penulisan skripsi.
2. Abi Isroqunnajach dan Ummah Ismatud Diniyah yang telah menjadi orang tua kedua, memberikan doa terbaik dan dukungan rohani, juga Adek ning kecil tercinta yang selalu ceria, Athfa Kulthoum Al-Labibah sebagai peningkat mood.
3. Prof. Dr.Retno Susilowati, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan banyak sekali arahan dan motivasi selama masa studi.
4. Dr.Eko Budi Minarno, M.Pd. dan Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta ilmunya.
5. Pendampingku Mbak shona yang paling sabar dan selalu memberi semangat berapi-api, juga mbk maslahah yang selalu memberi arahan dalam pengerjaan skripsi.
6. Sahabat Baiyolojie ku (Firda, Intan, Emil) yang selalu membersamai, juga bocil Rabi'atul Adawiyah sebagai supporter kami.
7. Sobat dramaku Ebook Arum, sahabat kucurku Yon Asna, Nopal, Rahadi beserta istri (mbk lilis) yang telah menemani sambatan penuh warna.
8. Sahabat-sahabat ABIO 17 yang selalu membersamai selama 4 tahun kuliah, juga WOLVES 17 yang selalu memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi.

MOTTO

“Kamu bisa bertahan sejauh ini karena ada banyak ridho di dalamnya”

“Just because something doesn’t do what you planned,
it to do doesn’t mean its useless”

Thomas Alfa Edison

الآن خَفَّفَ اللَّهُ عَنْكُمْ وَعَلِمَ أَنَّ فِيكُمْ ضَعْفًا -٦٦-

“Sekarang Allah telah Meringankan kamu karena Dia Mengetahui bahwa ada kelemahan padamu.....”

QS. Al-Anfal : 66

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Titis Irodatur Rahman
NIM : 17620021
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas
Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*
(Lour.) Druce) Secara *In Vitro*

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

Malang, 16 Desember 2021
yang membuat pernyataan,



Titis Irodatur Rahman
NIM. 17620021

HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) Secara *In Vitro*

Titis Irodatur Rahman, Eko Budi Minarno, M. Mukhlis Fahrudin

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

ABSTRAK

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce atau kantong semar merupakan tanaman karnivora berkantong endemik Indonesia. Berdasarkan data IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Resources*), *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce termasuk dalam kategori LC (*Least Concern*) yang berarti resiko rendah, sehingga tindakan pelestarian melalui teknik *in vitro* perlu dilakukan. Biotin (vitamin B7) diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan subkultur tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian konsentrasi biotin pada media MS (*Murashige & Skoog*) terhadap pertumbuhan subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce secara *in vitro*. Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan lima perlakuan konsentrasi biotin yaitu 0 ppm, 0.25 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm dan 2 ppm serta lima kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi hari muncul daun pertama, tinggi tunas, jumlah daun, panjang daun dan warna daun. Analisis data dilakukan menggunakan uji statistik ANOVA (*Analysis Of Variant*) dan uji lanjut DMRT dengan taraf signifikansi 5%, sedangkan khusus pada parameter warna daun, data diamati menggunakan aplikasi *color grab* dan dianalisis secara kualitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian biotin berpengaruh terhadap pertumbuhan tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce pada parameter hari muncul daun pertama dan jumlah daun, tapi tidak berpengaruh pada parameter tinggi tunas dan panjang daun. Konsentrasi biotin paling efektif adalah 0.25 ppm yang mampu menumbuhkan daun pertama pada 13.4 HSS, Jumlah daun sebanyak 3.6 helai dan warna daun dengan kisaran warna *dark-green* sampai *black-green*. Pada variabel pengamatan tinggi tunas dan panjang daun, hasil pemberian biotin tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

Kata Kunci: *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, biotin, subkultur

The Effect Of Biotin On Subculture Shoots Of Pitcher Plant (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) In Vitro

Titis Irodatur Rahman, Eko Budi Minarno, M. Mukhlis Fahrudin

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

ABSTRACT

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce or pitcher plant is a carnivorous plant endemic to Indonesia. Based on IUCN (International Union for Conservation of Nature and Resources), *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce is included in the LC (Least Concern) category which means low risk, so that conservation measures through *in vitro* propagation need to be carried out. Biotin (vitamin B7) is thought to have an effect on shoot growth of *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce subculture. The purpose of this study was to determine the effect of giving the concentration of biotin on MS media (Murashige & Skoog) on the growth of *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce subculture in vitro. This research is an experimental type of research using the RAL method (Completely Randomized Design) with five treatments of biotin concentration, namely 0 ppm, 0.25 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm and 2 ppm and five replications. Parameters observed included day of first leaf appearance, shoot height, number of leaves, leaf length and leaf color. Data analysis was carried out using the ANOVA (Analysis Of Variant) statistical test and DMRT follow-up test with a significance level of 5%, while specifically for leaf color parameters, the data was observed using a color grab application and analyzed qualitatively. The results of the analysis showed that the administration of biotin affected the growth of shoots in the subculture of *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce on the parameters of the first leaf emergence day and number of leaves, but had no effect on the parameters of shoot height and leaf length. The most effective concentration of biotin was 0.25 ppm which was able to grow the first leaf at 13.4 DAS, the number of leaves was 3.6 leaves and the leaf color ranged from dark-green to black-green. In the observed variables of shoot height and leaf length, the results of biotin administration were not significantly different from the control treatment.

Keywords: *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, biotin, subculture

تأثير البيوتين على نمو الثقافة الفرعية البراعم للنابت (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) في المختبر

تيتيس إرادة الرحمن، ايكما بودي مينارنا، محمد مخلص فخر الدين

قسم علم الحياة، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

مستخلص البحث

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce أو النابت هو نبات آكل اللحوم الذي له كيس مستوطنة في إندونيسيا. استنادًا إلى بيانات IUCN (International Union for Conservation of Nature and Resources)، يتم تضمين *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce في فئة LC (أقل اهتمام) مما يعني مخاطر منخفضة، لذلك يجب تنفيذ تدابير الحفظ من خلال التكاثر في المختبر. يُعتقد أن بروتين (فيتامين ب ٧) له تأثير على نمو البراعم في ثقافة نيبنت ميرابيليس الفرعية. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير إعطاء تركيز البيوتين على وسط MS على نمو نباتات *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce في المختبر. هذا البحث هو نوع تجريبي من البحث باستخدام طريقة RAL (تصميم عشوائي بالكامل) مع خمسة معالجات لتركيز البيوتين وهي 0 جزء في المليون و 0.25 جزء في المليون و 0.5 جزء في المليون و 1 جزء في المليون و 2 جزء في المليون وخمسة مكررات. تضمنت المعلومات التي تمت ملاحظتها اليوم الأول لظهور الورقة، ارتفاع النبتة، عدد الأوراق، طول الورقة و. لون الورقة. تم إجراء تحليل البيانات باستخدام اختبار ANOVA (تحليل المتغير) الإحصائي واختبار متابعة DMRT بمستوى دلالة ٥٪، بينما بالنسبة لمعلومات لون الأوراق على وجه التحديد، تمت ملاحظة البيانات باستخدام تطبيق انتزاع اللون وتحليلها نوعيًا. أظهرت نتائج التحليل أن إعطاء البيوتين أثر على نمو الفسائل في الثقافة الفرعية لنبتة *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce على معلومات يوم ظهور الورقة الأولى وعدد الأوراق، ولكن لم يكن لها تأثير على معاملات النمو. الطول وطول الورقة. كان تركيز البيوتين الأكثر فاعلية هو 0.25 جزء في المليون والذي كان قادرًا على نمو الورقة الأولى عند 13.4 DAS، وكان عدد الأوراق 3.6 ورقة وتراوح لون الورقة من الأخضر الداكن إلى الأسود والأخضر. في المتغيرات المرصودة لارتفاع الساق وطول الورقة، لم تكن نتائج إعطاء البيوتين مختلفة بشكل كبير عن معاملة التحكم.

مفاتيح الكلمة: *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce، البيوتين، الثقافة الفرعية

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan pada kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) Secara *In Vitro*”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya.

Skripsi ini bisa terselesaikan tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan arahan dari berbagai pihak, baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun doa, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Muhammad Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri M.P selaku ketua program studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd. dan Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan.
5. Dr. Evika Sandi Savitri M.P. dan Ruri Siti Resmisari, M.Si. selaku penguji skripsi yang telah banyak memberikan saran.
6. Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si. selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan motivasi selama masa studi.
7. Segenap sivitas akademika Program Studi Biologi terutama seluruh dosen yang telah memberikan ilmunya.
8. Kedua orang tua penulis, Abah Khozin dan Ummy Syafi'ah, serta Abi Dr. KH. Isroqunnajach dan Ummah Ismatud Diniyah Miftah yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan dan semangat kepada penulis untuk menuntut ilmu.

Penulis menyadari adanya kesalahan, kekurangan, dan keterbatasan dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Malang,
25 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
مستخلص البحث.....	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Hipotesis Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Masalah	6

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kantong Semar (<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce).....	8
2.1.1 Kantong Semar (<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce) dalam Perspektif Islam	8
2.1.2 Botani Kantong Semar (<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce) ...	11
2.1.3 Klasifikasi Kantong Semar (<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce)	17
2.1.4 Status Konservasi Kantong Semar (<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce)	18
2.1.5 Kandungan dan Manfaat Kantong Semar (<i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce).....	19
2.2 Kultur Jaringan Tanaman.....	19
2.3 Media Murashige and Skoog.....	21
2.4 Biotin	23
2.5 Biotin terhadap Pertumbuhan Tanaman	25

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian	29
3.2 Waktu dan Tempat.....	29
3.3 Variabel Penelitian	29
3.4 Alat dan Bahan.....	30

3.4.1	Alat	30
3.4.2	Bahan	30
3.5	Prosedur Penelitian	30
3.5.1	Tahap Persiapan	30
3.5.2	Pembuatan Stok Biotin	31
3.5.3	Pembuatan Media Perlakuan	32
3.5.4	Pengambilan Sampel	33
3.5.5	Tahap Inisiasi	33
3.6	Teknik Pengambilan Data	33
3.6.1	Hari muncul daun pertama	33
3.6.2	Tinggi Tunas	34
3.6.3	Jumlah Daun	34
3.6.4	Panjang Daun	34
3.6.5	Warna Daun	34
3.7	Teknik Analisis Data	34
3.8	Skema Kerja Penelitian	36

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce	37
4.1.1	Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Hari muncul daun pertama Subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce	39
4.1.2	Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Tinggi Tunas Subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce	41
4.1.3	Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Jumlah Daun Subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce	45
4.1.4	Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Panjang Daun Subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce	47
4.1.5	Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Warna Daun Subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce	49
4.2	Analisis Hasil Penelitian Berdasarkan Perspektif Islam	53

BAB V. PENUTUP

5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60

DAFTAR PUSTAKA	61
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	66
-----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.3. Komposisi Media MS.....	21
4.2. Ringkasan Hasil Uji ANOVA Pengaruh Biotin terhadap Pertumbuhan Tunas Subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	37
4.3. Hasil Uji lanjut DMRT Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Pertumbuhan Tunas Subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	38
4.6. Hasil warna daun <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce menggunakan aplikasi <i>Color Grab</i>	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	12
2.2. Kantong <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce dan bagian- bagiannya.....	13
2.3. Variasi warna kantong <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	14
2.4. Bagian bunga jantan dan bunga betina kantong semar.....	15
2.5. Buah dan Biji kantong semar.....	16
2.6. Akar Kantong Semar.....	16
2.7. Struktur Biotin.....	24
2.8. Struktur Calvin.....	26
4.1. Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap hari muncul daun pertama subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	40
4.2. Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap tinggi tunas subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	43
4.2.1 Hasil pengamatan tinggi tunas subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	43
4.3. Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap jumlah daun subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	46
4.4. Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap panjang daun subkultur <i>Nepenthes mirabilis</i> (Lour.) Druce.....	48
4.5. Hasil pengamatan warna daun menggunakan aplikasi <i>Color Grab</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Pengamatan Tinggi Tunas	66
2. Data Hasil Pengamatan	70
3. Hasil Analisis Statistik	71
4. Kartu Konsultasi Pembimbing I	78
5. Kartu Konsultasi Pembimbing II	79
6. Bukti <i>Checklish</i> Plagiasi	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tumbuhan ciptaan Allah SWT. memiliki keanekaragaman yang sangat melimpah. Tumbuhan juga memiliki berbagai manfaat antara lain sebagai tanaman obat, pencegahan bencana, pengendali hama, maupun tanaman hias. Allah SWT. menyatakan dalam Al-Qur'an surat Qaaf ayat 7 sebagai berikut:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ -٧-

Artinya: *“Dan bumi yang Kami hamparkan dan Kami pancangkan di atasnya gunung-gunung yang kokoh, dan Kami tumbuhkan di atasnya tanam-tanaman yang indah”* (QS. Qaaf :7)

Kata *بَهِيجٍ* dalam Tafsir Ibnu Katsir bermakna pemandangan yang indah. Hal ini sebagaimana dalam kajian Tafsir Al-Muyassar karya Al-Qarni (2008) bahwa kalimat *وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ* bermakna segala jenis tanaman yang indah dan menjadikan takjub orang yang melihat. Hal ini meliputi variasi warna yang bermacam-macam, bentuk yang bagus, aroma yang harum, dan rasa buah yang nikmat. Ayat ini menjadi bukti kesempurnaan Allah SWT sebagai pencipta.

Genus *Nepenthes* termasuk tumbuhan karnivor berkantong yang merupakan *organa accessoria*. Sampai saat ini kurang lebih 160 genus kantong semar telah tercatat dan dipublikasikan di dunia (Robinson et al., 2019). Kantong semar dewasa ini menjadi sasaran pecinta tanaman hias karena memiliki bentukan kantong atau *pitcher* yang unik (Handayani & Astuti, 2005). Selain sebagai tanaman hias, kantong semar juga berpotensi menjadi tanaman obat. Menurut

Thanh et al., (2015) kandungan senyawa aktif Naphthoquinone dalam kantong semar telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional, seperti lambung, hepatitis, kuning, diare, diabetes, tekanan darah tinggi dan kencing batu.

Bersamaan dengan hal tersebut, data statistik penjualan kantong semar di Garden Shop Kebun Raya LIPI pada tahun 2010 hingga 2014 mencapai 3.300 bibit dan diperkirakan masih terus meningkat (Isnaini, 2015). Satu diantara spesies kantong semar yang sangat populer dan sering diperjual belikan adalah *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce merupakan jenis kantong semar endemik di Borneo (Mansur, 2013).

Menurut Plachno (2007), *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce memiliki nilai ekonomi untuk dibudidayakan sebagai tanaman hias karena produksi kantongnya yang besar dengan warna dan ukuran yang bervariasi. Namun, berdasarkan data IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Resources*), *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce tergolong dalam kategori *Least Concern* (LC) yang berarti memiliki resiko rendah, serta hasil evaluasi tidak memasukkannya ke dalam kategori manapun. Hal ini menunjukkan bahwa masih perlu adanya upaya pengembangan kualitas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce sebagai bagian dari konservasi *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce.

Berkaitan dengan itu, *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce cukup sulit dibudidayakan secara konvensional. Hal ini karena perkecambahan biji dan pertumbuhan kantong semar secara umum sangat dipengaruhi lingkungan (Isnaeni, 2007). Menurut Sayekti (2007), kekurangan stek batang dalam budidaya kantong semar membutuhkan waktu yang relatif lama. Batang kantong semar yang mudah busuk juga merupakan kendala jarang berhasilnya stek batang.

Kendala lainnya adalah jumlah tunas vegetatif yang sangat sedikit membuat kantong semar sangat terbatas. Begitu pula propagasi dengan biji sangat sukar dilakukan karena biji kantong semar sangat kecil dengan viabilitas yang rendah (Rajah, 2007). Selain itu, kantong semar tergolong *dioceous*, yang mana bunga jantan dan betina berada pada individu yang terpisah, sehingga relatif sulit untuk berkembang biak secara generatif.

Seiring dengan meningkatnya peminatan terhadap *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dengan permasalahan yang ada, maka perlu diadakan upaya peningkatan kualitas pertumbuhan demi tercapainya produk budidaya *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce yang lebih baik. Penambahan biotin atau vitamin B7 diduga berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman secara *in vitro*. Hal ini sebagaimana penelitian Thepsithar *et al.* (2010) yang mana menyatakan bahwa pemberian biotin pada konsentrasi 0.5 ppm mampu meningkatkan kecepatan pertumbuhan PLB *Phalaenopsis hybrid sliky moon*. Penambahan vitamin ini juga terbukti efektif untuk inisiasi dan pertumbuhan kalus *Phoenix dactylifera* L. pada berat kalus embriogenik, jumlah embrio, dan panjang embrio secara signifikan pada konsentrasi 1 mg/L (Al-Khayri, 2001).

Biotin merupakan vitamin essensial yang berperan sebagai koenzim lima karboksilase (Shinde, et al., 2020). Berdasarkan hal tersebut, biotin diduga berperan aktif dalam pengikatan karbondioksida (CO₂) pada proses karboksilasi sehingga produksi metabolit primer lebih aktif. Koenzim karboksilase membantu pengikatan CO₂ dalam proses fiksasi karbon. Proses karboksilasi ini merupakan reaksi kimia yang terjadi ada siklus calvin, dimana substrat karbondioksida (CO₂) digunakan untuk memproduksi gugus asam karboksilat (Appel et al., 2013).

Siklus calvin menjadi siklus kunci yang didalamnya mencakup proses karboksilasi yang penting dalam pembentukan glukosa (Tamoi, et al., 2005). Glukosa merupakan metabolit primer yang berperan sebagai prekursor berbagai senyawa lain untuk pembangunan sel. Peran biotin inilah yang diduga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Proses budidaya secara *in vitro* secara umum melalui 4 tahap, yaitu inisiasi eksplan, subkultur dilanjutkan multiplikasi, pengakaran, dan aklimatisasi (Hapsoro & Yusnita, 2018). Pada tahap subkultur inilah dilakukan penggantian media kultur jaringan dengan media yang baru, sehingga kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan eksplan dapat terpenuhi. Menurut Jakoni (2015), subkultur merupakan salah satu tahap dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan yang mana pada dasarnya subkultur adalah memotong, membelah dan menanam kembali eksplan yang telah tumbuh. Tahap ini merupakan tahap peremajaan pada tanaman yang mana nantinya akan dilanjutkan dengan tahap multiplikasi dan rooting dengan tambahan hormon kemudian aklimatisasi.

Teknik budidaya secara *in vitro* ini merupakan bentuk pemuliaan terhadap tanaman, yang mana dalam hal ini manusia memiliki peran penting sebagai khalifah yang bertugas menjaga, memelihara dan melindungi sumber daya alam. Hal ini sebagaimana dijelaskan dalam Al-Quran surat Al-A'raf ayat 56;

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ -٥٦-

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.” (QS. Al-A'raf: 56).

Ayat tersebut mendasari pentingnya upaya budidaya kantong semar demi memenuhi kebutuhan pasar yang tinggi juga menjaga stabilitas populasinya di alam.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian terkait pengaruh konsentrasi biotin terhadap subkultur tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce belum pernah dilakukan. Sebab itu, perlu dilakukan penelitian pemberian biotin pada media MS (Murashige & Skoog) dengan harapan dapat mengoptimalakan pertumbuhan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce secara *in vitro*. Adanya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biotin terhadap kualitas pertumbuhan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, juga konsentrasi efektifnya dalam kultur *in vitro*.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang ada pada penelitian ini adalah apakah ada pengaruh konsentrasi biotin terhadap subkultur tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce secara *in vitro*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai untuk mengetahui pengaruh konsentrasi biotin terhadap subkultur tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce secara *in vitro*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah terdapat pengaruh konsentrasi biotin terhadap subkultur tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce secara *in vitro*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara aplikatif, penelitian ini memberikan informasi terkait pengaruh dan konsentrasi biotin yang paling efektif dalam subkultur tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce.
2. Secara teoritis, hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Eksplan yang digunakan adalah tunas terminal ujung batang, $\pm$ 2-3 ruas planlet *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dengan ukuran $\pm$ 1,5 cm yang berusia 5 bulan, periode subkultur ke 3, hasil kultur jaringan di PT. Condido Agro Pasuruan.
2. Media dasar yang digunakan adalah $\frac{1}{2}$ MS (Murashige & Skoog) (Cryssanti, *et al.*, 2019).
3. Perlakuan konsentrasi biotin yang digunakan adalah 0 ppm, 0.25 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, dan 2 ppm.
4. Hasil inisiasi diinkubasi di dalam ruangan dengan suhu 21° C.
5. Parameter yang diamati meliputi hari muncul daun pertama, tinggi tunas, jumlah daun, panjang daun dan warna daun.
6. Pengamatan hari muncul daun pertama dilakukan setiap hari sampai minggu ke 6.

7. Pengamatan tinggi tunas, jumlah daun panjang daun dan warna daun dilakukan pada minggu ke 6 setelah hari inisiasi.
8. Kriteria daun yang diamati adalah daun yang sudah mekar, bukan kuncup dan berwarna hijau.
9. Pengamatan warna daun dilakukan menggunakan aplikasi *color grab* sebagai parameter.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce)

2.1.1 Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) dalam Perspektif Islam

Kantong semar merupakan satu diantara tumbuhan ciptaan Allah SWT. yang menyampaikan bukti kekuasaan Allah SWT. Hal ini dinyatakan dalam firman Allah SWT dalam surat An-Nahl ayat 11 yang berbunyi:

يُنَبِّئُكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ - ١١

Artinya: Dengan (air hujan) itu Dia Menumbuhkan untuk kamu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir. (QS. An-Nahl: 11).

Ayat tersebut menjadi landasan dalam menguk keagungan Allah SWT melalui tanda-tanda alam. Hal ini guna sebagai media *tafakkur* dan *tadzakkur* untuk meningkatkan iman kepada Allah SWT (Halim et al., 2015). Dalam kajian Tafsir Ilmi (2011), tumbuhan dan air menjadi pembahasan bersama karena tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Air merupakan komponen paling penting bagi tumbuhan, dan tumbuhan merupakan materi dasar bagi berlangsungnya kehidupan di bumi (Lajnah Pentashih Mushaf Al-Qur'an, 2011).

Kantong semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) merupakan tanaman karnivora berkantong yang dimanfaatkan sebagai tanaman hias karena keindahannya. *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce merupakan salah satu spesies yang paling melimpah dalam keanekaragaman tumbuhan karnivora (Ghazalli et

al., 2019). Keindahan dan keanekaragamannya ini dimaksudkan dalam Al-Qur'an sebagai salah satu representasi kekuasaan Allah SWT. Hal ini disebut dalam surat Qaaf ayat 7 sebagai berikut:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ -٧-

Artinya: “Dan bumi yang Kami hamparkan dan Kami pancangkan di atasnya gunung-gunung yang kokoh, dan Kami tumbuhkan di atasnya tanam-tanaman yang indah” (QS. Qaaf :7).

Kata *بَهِيجٍ* dalam Tafsir Ibnu Katsir (2013) bermakna pemandangan yang indah. Hal ini sebagaimana dalam kajian Tafsir Al-Muyassar karya Al-Qarni (2008) bahwa kalimat *وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ* bermakna segala jenis tanaman yang indah dan menjadikan takjub orang yang melihat. Hal ini meliputi variasi warna yang bermacam-macam, bentuk yang bagus, aroma yang harum, dan rasa buah yang nikmat. Ayat ini menjadi proyeksi salah satu bentuk keanekaragaman ciptaan Allah SWT yang mana juga disinggung dalam firman Allah SWT.

وَمِنَ النَّاسِ وَالْدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ -٢٨-

Artinya: “Dan demikian (pula) di antara manusia, makhluk bergerak yang bernyawa dan hewan-hewan ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Di antara hamba-hamba Allah yang takut kepada-Nya, hanyalah para ulama. Sungguh, Allah Maha Perkasa, Maha Pengampun.” (QS. Faathir: 28).

Pada ayat lain juga dinyatakan sebagai berikut:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ -٢٢-

Artinya : “(Dia-lah) yang Menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia-lah yang Menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia Hasilkan dengan (hujan) itu buah-buahan sebagai rezeki untukmu. Karena itu janganlah kamu mengadakan tandingan-tandingan bagi Allah, padahal kamu mengetahui” (QS. Al-Baqarah: 22).

Islam sangat mengecam terhadap adanya kerusakan, disini manusia memiliki peran penting sebagai khalifah yang bertugas menjaga, memelihara dan melindungi sumber daya alam. Hal ini sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur’an surat Al-A’raf ayat 56;

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ -٥٦-

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.” (QS. Al-A’raf: 56).

Ayat tersebut dalam kajian Tafsir Al-Mukhtashar dalam tinjauan Syaikh Dr. Shalih bin Abdullah Al-Humaid (1998) dijelaskan bahwa kalimat *وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ*, berarti larangan membunuh manusia atau hewan, menghancurkan bangunan yang masih digunakan, menebang pepohonan, dan mencemari lingkungan. Kerusakan lain yang dimaksud adalah kafir terhadap Allah, melakukan kemaksiatan, dan tidak menjalankan syariat yang telah ditetapkan.

Kantong semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) termasuk salah satu tanaman yang statusnya dilindungi dalam Undang-Undang karena. Teknik Kultur Jaringan merupakan salah satu upaya dalam budidaya kantong semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce). Sebagaimana hadist Nabi Muhammad SAW. yang menjelaskan pentingnya bercocok tanam sebagai berikut:

ما من مسلم يغرس غرسا أو يزرع زرعاً فيأكل منه طير أو إنسان أو بهيمة إلا كان له به صدقة

Artinya: “Tak ada seorang muslim yang menanam pohon atau menanam tanaman, lalu burung memakannya atau manusia atau hewan, kecuali Ia akan mendapatkan sedekah karenanya.” (HR. Al-Bukhori dalam kitab Al-Muzaro’ah (2320) dan Muslim dalam kitab Al-Musaqoh).

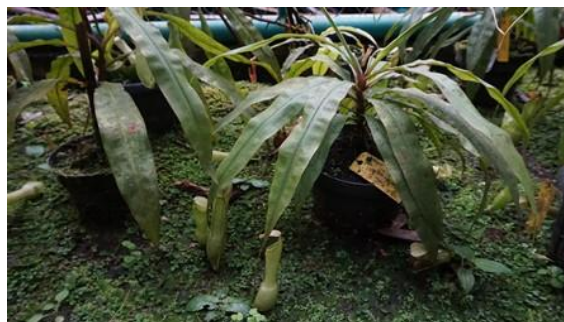
Taqi ad-Din Ahmad Ibnu Taimiyah juga mengungkapkan “*Telah diketahui bahwa dalam makhluk-makhluk ini Allah menunjukkan maksud-maksud yang lain dari melayani manusia, dan lebih besar dari melayani manusia: Dia hanya menjelaskan kepada anak-cucu Adam apa manfaat yang ada padanya dan apa anugrah yang Allah berikan kepada umat manusia.*” Ungkapan tersebut memberi gambaran kepada umat manusia bahwa alam yang saat ini dimanfaatkan bukan murni milik manusia yang bisa dengan sembronya digunakan (Mangunjaya, 2007). Alam adalah milik Tuhan yang dianugerahkan kepada seluruh umat manusia. Manusia juga yang ditugaskan untuk mengaturnya sehingga alam bisa dimanfaatkan terus menerus kepada generasi selanjutnya (Utami, 2014).

2.1.2 Botani Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce)

Kantong semar merupakan salah satu spesies yang paling melimpah dalam keanekaragaman tumbuhan karnivora (Ghazalli et al., 2019). *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce merupakan jenis kantong semar endemik di Borneo, meliputi Kalimantan, Serawak, Sabah dan Brunei (Mansur, 2013) serta memiliki penyebaran yang paling luas dari seluruh genus *Nepenthes* (McPherson, 2009). Kantong semar memiliki berbagai nama lokal, seperti daun kendi, bekerplanten, paku sorog periuk hantu, raja mantra, kali kucika dan lain sebagainya (Heyne, 1987).

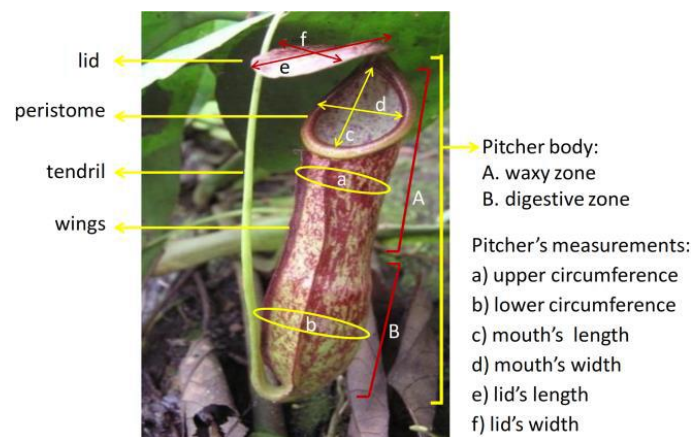
Habitat tumbuh *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce sama dengan kantong semar pada umumnya, yaitu di daerah terestrial meliputi tanah gambut, podsolik merah, liat, hingga tanah kapur pada ketinggian 500 mdpl (Druce, 2011). Pietropaolo (1986) menyatakan bahwa kantong semar dapat tumbuh di berbagai macam tempat seperti rawa-rawa, tanah berkadar garam tinggi, tanah berkelembaban tinggi, dan batu kapur. *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce juga tumbuh di lokasi geografis terbuka, seperti tepi pantai hingga ketinggian 2200 mdpl. Mangsa favorit kantong semar berbeda-beda, *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce memiliki makanan kesukaan semut (Silalahi, 2014).

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce memiliki gambaran umum berupa tumbuhan semak memanjat dengan tinggi maksimal mencapai 5 m, bentuk batang bulat, kuat dan licin dengan garis ruas yang jelas (Gambar 2.1). Bentuk daun lanset, beberapa tampak lonjong dengan panjang 10-23 cm dan lebar 1,3-5,5 cm, pinggir daun berambut. Kemudian ujung daun meruncing, dengan 4-5 tulang tepi pada masing-masing sisi daun, serta mempunyai bulu-bulu halus. Daun roset pendek tampak tidak bertangkai. Tangkai daun memiliki panjang sekitar 2-5 cm dengan panjang sulur sekitar 7-16 cm (Handayani & Hadiah, 2019).



Gambar 2.1 *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (Witono, 2017).

Kantong pada daun roset *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce memiliki bentukan seperti mangkok dengan bagian atas yang sedikit menyempit, tinggi kantong 3-9,5 cm dengan lingkar atas 5,0-5,7 cm dan lingkar bawah 4,4-7,0 cm. Lubang kantong agak datar, dengan bentuk bulat sedikit menyempit ke pangkal tutup dengan lebar 1,6-1,7 cm dan panjang 2,0-0,3 cm. Bibir kantong beralur dengan lebar 0,2-0,3 cm. Tutup kantong tampak berenda menyerupai benang halus dengan lebar 0,1-0,3 cm. Tutup kantong berbentuk bulat, ada yang bulat telur dengan lebar 1,8-2,0 cm dan panjang 1,8-2,3 cm (Handayani & Hadiah, 2019) (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Kantong *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dan bagian-bagiannya (Handayani & Hadiah, 2019).

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce memiliki ciri kantong terrestrial yang didominasi warna hijau, namun beberapa varietas memiliki motif garis-garis ungu dan warna cerah lain (merah, ungu kuning muda), serta sedikit yang berwarna merah keunguan murni dan kuning muda tanpa hijau (Handayani & Hadiah, 2019). Menurut Plachno (2007), *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce memiliki nilai

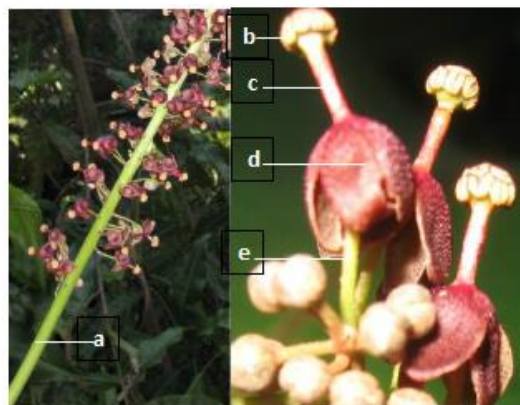
tinggi untuk dikembangkan sebagai tanaman hias karena produksi kantongnya yang besar dengan warna dan ukuran yang bervariasi (Gambar 2.3).



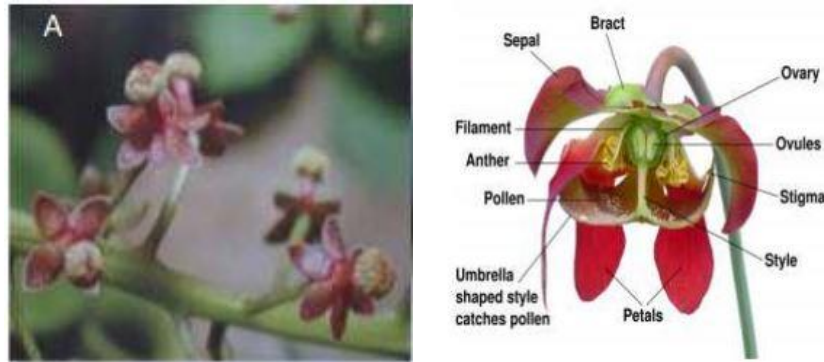
Gambar 2.3 Variasi warna kantong terestrial (AD) dan aerial (EH) dari *Nepenthes mirabilis*: (A) hijau dengan bintik-bintik merah keunguan tidak beraturan di bagian bawah dan atas, (B) merah keunguan di bagian bawah dan atas, (C) hijau di bawah, hijau dengan garis-garis ungu di bagian atas, (D) hijau di atas dan bawah (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce), (E) merah keunguan di bagian bawah dan atas, (F) hijau di bagian bawah dan atas, (G) hijau dengan merah cerah bintik-bintik tidak beraturan di bawah dan bagian atas, (H) hijau di 1/5 bagian bawah, bagian atas merah keunguan. Batang skala: 1 cm. (Handayani & Hadiah, 2019).

Daun *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dewasa tampak bertangkai, panjang tangkai antara 5,1-8 cm. Sedangkan panjang daun 15-35 cm dan lebar 3-8,5 cm, dengan pangkal yang meruncing, sisi rata dan terdapat rambut halus yang terlipat ke bawah, ujung runcing, tulang daun tepi berjumlah 4-6 pada masing-masing sisi. Sulur daun memiliki panjang 10-30 cm. Kantong dewasa memiliki bentuk yang hampir sama dengan kantong pada daun roset, dengan lingkaran bawah 4-11 cm, lingkaran bagian atas 3,2-11 cm dan tinggi 4-19 cm (Handayani & Hadiah, 2019).

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce adalah tanaman *diocoeus* yaitu memiliki letak bunga jantan dan betina terpisah. Bunga bertipe majemuk tandan, (Handayani & Hadiah, 2019). Menurut Kurata et al. (2008) semua bunga jantan dan betina berada pada tanaman yang berbeda. Bunga diproduksi pada tanaman dewasa di *apex* dan tergolong *aktinomorfi*. Bunga jantan memiliki 12-22 cm anak tandan dan pada tiap anak tandan terdapat 1-2 bunga (Gambar 2.4.1). Sama halnya dengan bunga betina, namun tangkai bunga betina lebih pendek dari bunga jantan (Gambar 2.4.2). Buah *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce berbentuk kotak dengan panjang 1,5-3,5 cm. Biji memiliki panjang 1-3 cm dan memiliki bentukan seperti benang yang halus (Handayani & Astuti, 2005) (Gambar 2.5).



Gambar 2.4.1 Bagian bunga jantan; a. Tangkai bunga, b. Anter, c. kolom, d. Tepal, e. Pediculus (Handayani, 2017).



Gambar 2.4.2 Bagian bunga betina kantong semar (Aryani, 2013).



Gambar 2.5 C. Buah kantong semar, D. Biji kantong semar (Aryani, 2013).

Semua jenis kantong semar memiliki akar tunggal sebagaimana tanaman dikotil lainnya. Terdapat akar sekunder yang tumbuh disekitar akar utama. Akar kantong semar umumnya padat dan berwarna hitam, namun sebenarnya sangat sedikit dan kurus (Gambar 2.6). Akar kantong semar terbenam hanya sampai kedalaman 10 cm dari permukaan (Hidayat, 2013).



Gambar 2.6 Akar Kantong Semar (Kunita et al., 2011).

2.1.3 Klasifikasi Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce)

Kantong semar dieksplorasi pertama kali pada tahun 1658 oleh Etienne de Flacourt di Madagaskar. Kemudian spesies individu yang serupa kembali ditemukan tahun 1677 di Srilanka, lalu dikenal dengan sebutan *Nepenthes distillatoria*. Selanjutnya seorang botanist Belanda, Rumphius pada tahun 1690 menemukan spesies kantong semar baru yang kemudian dikenal sebagai *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, spesies ini pertama kali ditemukan di kawasan Maluku (Silalahi, 2014).

Berdasarkan sistem klasifikasi APG II kantong semar termasuk dalam suku tumbuhan berbunga, bangsa Caryophyllales pada klad Eudikotil. Kantong semar merupakan jenis tunggal dari marga Nepenthaceae atau dikenal sebagai marga tumbuhan kantong (Singh, 2010). Publikasi klasifikasi *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce yang diakses melalui situs resmi Tropicos.org adalah sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Division: Tracheophyta

Class: Angiospermae (Eudicots)

Order: Caryophyllales

Family: Nepenthaceae

Genus: *Nepenthes* L.

Species: *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

(Cheek, 2015)

2.1.4 Status Konservasi Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce)

Tumbuhan genus *Nepenthes* termasuk dalam golongan tumbuhan yang dilindungi sebagaimana regulasi *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN) pada tahun 2009 dan *World Conservation Monitoring Centre* (WCMC) pada tahun 2000 (Widiani et al., 2019). IUCN menyatakan bahwa *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce tergolong dalam kategori *Least Concern* (LC) yang berarti memiliki resiko rendah, namun hasil evaluasi tidak memasukkannya ke dalam kategori manapun. Keberadaan kantong semar sudah mulai terancam di habitat alamnya. Menurut Puspitaningtyas & Wawangningrum (2007), terdapat beberapa faktor antara lain eksploitasi yang berlebihan, konversi lahan pertanian dan pertambangan dan bencana. Indonesia juga memasukkan kantong semar pada golongan tumbuhan yang dilindungi sebagaimana dalam UU No.5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam (Putra & Fitriani, 2018).

Berdasarkan regulasi *Convention on International Trade in Endangered Species* (CITES), khusus untuk spesies *Nepenthes rajah* dan *Nepenthes khasiana* termasuk dalam kategori *Appendix-I* dan sudah terancam punah di alam. Sedangkan spesies *Nepenthes* spp. selain *Nepenthes rajah* dan *Nepenthes khasiana* masuk dalam kategori *Appendix-II* (Azwar et al., 2007). Hal ini berarti *Nepenthes* spp. termasuk *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce selain spesies *Nepenthes rajah* dan *Nepenthes khasiana* boleh dimanfaatkan dengan adanya regulasi berupa keturunan ketiga (F2) atau bukan dari alam langsung. Berbagai penelitian dilakukan dalam upaya konservasi kantong semar (*Nepenthes* spp.), seperti propagasi melalui teknik kultur jaringan tanaman yang dilakukan Bahadur et al. (2008) terhadap *Nepenthes khasiana*.

2.1.5 Kandungan dan Manfaat Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce)

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce selain memiliki potensi sebagai tanaman hias, juga berpotensi sebagai tanaman obat. Hal ini sebagaimana menurut Wardani (2008) bahwa selain tanaman hias, kantong semar juga memiliki daya tarik secara komersial sebagai tanaman obat dan penghasil protein. Lee, *et al.* (2016) juga menyebutkan bahwa kantong *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce mengeluarkan cairan enzim protease, lipase dan amilase yang disebut *nepenthesin*. Enzim inilah yang berfungsi mencerna serangga, sehingga salah satu peran kantong semar berfungsi sebagai pengendali hayati.

Thanh *et al.* (2015) menyatakan bahwa kandungan senyawa aktif Naphthoquinone dalam kantong semar telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk beberapa penyakit kronis, seperti lambung, hepatitis, kuning, diare, diabetes, tekanan darah dan tinggi kencing batu. Cairan dalam kantong semar juga terdapat bakteri-bakteri yang berfungsi mendegradasi makro molekul, seperti protein kitin. Penelitian Yogiara (2004) menyatakan bahwa sebanyak 28,13% isolat yang diuji memiliki aktivitas protease, isolate yang lain menghasilkan enzim kitinase sebesar 10,42%, dan yang lainnya memiliki aktivitas enzim fitase sebesar 34,42%.

2.2 Kultur Jaringan Tanaman

Teknik kultur jaringan tanaman atau kultur *in vitro* merupakan teknik isolasi bagian tanaman untuk ditumbuhkan dan dikulturkan pada media steril dalam kondisi lingkungan yang terkontrol. Bagian tanaman yang diisolasi

tersebut akan tumbuh menjadi individu baru (Dagla, 2012). Budidaya tanaman melalui teknik kultur jaringan dapat memberikan waktu yang relatif singkat untuk memperbanyak jumlah bibit (Siregar, 2017). Teori totipotensi sel (*cellular totipotency*) adalah prinsip dasar kultur jaringan tanaman, yang mana menyebutkan bahwa setiap sel tumbuhan memiliki kapabilitas untuk beregenerasi membentuk tanaman baru dan utuh. Pada kultur jaringan, tanaman baru yang diperoleh dengan cara ini disebut planlet yang memiliki sifat identik dengan induknya (Dwiyani, 2015).

Terdapat lima jenis bahan tanam pada kultur jaringan tanaman, yaitu; kultur kalus; kultur meristem dan pucuk; kultur anther, polen dan ovul; kultur sel dan protoplast; kultur embrio (Sinnott, 1960). Teknik kultur jaringan dibagi menjadi 4 tahap, yaitu inisiasi eksplan, perbanyakan, pertumbuhan dan pengakaran tunas, aklimatisasi (Hapsoro & Yusnita, 2018). Tahap perbanyakan atau multiplikasi menjadi tahap yang intens terhadap kualitas dan kuantitas planlet. Sedangkan menurut Dwiyani (2015) pekerjaan kultur jaringan pada dasarnya tahap sebelum inisiasi dan tahap sebelum pindah lapang. Tahap ini meliputi; Isolasi eksplan, sterilisasi eksplan, penanaman eksplan (*culture establishment*). Kemudian tahap pasca inisiasi meliputi; multiplikasi atau subkultur, rooting dan aklimatisasi (pemindahan lapang).

Sterilisasi merupakan teknik membebaskan dan membersihkan sesuatu dari segala mikroorganisme (fungi, protozoa, virus dan bakteri). Sterilisasi menjadi tahap penting dalam keberhasilan kultur jaringan. Sterilisasi ini mencakup ruangan, alat, media tanam, dan eksplan (Dwiyani, 2015). Bahan kimia yang umumnya digunakan dalam sterilisasi adalah bahan-bahan yang

memiliki sifat anti mikroorganisme, seperti formalin, alkohol dan disinfektan (Dwiyani, 2015). Kondisi steril harus terjaga selama kultur berlangsung, karena satu sel mikroba yang mengkontaminasi akan merusak hasil kultur (Dwiyani, 2015).

2.3 Media Murashige and Skoog

Kultur jaringan tanaman membutuhkan media tanam yang tepat untuk pertumbuhan tanaman. Syarat media tanam harus mengandung setidaknya nutrisi pokok untuk pertumbuhan eksplan. Sebagaimana menurut Rahardja & Wahyu (2003), media tanam dan bagian eksplan menentukan keberhasilan kultur jaringan. Media yang paling sering digunakan untuk kultur jaringan kantong semar adalah media MS (Murashige & Skoog). Hal ini karena Media MS telah terkomposisi berbagai unsur hara penting seperti nitrogen, kalium, fosfat dan kalsium (Purwanto, 2007). Komposisi media MS (Murashige & Skoog) disajikan dalam tabel 2.3.

Komposisi media tanam mengandung beragam garam mineral, vitamin, asam amino, zat pengatur tumbuh, air, gula, pematat media dan bahan tambahan seperti arang aktif untuk mengurangi efek *browning*. Bahan pematat biasanya berupa agar. Pematat ini digunakan untuk menopang tanaman agar tumbuh tegak. Sedangkan penambahan asam aminom, vitamin dan gula dimaksudkan sebagai suplai organik. Hal ini karena tanaman dalam kultur *in vitro* tidak hidup secara autotrof melainkan secara heterotrof (Gunawan, 1995).

Tabel 2.3 Komposisi Media MS

No	Bahan Kimia	Konsentrasi	Unsur yang
----	-------------	-------------	------------

			Terkandung
Unsur Makro			
1	KNO ₃	1.900 mg	K, N
2	NH ₂ NO ₃	1.650 mg	N
3	CaCl ₂ ·2H ₂ O	440 mg	Ca
4	MgSO ₄ ·7H ₂ O	370 mg	Mg, S
5	KH ₂ PO ₄	170 mg	K, P
Unsur Mikro			
6	MnSO ₄ ·4H ₂ O	16,9 mg	Mn, S
7	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8,6 mg	Zn, S
8	H ₃ BO ₃	6,2 mg	B
9	KI	0,83 mg	K, I
10	Na ₂ MoO ₄ ·7H ₂ O	0,250 mg	Mo
11	CoCl ₂ ·6H ₂ O	0,025 mg	Co
12	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,025 mg	Cu, S
Unsur Mikro Besi (Fe)			
13	FeSO ₄ ·7H ₂ O	27,8 mg	Fe
14	Na ₂ EDTA	37,3 mg	
Vitamin			
15	Mio-inositol	100 mg	
16	Glisin	2 mg	
17	Asam nikotin	0,5 mg	
18	Piridoksin HCL	0,5 mg	
19	Thiamin HCL	0,1 mg	

(Sumber: Dwiyani, 2015)

Siregar (2017) menyatakan bahwa kantong semar justru membutuhkan unsur-unsur makro dengan konsentrasi yang lebih rendah dari pada komposisi utuh media MS (Murashige & Skoog) 100%. Hal ini sebagaimana penelitian terhadap perbanyakan kantong semar secara *in vitro* dengan eksplan biji dengan media ½ MS (Murashige & Skoog) telah dilakukan pada *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (Dinarti et al., 2010), *Nepenthes ampularia* (Y. Isnaini, 2009) dan *Nepenthes gracilis* (Isnaeni, 2007). Menurut Siregar (2017) media terbaik untuk kantong semar (*Nepenthes* sp.) adalah ¼ M S sampai 1/8 MS. Penelitian terbaru

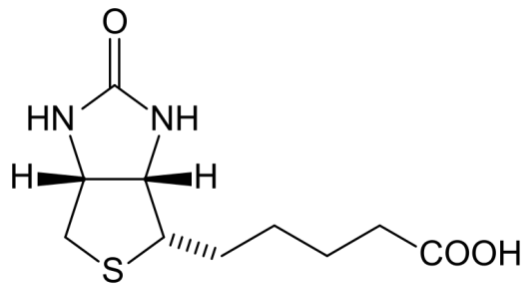
Cryssanti, *et al.* (2019) menggunakan media $\frac{1}{2}$ MS (Murashige & Skoog) untuk kultur *Nepenthes ampullaria*.

2.4 Biotin

Biotin merupakan salah satu golongan dalam vitamin. Biotin merupakan vitamin yang esensial dan banyak ditemukan di seluruh sel makhluk hidup (Shinde, *et al.*, 2020). Biotin juga dikenal sebagai vitamin B7, vitamin B8 atau vitamin H. Biotin adalah senyawa tidak berwarna yang larut dalam air. Secara keseluruhan ada delapan jenis biotin tetapi hanya Biotin-D yang terjadi secara alami dengan aktivitas vitamin lengkapnya. Biotin mayoritas disintesis oleh jamur, ganggang, bakteri, ragi dan beberapa spesies tanaman (Shinde, *et al.*, 2020). Beberapa vitamin bekerja sebagai koenzim untuk enzim karboksilase (Alban, 2011), sedangkan biotin sendiri berperan sebagai koenzim lima karboksilase (Shinde *et al.*, 2020). Menurut Maxson & Mitchell (2016), penelitian terbaru menunjukkan bahwa biotin juga memainkan peran unik dalam regulasi gen epigenetic, pensinyalan sel dan struktur kromatin.

Struktur biotin adalah gabungan cincin imidazolinon dengan cincin tetrahidrotiofen yang memiliki rantai samping asam valerat (Gambar 2.7). Ada tiga atom chiral karbon dalam biotin, yang menghasilkan delapan kemungkinan stereoisomer (Alban, 2011). Biotin umumnya digunakan dalam reaksi bikarbonat karboksilasi dependen, sehingga memainkan peran kunci dalam proses metabolisme, seperti sintesis asam lemak, siklus asam sitrat dan katabolisme asam amino rantai cabang (Medicine, 1998). Sebagai koenzim, biotin

dihubungkan secara kovalen melalui ikatan amida ke amina primer dalam residu lisin dalam enzim (Combs, 2012).



Gambar 2.7 Struktur Biotin (Shinde *et al.*, 2020)

Biotin ada dalam dua bentuk dalam sel hidup, bebas atau terikat secara kovalen dengan protein. Dalam sel bakteri dan hewan, kandungan biotin bebas rendah atau bahkan tidak terdeteksi. Semisal dalam *Escherichia coli*, biotin bebas tidak pernah terakumulasi di atas rentang konsentrasi nanomolar. Sebaliknya, sel tumbuhan mengandung banyak biotin bebas. Semisal pada daun kacang polong, biotin bebas terakumulasi dalam sitosol sel mesofil dengan konsentrasi sekitar 11 μM (Baldet, *et al.*, 1993).

Biotin, juga dikenal sebagai vitamin H, adalah kofaktor enzim esensial yang ditemukan di ketiga domain kehidupan. Kofaktor diperlukan untuk langkah kritis metabolisme pusat termasuk sintesis asam lemak dan degradasi asam amino. Sintesis biotin *de novo* terbatas pada archaea, bakteri, tumbuhan dan beberapa jamur (Cao, *et al.*, 2017). Biotin, yang merupakan vitamin yang diperlukan, membantu kesehatan kulit, saraf, dan sistem pencernaan, serta membantu melepaskan energi dan metabolisme lemak, protein, dan karbohidrat (Combs, 2012).

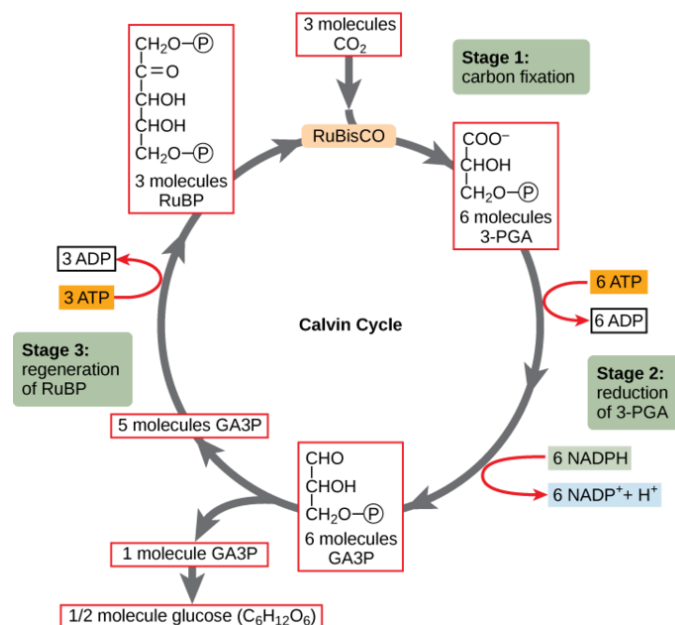
2.5 Biotin terhadap Pertumbuhan Tanaman

Biotin merupakan kofaktor penting untuk enzim yang terlibat dalam transfer CO_2 pada reaksi karboksilasi yang bergantung pada HCO_3^- (Alban, *et al.*, 2000). Karboksilasi merupakan reaksi kimia dimana substrat karbondioksida (CO_2) digunakan untuk memproduksi gugus asam karboksilat (Appel *et al.*, 2013). Proses karboksilasi menjadi kunci terjadinya siklus calvin yang mana merupakan siklus penting dalam pembentukan glukosa dan memegang peran krusial dalam proses metabolisme (Tamoi *et al.*, 2005).

Siklus calvin mengandung tiga enzim unik. Ribulosa-1,5-bisfosfat karboksilase /oksigenase (rubisco) mengikat CO_2 ke dalam gula lima karbon, ribulosa-1,5-bisfosfat yang menghasilkan dua molekul 3-phosphoglycerate melalui enam karbon yang tidak stabil menengah. Sedangkan CO_2 biasanya berasal dari lingkungan, bisa juga berasal dari metanol, formaldehida atau CO_2 yang dihasilkan oleh oksidasi CO. enzim ketiga adalah sedoheptulose biphosphatase (SBPase), yang mengkatalisis defosforilasi sedoheptulosa-1, 7-bisfosfat, dan fosforibulokinase (PRK), yang memfosforilasi ribulosa-5-fosfat (RuMP) (Rothschild, 2008).

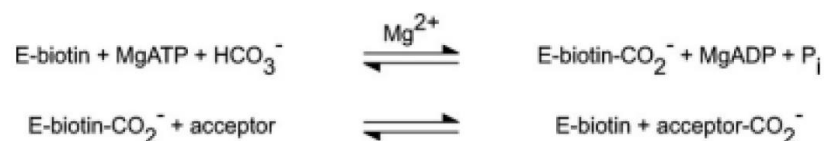
Siklus Calvin-Benson dimulai dengan ribulosa difosfat karboksilase (RuBP) yang mengfiksasi CO_2 membentuk 3-fosfoglisarat. Fiksasi CO_2 ini melalui reaksi gelap yang mana berasal dari stimulasi pencahayaan kloroplas. Fikalisasi CO_2 melalui tiga tahap, yaitu karboksilasi, reduksi, dan regenerasi (Gambar 2.8). Karboksilasi adalah proses penambahan CO_2 dan RuBP merupakan enzim alosetrik yang distimulasi oleh tiga jenis perubahan dari pencahayaan kloroplas. Pertama, reaksi dari stimulasi peningkatan pH. Dalam hal ini, Jika

kloroplas diberi cahaya, sedangkan ion H^+ ditranspor dari stroma ke dalam tilakoid menghasilkan peningkatan pH stroma yang menstimulasi enzim karboksilase, terletak di permukaan luar membran tilakoid. Reaksi ini distimulasi oleh Mg^{2+} , yang memasuki stroma daun sebagai ion H^+ , jika kloroplas diberi cahaya. Ketiga, reaksi ini distimulasi oleh NADPH, yang dihasilkan oleh fotosistem I selama pemberian cahaya. H_2O pada RuBP membentuk 2 molekul 3-fosfoglisarat (3-PGA) (Wiraatmaja, 2017).



Gambar 2.8 Fiksasi karbon dioksida oleh ribulosa-1,5-bifosfat karboksilase / oksigenase (rubisco).

Reaksi karboksilasi enzimatik yang melibatkan biotin telah ditunjukkan untuk melanjutkan dalam dua langkah sebagai diuraikan dalam persamaan berikut:



Pengikatan biotin, MgADP dan bikarbonat memiliki kerapatan elektron yang tertata rapi. Proses donor Biotinkarboksilase bergantung pada bikarbonat dan ATP. Sehingga dalam hal ini keberadaan biotin diduga memberi peran penting bagi proses metabolisme karena aktivitasnya dapat mempercepat reaksi kimia (Chou, *et al.*, 2009).

Beberapa penulis mengatakan bahwa penambahan vitamin yang larut dalam air penting untuk organogenesis dan pertumbuhan *in vitro*, yang lain belum menemukan peran penting dari vitamin tersebut untuk perbanyakan tanaman secara *in vitro*. Penambahan vitamin ini terbukti efektif untuk inisiasi dan pertumbuhan kalus *Phoenix dactylifera* L.: berat kalus embriogenik, jumlah embrio, dan panjang embrio secara signifikan dipengaruhi oleh biotin (Al-Khayri, 2001).

Biotin memiliki stabilitas yang baik dan tidak mungkin terdegradasi dalam kondisi di mana media kultur biasanya terpapar. Biotin dapat dinonaktifkan dalam kondisi asam atau basa yang sangat kuat pada suhu tinggi dan setelah terpapar radiasi ultraviolet. Produk degradasi hanya diketahui berasal dari oksidasi oleh hidrogen peroksida atau radikal peroksida di mana atom sulfur biotin dapat teroksidasi untuk menghasilkan biotin sulfoksida atau biotin sulfon. Biotin stabil terhadap oksigen (Schnellbaecher, *et al.*, 2019).

Pemberian biotin pada kultur jaringan tanaman secara umum masih jarang digunakan karena pada komposisi media dasar MS sudah terdapat thiamin (vitamin B1) sebagai komponen esensial tambahan. Thiamin adalah kofaktor penting dalam metabolisme karbohidrat, dan biotin penting dalam reaksi karboksilasi (Al-Khayri, 2001). Beberapa peneliti telah berhasil mengaplikasikan

biotin dalam peningkatan kualitas pertumbuhan tanaman. Sebagaimana dalam penelitian Thepsithar *et al.* (2010) yang mana menyatakan bahwa pemberian biotin pada konsentrasi 0.5 ppm mampu meningkatkan kecepatan pertumbuhan PLB *Phalaeonopsis hybrid sliky moon*. Kemudian penelitian Samarina *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa pertumbuhan panjang tunas *Gerberra jamesonii* meningkat dengan penambahan biotin konsentrasi 1-3 mg/L pada media MS (Murashige & Skoog). Abdelsalam *et al.* (2018) juga menuliskan bahwa penambahan biotin pada media MS (Murashige & Skoog) untuk *Cymbopogon schoenanthus* mampu mempercepat pertumbuhan jumlah dan panjang akar. Dey *et al.* (2015) dalam penelitiannya mengombinasikan biotin dengan hormon BA juga menunjukkan hasil meningkatnya regenerasi sel pada *Cymbopogon winterianus*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan berupa penelitian eksperimental menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Perlakuan penelitian meliputi lima konsentrasi biotin yang berbeda, yaitu; 0 ppm, 0.25 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm dan 2 ppm. Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak lima ulangan, dan pada tiap ulangan berisi 1 eksplan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce.

3.2 Waktu dan Tempat

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus-Oktober 2021. Bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Program Studi, Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel bebas (*Independent variable*): media MS (Murashige & Skoog) dengan perlakuan konsentrasi biotin 0 ppm, 0.25 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, dan 2 ppm.
2. Variabel terikat (*Dependent variable*): meliputi hari muncul daun pertama, tinggi tunas, jumlah daun, panjang daun warna daun subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce.

3. Variabel terkendali (*Control variable*): meliputi jenis dan umur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, suhu, pH, intensitas cahaya dan media dasar ½ MS (Murashige & Skoog).

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi; safety tools (jas lab, glove, masker), alat diseksi (pinset, gunting, spatula), botol kultur, cawan petri, autoklaf, oven, *Laminar air flow* (LAF), bunsen, timbangan analitik, magnetic stirrer, gelas ukur, beaker glas, aluminium foil, sprayer, keranjang, mikropipet, teko plastik, pengaduk, hot plate, korek api, bolpoin.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah planlet *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce usia 5 bulan, media dasar ½ MS, stok biotin (konsentrasi 0 ppm, 0.25 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm dan 2 ppm), aquades, kertas lakmus, alkohol 70%, alkohol 96%, kertas label, kertas steril, aluminium foil, plastik bening, karet dan tisu.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Tahap Persiapan

3.5.1.1 Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dimulai dengan mencuci bersih alat-alat gelas dan alat-alat diseksi (gunting dan pinset) menggunakan sabun cuci atau detergen cair lalu dibilas. Kemudian semua alat dioven selama 3 jam dengan suhu 121°C.

Selanjutnya alat diseksi (gunting dan pinset) dibungkus dengan alumunium foil sedangkan cawan petri dibungkus dengan kertas dan dimasukkan plastik. Kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf , disterilkan selama 20 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

3.5.1.2 Sterilisasi Ruang

Sterilisasi ruang dilakukan dengan menyemprotkan alkohol 70% pada meja pembuatan media dan *Laminar air flow* (LAF) kemudian dilap dengan tisu. Sebelum menggunakan *Laminar air flow* (LAF), dilalukan penyinaran UV selama satu jam untuk mensterilkan LAF.

3.5.2 Pembuatan Stok Biotin

Satuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *part per million* yang mana 1 ppm berarti 1 mg dalam 1000 mL. Stok biotin yang dibuat sebanyak 100 ppm dalam 100 ml. Langkah pertama yang dilakukan adalah menimbang biotin sebanyak 10 mg kemudian ditambahkan aquades sampai 100 mL. Selanjutnya larutan dihomogenkan sampai rata dan diletakkan pada botol lalu diberi label dan disimpan di lemari pendingin. Pengambilan larutan disesuaikan dengan kebutuhan menggunakan rumus:

$$M1 \times V1 = M2 \times V2.$$

Keterangan:

M1 = konsentrasi awal larutan

M2 = konsentrasi akhir larutan

V1 = volume larutan awal

V2 = volume akhir larutan

a. Biotin 0.25 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 0.25 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{0.25 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 0.125 \text{ mL}$$

c. Biotin 1 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 0.5 \text{ mL}$$

b. Biotin 0.5 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 0.5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{0.5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 0.25 \text{ mL}$$

d. Biotin 2 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100 \text{ ppm} \times V1 = 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 1 \text{ mL}$$

3.5.3 Pembuatan Media Perlakuan

Langkah pertama yang dilakukan untuk membuat media $\frac{1}{2}$ MS adalah mencampur semua bahan $\frac{1}{2}$ MS dan biotin sesuai dengan perlakuan 0 ppm, 0.25 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm dan 2 ppm. Kemudian dilarutkan dengan aquades sampai 1 L. Selanjutnya dilakukan uji pH menggunakan kertas lakmus dengan toleransi pH antara pH 6 sampai pH 7. Setelah uji pH, ditambahkan 9 gr/L agar bubuk dan 30 gr/L gula pasir. Kemudian campuran bahan tersebut dipanaskan menggunakan hot plate sampai mendidih. Setelah mendidih, media dituang ke dalam botol kultur (± 10 ml/botol) lalu botol dirapatkan menggunakan plastik bening dan karet. Selanjutnya semua botol yang telah berisi media disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C , tekanan 1 atm selama 20 menit. Setelah 20 menit botol dikeluarkan dan diberi label.

3.5.4 Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan berupa planlet *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dengan umur 5 bulan, subkultur ke 3. Sampel diperoleh dari koleksi kultur PT. Condido Agro Pasuruan. Pengambilan sampel sebagai eksplan dilakukan dengan memotong tunas terminal ujung batang $\pm$ 2-3 ruas seukuran 1,5 cm.

3.5.5 Tahap Inisiasi

Proses inisiasi dilakukan secara aseptik di dalam LAF. Langkah pertama adalah eksplan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce ditanam pada media perlakuan yang telah disiapkan. Setiap satu botol ditanami satu eksplan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Kemudian botol kultur kembali dirapatkan dengan plastik bening dan karet. Hasil subkultur disimpan di rak kultur dengan suhu inkubasi 21° C. Sebagai pemeliharaan dan menjaga kesterilan, botol kultur disemprot dengan alkohol 70 % setiap 3 hari sekali.

3.6 Teknik Pengambilan Data

3.6.1 Hari muncul daun pertama

Pengamatan hari muncul daun pertama dilakukan dengan mencatat waktu pertama daun muncul sejak hari setelah subkultur (HSS). Pengamatan dilakukan terhadap daun yang sudah mekar, bukan kuncup dan berwarna hijau. Pengamatan ini dilakukan setiap hari sekali sampai 42 HSS.

3.6.2 Tinggi Tunas

Pengamatan panjang tunas dilakukan dengan mengukur panjang rata-rata tunas yang disejajarkan dengan penggaris. Pengukuran dilakukan dari ujung sampai pangkal tunas. Pengamatan dilakukan pada minggu ke 6 setelah hari tanam atau 42 HSS.

3.6.3 Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan menghitung rata-rata jumlah daun yang tumbuh setelah inisiasi. Daun yang diamati adalah daun yang sudah mekar, bukan kuncup dan berwarna hijau. Pengamatan dilakukan pada minggu ke 6 setelah hari tanam atau 42 HSS.

3.6.4 Panjang Daun

Pengamatan panjang daun dilakukan mengukur panjang rata-rata daun dengan benang yang disejajarkan dengan penggaris. Pengukuran dilakukan dari ujung sampai pangkal daun. Pengamatan dilakukan pada minggu ke 6 setelah hari tanam atau 42 HSS.

3.6.5 Morfologi dan Warna Daun

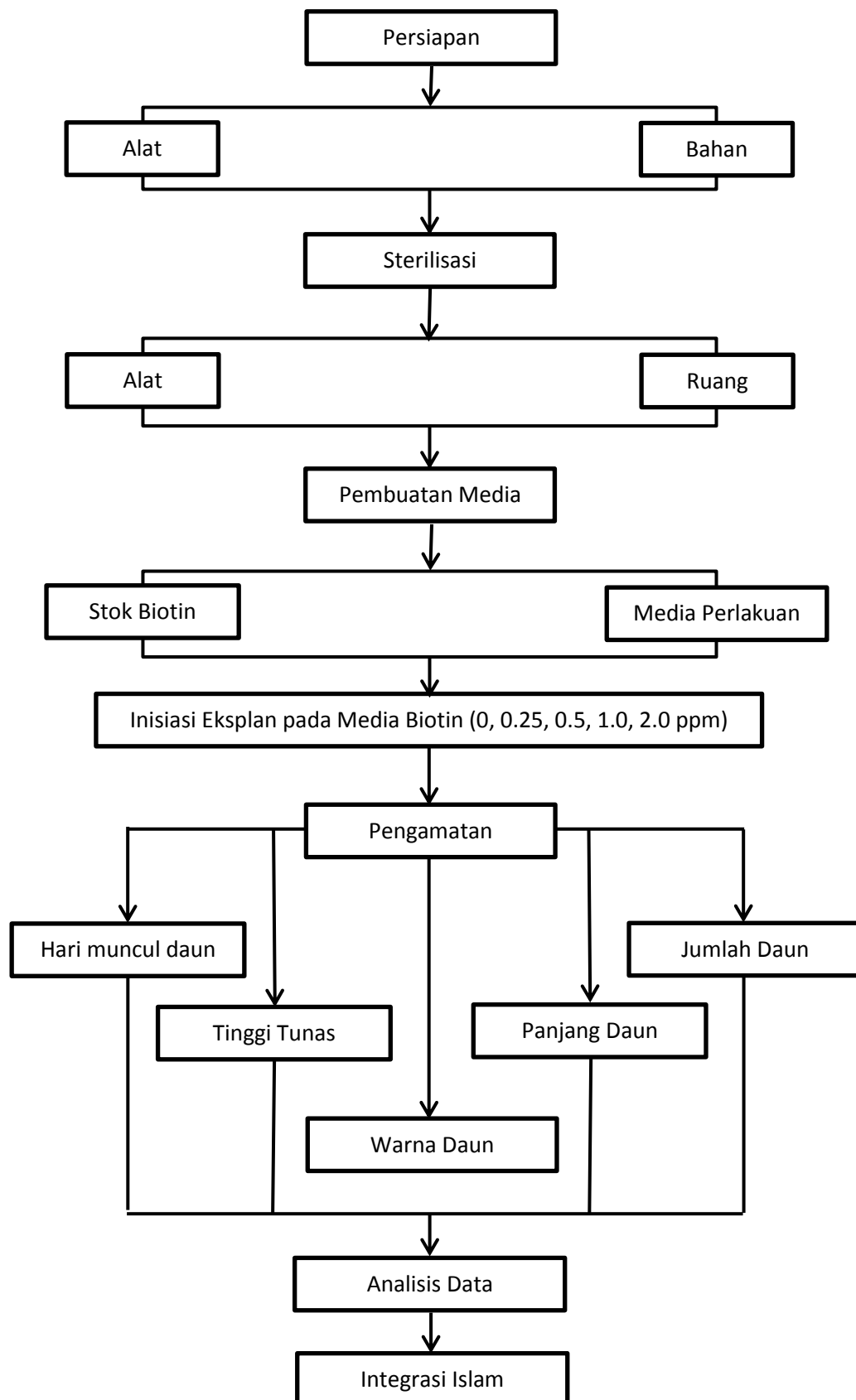
Pengamatan morfologi dan warna daun dilakukan dengan mengukur standar warna menggunakan aplikasi *color grab*. Pengamatan dilakukan pada minggu ke 6 setelah hari tanam atau 42 HSS.

3.7 Teknik Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh meliputi hari muncul daun pertama, jumlah daun, tinggi tunas dan panjang daun . Analisis data dilakukan menggunakan uji

statistik ANOVA (*Analysis Of Variant*) dan uji lanjut DMRT (*Dunchan Multiple Range Test*) 5%. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software* SPSS 16.0. Khusus pada data morfologi dan warna daun dianalisis secara kualitatif menggunakan model analisis Spradley. Hasil penelitian dianalisis dengan metode pendekatan sains terintegrasi Islam. Acuan yang digunakan adalah dalil Al-Qur'an dan Hadist kontemporer yang sesuai dengan hasil penelitian.

3.8 Skema Kerja Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah karakter fenotipik yang meliputi hari muncul daun pertama, tinggi tunas, jumlah daun panjang daun dan warna daun. Analisis pengamatan hari muncul daun pertama, tinggi tunas, jumlah daun dan panjang daun dilakukan dengan uji statistik ANOVA (*Analysis of Variant*) menggunakan software SPSS 16.0. Hasil analisis dari berbagai perlakuan menunjukkan hasil pengaruh yang beragam pada setiap parameter sebagaimana disajikan dalam tabel 4.1. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh adanya perbedaan respon fisiologis dari organ-organ *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce terhadap tiap konsentrasi perlakuan, sebagaimana pernyataan Sukarta *et al.* (2016), bahwa setiap bagian tanaman memiliki respon yang berbeda sesuai dengan fisiologisnya.

Tabel 4.1 Ringkasan Hasil Uji ANOVA Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

Variabel Pengamatan	F Hitung	F Tabel 5%
Hari muncul daun pertama	5.333*	2.87
Tinggi Tunas	3.785*	2.87
Jumlah Daun	3.059*	2.87
Panjang Daun	1.738	2.87

Keterangan: Tanda (*) menunjukkan konsentrasi biotin berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan.

Pemberian biotin memberikan pengaruh yang nyata pada parameter hari muncul daun pertama, tinggi tunas, dan jumlah daun, tapi tidak berpengaruh nyata pada panjang daun. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung lebih besar

dibanding F tabel 5% yang mana menunjukkan hipotesis 1 diterima atau adanya pengaruh nyata. Berbeda dengan variabel pengamatan pajang daun, nilai F hitung lebih kecil dibanding F tabel 5% yang berarti menunjukkan tidak adanya pengaruh antara pemberian biotin dengan panjang daun pada *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Variabel pengamatan yang menunjukkan adanya pengaruh nyata pada uji ANOVA diteruskan dengan uji lanjut menggunakan DMRT dengan taraf signifikansi 5% sebagaimana disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji lanjut DMRT Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Subkultur Tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce.

Konsentrasi Biotin (ppm)	Hari muncul daun pertama (HSS)	Tinggi Tunas (mm)	Jumlah Daun (Helai)	Panjang Daun (mm)
0	15.80 (c)	23.80 (bc)	2.40 (a)	24.03 (a)
0.25	13.40 (a)	25.20 (c)	3.60 (b)	24.50 (a)
0.5	14.40 (ab)	22.20 (bc)	3.20 (ab)	24.62 (a)
1	14.60 (b)	17.40 (a)	2.80 (ab)	21.97 (a)
2	15.00 (bc)	19.60 (ab)	2.80 (ab)	19.97 (a)

Keterangan: Huruf dalam kurung menunjukan notasi perbedaan nyata berdasarkan DMRT 5%

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT yang disajikan dalam tabel 4.2, diketahui bahwa pada variabel pengamatan hari muncul daun pertama, konsentrasi biotin paling efektif adalah 0.25 ppm yang mana mampu menumbuhkan tunas pada rata-rata 13.40 HSS (hari setelah subkultur). Kemudian pada variabel pengamatan jumlah daun, konsentrasi paling efektif ada pada 0.25 ppm yang mampu menumbuhkan rata-rata 3.6 helai. Selanjutnya pada variabel pengamatan

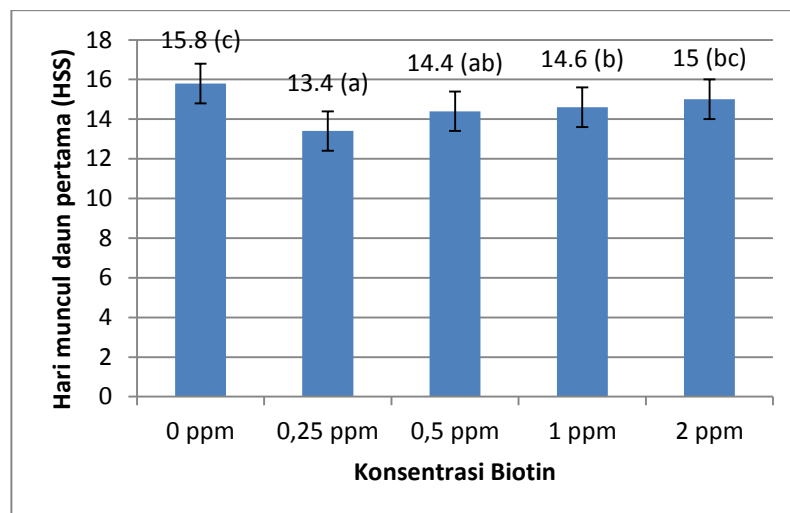
tinggi tunas, hasil kontrol tidak berbeda nyata dengan asil perlakuan biotin 0.25 ppm, sehingga konsentrasi paling efektif adalah 0 ppm dengan rata-rata tinggi tunas 23.80 mm. Sama halnya dengan variabel pengamatan panjang daun yang mana tidak menunjukkan hasil yang berbeda, sehingga konsentrasi paling efektif adalah 0 ppm dengan rata-rata panjang 24.03.

Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian biotin dengan konsentrasi yang tepat mampu memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan beberapa variabel pengamatan. Hal ini sebagaimana hukum “*The Law of Minimum*” yang dipaparkan oleh Justus von Liebig bahwa hasil suatu tanaman ditentukan oleh unsur hara dalam proporsi minimum. Pernyataan ini berarti bahwa penambahan suatu nutrisi dalam jumlah lebih yang bukan pada proporsinya hanya akan menimbulkan kejenuhan dan cenderung menjadi penghambat dalam pertumbuhan (Mustaqim, 2018).

4.1.1 Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Hari muncul daun pertama Subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

Pengamatan hari muncul daun pertama *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dilakukan setiap hari selama 6 minggu setelah hari tanam. Variabel ini diamati untuk melihat pengaruh dan respon awal kecepatan tumbuh daun pertama subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce terhadap penambahan biotin ke dalam media tanam. Hasil analisis ANOVA menggunakan SPSS 16.0 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata pada pemberian biotin terhadap perlakuan kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung yang lebih besar dibanding F tabel 5% (Tabel 4.2).

Penambahan biotin dengan konsentrasi 0.25 ppm pada subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce mampu menumbuhkan daun pertama subkultur dengan rata-rata 13.4 HSS (Hari Setelah Subkultur). Nilai ini menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol yang mampu menumbuhkan tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce lebih lambat, yakni pada rata-rata 15.8 HSS. Hasil perlakuan 0.5 ppm, 1 ppm dan 2 ppm juga menunjukkan angka yang lebih kecil dalam pemunculan daun. Nilai ini lebih baik dibanding nilai perlakuan kontrol, dengan rerata masing-masing 14.4 HSS, 14.6 HSS, dan 15 HSS. Perlakuan konsentrasi biotin 2 ppm menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, diketahui bahwa konsentrasi biotin yang paling efektif terhadap hari muncul daun pertama *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce adalah konsentrasi 0.25 ppm sebagaimana disajikan pada gambar 4.1.



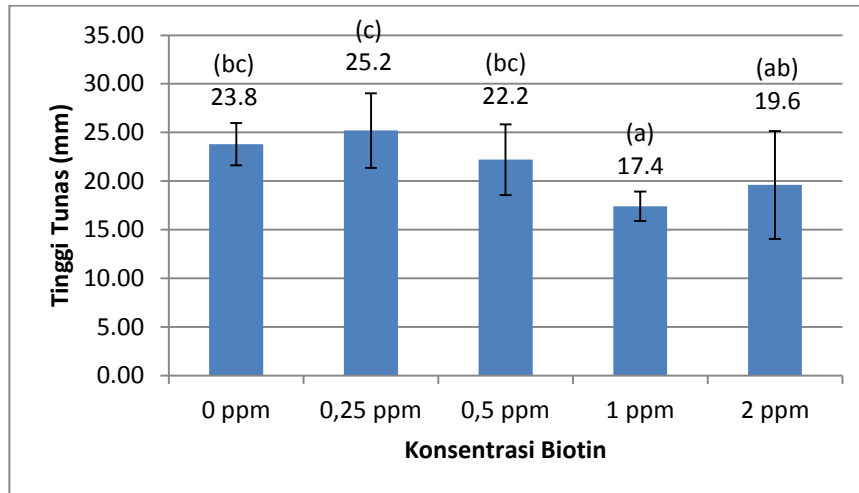
Gambar 4.1 Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap hari muncul daun pertama subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (Keterangan: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT)

Pertumbuhan daun pertama subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dipengaruhi oleh hormon endogen sitokinin sebagai promotor. Biotin dalam hal ini beraktivitas sebagai katalisator dalam proses metabolisme tumbuhan, yang mana semakin cepat proses metabolisme maka semakin cepat pula pertumbuhan. Aktivitas biotin bekerja sebagai kofaktor enzim karboksilase yang mana membantu dalam pengikatan CO₂. Peran biotin ini menurut Abrahamian & Kantharajah (2011) dapat mengoptimalkan proses regenerasi sel pada embrio somatik sehingga berpengaruh terhadap percepatan pertumbuhan tunas. Abdelsalam et al. (2018) menyatakan bahwa sintesis biotin pada tumbuhan dalam hal ini digunakan sebagai zat antara penting dalam reaksi biokimia atau sebagai katalis dalam berbagai jalur. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Al-Khayri (2001), bahwa penggunaan kombinasi thiamin dan biotin dapat memaksimalkan kultur biji *Phoenix dactylifera* L. dengan konsentrasi optimum 2 ppm.

4.1.2 Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Tinggi Tunas Subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

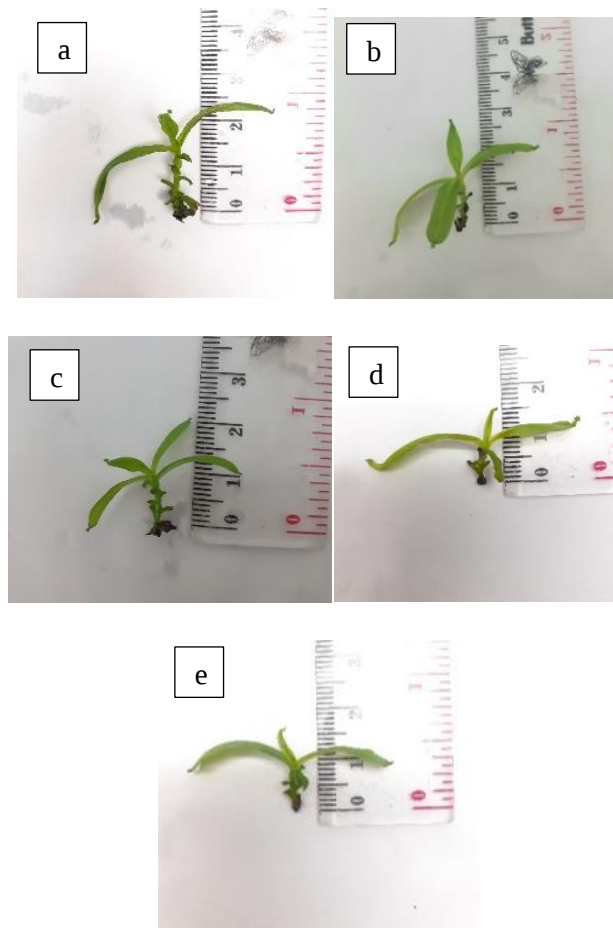
Pengamatan tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dilaksanakan pada hari terakhir pengamatan yaitu pada minggu ke 6 setelah hari tanam. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce terhadap pemberian biotin sebagai vitamin tambahan. Hasil analisis ANOVA menggunakan software SPSS 16.0 menunjukkan bahwa pemberian biotin memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Hasil analisis sebagaimana disajikan pada tabel 4.1 yang mana ditunjukkan dengan nilai F hitung yang lebih besar dibanding F tabel 5%.

Penambahan biotin konsentrasi 0.25 mampu meningkatkan tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce dengan rata-rata 25.2 mm. Angka ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol, namun nilai ini tidak berbeda nyata dengan rata-rata se besar 23.8 mm. Hasil berbeda ditunjukkan pada penambahan biotin dengan konsentrasi yang lebih tinggi yakni 0.5 ppm, 1 ppm, dan 2 ppm yang mana cenderung mengalami penurunan dibanding perlakuan kontrol (gambar 4.2). Konsentrasi biotin 0.5 ppm, 1 ppm dan 2 ppm secara berturut-turut menunjukkan nilai 22.2 mm, 17.4 mm dan 19.6 mm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan biotin diatas 0.25 ppm justru memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Penambahan biotin hanya meningkatkan proses karboksilasi sampai konsentrasi 0.25 ppm, sedangkan pemberian konsentrasi lebih dari itu menyebabkan adanya kejenuhan di dalam struktur fisiologisnya, sehingga menjadi semacam hambatan dalam aktivasi proses enzimatik. Berdasarkan hasil tersebut, konsentrasi 0 ppm merupakan konsentrasi yang paling efektif terhadap pertumbuhan tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (gambar 4.2.1). Hal ini dikarenakan dengan tanpa pemberian biotin, *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce sudah mampu menumbuhkan tinggi tunas yang mana tidak berbeda nyata dengan pemberian biotin.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (Keterangan: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT)

Tinggi tunas merupakan pertumbuhan lanjutan setelah munculnya tunas. Tinggi tunas dipengaruhi oleh aktivitas auksin yang mana disintesis secara endogen pada bagian akar *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Menurut (Prahardini, et al., 1994), aktivitas auksin berpengaruh terhadap pemanjangan sel yang mana berkaitan dengan tinggi tunas. Penambahan biotin dalam hal ini berperan sebagai koenzim karboksilase yang membantu enzim RuBisCo dalam pengikatan CO_2 . Koenzim karboksilase membantu pengikatan CO_2 dalam proses fiksasi karbon (Che, et al., 2003). Proses ini disebut proses karboksilasi yang merupakan reaksi kimia dimana substrat karbondioksida (CO_2) digunakan untuk memproduksi gugus asam karboksilat (Appel et al., 2013). Proses ini menjadi bagian penting dalam siklus calvin dan menjadi penentu keberhasilan proses metabolisme.



Gambar 4.2.2 Hasil pengamatan tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. (a) Biotin 0 ppm, (b) Biotin 0.25 ppm, (c) Biotin 0.5 ppm, (d) Biotin 1 ppm, (e) Biotin 2 ppm.

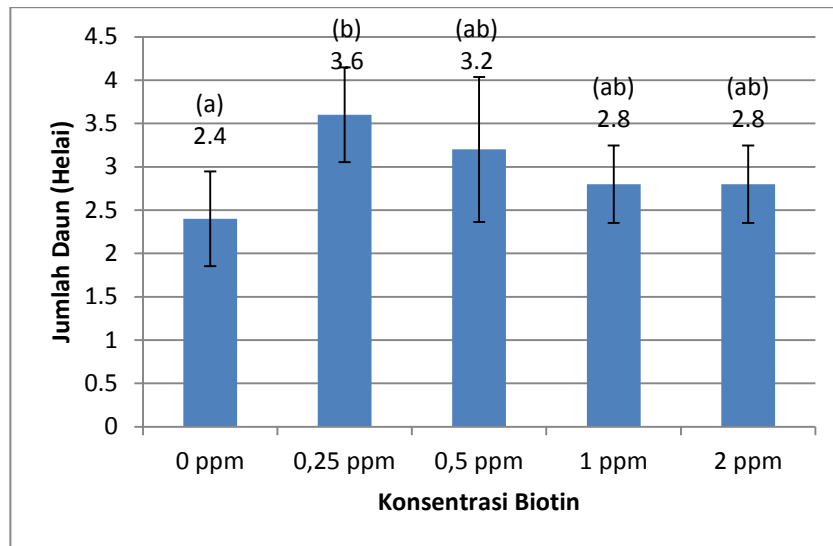
Biotin merupakan senyawa organik yang efektivitasnya juga bergantung pada konsentrasi. Ketika kadar biotin sudah dalam keadaan optimal, maka penambahan konsentrasi biotin yang tinggi justru hanya akan menghambat proses fiksasi, sehingga ini berdampak pada menurunnya proses metabolisme. Hasil ini serupa dengan penelitian Abdelsalam et al. (2018) yang menyatakan bahwa biotin memberikan pengaruh paling efektif terhadap *Cymbopogon schoenathus* pada konsentrasi 1.5 ppm, kemudian pertumbuhannya menurun pada konsentrasi yang

lebih tinggi. Berdasarkan penelitian ini, maka konsentrasi biotin paling efektif pada pertumbuhan tinggi tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce adalah pada kisaran 0.25 ppm, kemudian mengalami penurunan seiring bertambahnya konsentrasi.

4.1.3 Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Jumlah Daun Subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

Data pengamatan jumlah daun subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce diperoleh dari rata-rata hasil pengamatan yang dilakukan pada hari terakhir pengamatan, yakni minggu ke 6 setelah hari tanam. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah daun tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce terhadap pemberian biotin sebagai vitamin tambahan. Hasil analisis uji ANOVA menggunakan software SPSS 16.0 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara pemberian biotin terhadap jumlah daun *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Hal ini sebagaimana disajikan pada tabel 4.1 yang mana menunjukkan nilai F hitung lebih tinggi dibanding nilai F tabel 5%.

Berdasarkan hasil tersebut, pemberian biotin pada konsentrasi 0.25 ppm mampu menumbuhkan daun dengan rata-rata 3.6 helai. Hasil ini memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol yang mana hanya mampu menumbuhkan rata-rata jumlah daun sebesar 2.4 helai. Hasil perlakuan konsentrasi 0.5 ppm, 1 ppm, dan 2 ppm juga menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol yakni secara berturut-turut sebesar 3.2 helai, 2.8 helai, dan 2.8 helai. Konsentrasi biotin 0.25 ppm merupakan konsentrasi paling efektif terhadap peningkatan jumlah daun subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (gambar 4.3).



Gambar 4.3 Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap jumlah daun subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (Keterangan: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT)

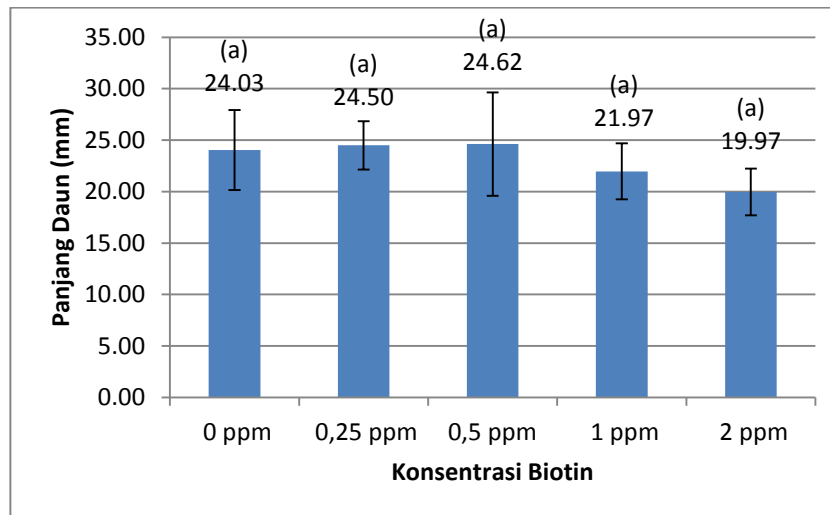
Daun merupakan organ penting pada tumbuhan yang mengambil peran paling banyak pada proses fotosintesis. Peningkatan jumlah daun memberikan sinyal bahwa pertumbuhan tanaman semakin baik. Aktivitas biotin sebagai kofaktor enzim dalam metabolisme membantu meningkatkan regenerasi pertumbuhan tunas subkultur. Sebagaimana penelitian Tomar, et al., (2018) bahwa pemberian vitamin B yang tepat dapat mengoptimalkan pertumbuhan. Biotin memiliki fungsi fisiologis sebagai koenzim karboksilase.

Koenzim karboksilase membantu pengikatan CO_2 dalam proses fiksasi karbon. Proses karboksilasi ini merupakan reaksi kimia yang terjadi ada siklus calvin, dimana substrat karbondioksida (CO_2) digunakan untuk memproduksi gugus asam karboksilat (Appel et al., 2013). Siklus calvin menjadi siklus kunci yang didalamnya mencakup proses karboksilasi yang penting dalam pembentukan

glukosa (Tamoi, et al., 2005). Glukosa merupakan metabolit primer yang berperan sebagai prekursor berbagai senyawa lain untuk pembangunan sel. Hal ini sebagaimana penelitian Thepsithar, et al. (2010) yang membuktikan bahwa pemberian biotin media kultur *Phalaenopsis silky moon* mampu meningkatkan jumlah daun. Hal ini karena biotin mengambil peran dalam proses metabolisme, sesuai dengan hasil penelitian bahwa pemberian biotin berpengaruh positif terhadap peningkatan jumlah daun *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce.

4.1.4 Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Panjang Daun Subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

Variabel pengamatan panjang daun tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce diamati pada minggu ke 6 setelah hari tanam. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan panjang daun tunas subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce terhadap penambahan biotin. Hasil analisis uji ANOVA menggunakan software SPSS 16.0 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara pemberian biotin terhadap panjang daun *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Hal ini sebagaimana disajikan dalam tabel 4.1 yang mana ditunjukkan dengan nilai F hitung lebih kecil dibanding nilai F tabel 5%. Pertumbuhan panjang daun *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce antara perlakuan kontrol dan penambahan biotin tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan sebagaimana terlihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik pengaruh pemberian biotin terhadap panjang daun subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce (Keterangan: perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT)

Panjang daun berkaitan dengan laju fotosintesis. Semakin panjang suatu daun, maka luas bidang untuk fotosintesis juga semakin besar (Waraduwage et al., 2015). Tidak adanya pengaruh konsentrasi biotin terhadap panjang daun ini disebabkan efektivitas biotin pada tiap bagian tanaman berbeda. Hal ini sebagaimana penelitian Samarina et al. (2016) bahwa tidak semua bagian tanaman menunjukkan pengaruh yang positif terhadap pemberian biotin. Penelitiannya memaparkan bahwa pemberian biotin pada *Gerbera jamesonii* memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tunas, tapi tidak pada pertumbuhan panjang akar. Menurut Che et al. (2003) biotin adalah vitamin yang memegang peran katalistik sebagai kofaktor enzim. Hal ini juga membuat biotin memiliki peran ganda dalam regulasi ekspresi gen yang mana regulasi gen bersifat sangat spesifik. Panjang daun merupakan pertumbuhan lanjutan yang dipengaruhi hormon. Pada *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, biotin tidak terlalu memberikan peran dalam perpanjangan daun. Namun, pada gambar 4.2.1 tampak bahwa daun

dengan penambahan konsentrasi biotin justru menunjukkan penampakan daun yang lebih luas dan sehat dibanding perlakuan kontrol yang menunjukkan daun lebih kurus. Berdasarkan hal tersebut, diduga biotin justru berpengaruh terhadap luas daun dan perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut.

4.1.5 Pengaruh Pemberian Biotin terhadap Morfologi dan Warna Daun Subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce

Hasil pengamatan morfologi menunjukkan bahwa penambahan biotin pada konsentrasi 0.25 ppm menunjukkan penampakan planlet yang lebih besar dan sehat dibanding perlakuan kontrol, sebagaimana disajikan pada gambar 4.5. Berbeda dengan penambahan biotin konsentrasi 0.5 ppm, 1 ppm, dan 2 ppm, kualitas daun cenderung mengalami penurunan dibanding perlakuan kontrol. Biotin yang dalam pembahasan ini berperan sebagai katalisator reaksi karboksilasi memiliki kadar efektivitas yang spesifik. Perbedaan pengaruh ini disebabkan oleh biotin sebagai koenzim karboksilase bekerja efektif di kadar 0.25 ppm pada *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, sedangkan pada konsentrasi biotin yang lebih tinggi, justru terjadi kejenuhan kadar biotin dalam sel. Hal ini yang mengakibatkan kerja fisiologis dalam sel terhambat sehingga pertumbuhan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce mengalami penurunan. Hasil ini sesuai dengan Justus von Liebig dalam teorinya “*The Law of Minimum*” yang menyatakan bahwa hasil suatu tanaman ditentukan oleh unsur hara dalam proporsi minimum. Pernyataan ini berarti penambahan suatu nutrisi dalam jumlah lebih yang bukan pada proporsinya hanya akan menimbulkan kejenuhan dan cenderung menjadi penghambat dalam pertumbuhan (Mustaqim, 2018).

Hasil yang serupa ditunjukkan pula pada pengamatan warna daun subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce yang diperoleh menggunakan aplikasi deteksi warna *Color Grab*. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kualitas warna daun subkultur *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce terhadap pemberian biotin sebagai vitamin tambahan. Hasil pengamatan warna daun menggunakan aplikasi *Color Grab* sebagaimana disajikan pada tabel 4.5.

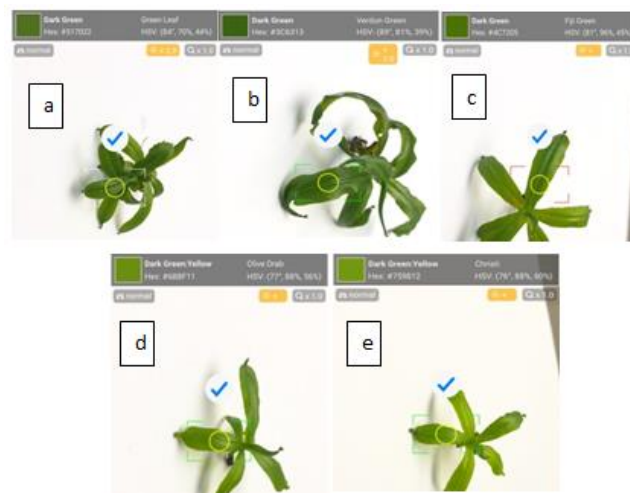
Hasil pengamatan menunjukkan variasi warna yang berbeba. Pada parameter kontrol tanpa penambahan biotin, warna daun menunjukkan persebaran *dark green* sampai *dark green-yellow*, sedangkan pada pengamatan perlakuan 0.25 ppm menunjukkan sebaran warna *dark green* sampai *black-green*. Penambahan konsentrasi 0.25 ppm cenderung menunjukkan warna yang lebih gelap dibanding warna daun pada perlakuan kontrol. Kemudian pada perlakuan 0.5 ppm, warna daun menunjukkan persebaran *dark green* sampai *dark green-yellow* hampir sama dengan perlakuan kontrol, sedangkan perlakuan 1 ppm dan 2 ppm menunjukkan persebaran warna daun *dark green* sampai *green-yellow* lebih terang dibanding perlakuan kontrol (gambar 4.5).

Tabel 4.5 Hasil warna daun *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce menggunakan aplikasi *Color Grab*

Perlakuan	Warna	HEX
0 ppm	DG (Verdun)	#3E6111
	DG (Green Leaf)	#517022
	DG (Olive Drab)	#5F851F
	DG-Y (Fiji Green)	#56760B
	DG (Fiji Green)	#577B21
0,25 ppm	DG (Verdun)	#3C6313
	DG (Green Leaf)	#527028

	DG (Rain Forest)	#607B27
	DG (Vida Loca)	#5C8122
	BG (Myrtle)	#284D06
0,5 ppm	DG-Y (Fiji Green)	#507005
	DG (Fiji Green)	#51790A
	DG (Fiji Green)	#4C7205
	DG (Olive Drab)	#63822B
	DG (Fiji Green)	#4C7402
1 ppm	DG (Fiji Green)	#517405
	DG-Y (Olive Drab)	#6B8F11
	DG (Fiji Green)	#557615
	DG (Verdun)	#3A5F0A
	GY (Limerick)	#87A72A
2 ppm	DG-Y (Christi)	#759812
	DG (Fiji Green)	#527315
	DG (Fiji Green)	#5B7D0D
	DG-Y (Fiji Green)	#507005
	GY (Limerick)	#87A72A

Keterangan: DG=Dark Green, DG-Y=Dark Green-Yellow, GY=Green-Yellow



Gambar 4.5 Hasil pengamatan warna daun menggunakan aplikasi *Color Grab*. (a) biotin 0 ppm, (b) biotin 0.25 ppm, (c) biotin 0.5 ppm, (d) biotin 1 ppm, (e) biotin 2 ppm.

Daun merupakan organ penting yang mengambil peran fotosintesis terbesar dalam struktur tumbuhan. Secara umum daun memiliki warna hijau yang

merupakan refleksi cahaya dari kelompok pigmen fotosintesis yang terdapat dalam tumbuhan yang mana menyerap cahaya merah, biru dan ungu. Kelompok pigmen ini disebut klorofil (Cryssanti et al., 2019). Klorofil daun berperan penting dalam proses fotosintesis, yaitu menyerap sinar matahari yang merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis. Menurut Dwidjoesepuro (1994), kandungan klorofil pada tumbuhan dipengaruhi beberapa faktor internal dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Konsentrasi klorofil dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gen, cahaya, air, unsur hara (N, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, S dan O), umur daun dan tahapan fisiologi suatu tanaman. Pada penelitian ini konsentrasi klorofil yang tinggi terukur pada daun yang berwarna hijau lebih gelap, sebagaimana pernyataan Djangaopa, et al. (2020) bahwa daun dengan pigmen warna hijau yang lebih kuat menunjukkan kadar klorofil yang lebih tinggi.

Warna daun pada perlakuan biotin 0.25 ppm menunjukkan tingkat hijau yang lebih pekat dibanding perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan kualitas daun *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce pada penambahan biotin 0.25 ppm lebih baik dibanding perlakuan kontrol, sedangkan pada perlakuan 0.5 ppm hasil pengamatan warna tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Berbeda dengan perlakuan 1 ppm dan 2 ppm yang menunjukkan warna hijau-kuning atau lebih terang dibanding perlakuan kontrol 0.25 ppm, dan 0.5 ppm. Semakin kuning warna daun menunjukkan konsentrasi klorofil yang semakin rendah, hal ini menyebabkan menurunnya fungsi fisiologis pada tanaman.

Pemberian biotin dalam hal ini menunjukkan adanya pengaruh terhadap kadar pigmen klorofil. Biotin merupakan koenzim karboksilase yang membantu dalam proses fiksasi karbon. Proses karboksilasi ini digunakan untuk

memproduksi gugus asam karboksilat (Appel et al., 2013). Proses ini merupakan bagian dari siklus calvin yang mana hasil akhirnya berupa pembentukan glukosa (Tamoi, et al., 2005). Glukosa merupakan metabolit primer yang berperan sebagai prekursor berbagai senyawa lain untuk pembangunan sel termasuk pembangunan kloroplas yang mana terdapat klorofil sebagai pigmen utamanya. Menurut Nio Song & Banyo (2011), terjadi keuntungan timbal balik antara klorofil dengan pembentukan glukosa, dalam hal ini klorofil dibutuhkan kembali dalam proses fotosintesis dengan memanfaatkan energi matahari, memicu fiksasi CO₂ untuk menghasilkan karbohidrat dan menyediakan energi bagi ekosistem secara keseluruhan.

Hasil berbeda ditunjukkan pada perlakuan biotin 1 ppm dan 2 ppm yang mana menunjukkan warna daun lebih kekuningan dibanding perlakuan lain. Hal ini dikarenakan kadar biotin berlebih justru menyebabkan menurunnya proses fisiologi yang berdampak pada menurunnya kadar pigmen klorofil. Pigmen klorofil sangat sensitif terhadap kadar air dan fungsi fisiologis dalam tanaman. Kadar biotin yang terlalu banyak melebihi kadar optimumnya justru menimbulkan kejenuhan konsentrasi dalam fisiologisnya, sehingga potensial osmosis dalam sel mengalami ketidak seimbangan. Hal ini sebagaimana menurut Nio Song & Banyo (2011) bahwa pembentukan klorofil terhambat sebab adanya penurunan enzim rubisco yang terjadi pada saat tanaman kekurangan air.

4.2 Analisis Hasil Penelitian Berdasarkan Perspektif Islam

Setiap tumbuhan memiliki manfaat dalam berbagai elemen kehidupan. Peran tumbuhan ini diantaranya sebagai produsen utama dalam rantai makanan,

reproduksi oksigen, bahan obat-obatan, sumber pangan, dan kebutuhan estetika. Al-Quran mengisyaratkan peranan berbagai tumbuhan dalam surat Asy-Syu'ara ayat 7 sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ -٧-

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami Tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?” (QS. Asy-Syu'ara : 7).

Prof. Dr. Quraish Shihab (2012) menjelaskan dalam tafsir Al-Misbah bahwa ayat tersebut mengacu pada ajakan terhadap manusia untuk memperluas jangkauan pandang terhadap berbagai ciptaan Tuhan. Hal ini meliputi hamparan tanah yang beragam yang mana setiap tanah ditumbuhi tanaman yang beragam pula jenisnya, juga berbagai fenomena lain yang merupakan keajaiban atas kuasa Allah SWT. kata *Kariim* berarti baik, yang mana merujuk pada pensifatan segala sesuatu yang baik. Hal ini merujuk pada aspek luas fungsi biologis berbagai tumbuhan di bumi. Berbeda dengan Tafsir Ibnu Katsir (2013) yang menjelaskan bahwa penyebutan tumbuhan yang baik dalam ayat ini merupakan tumbuhan yang indah untuk dipandang. Sebab itu ayat di atas merupakan pertanyaan yang diawali dengan kalimat "يروا" yang berarti melihat, sebagai bentuk penegasan terhadap orang-orang untuk menfungsikan penglihatannya untuk merenungi kekuasaan Allah SWT.

Nepenthes mirabilis (Lour.) Druce merupakan salah satu dari milyaran spesies tumbuhan di bumi yang mana merupakan tumbuhan endemik Indonesia yang perlu dilindungi. Pesonanya yang indah dengan morfologi kantong pemakan serangga membuat *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce unik dan diminati pecinta

tanaman hias. Selain sebagai tanaman hias, *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce juga memiliki potensi sebagai tanaman obat. Hal ini sebagaimana dipaparkan oleh Thanh et al., (2015) bahwa kandungan senyawa aktif Naphthoquinone dalam kantong semar telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Potensi ini sesuai dengan hadist Nabi yang yang diriwayatkan Muslim berbunyi

عن جابر بن عبد الله لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أَصَابَ الدَّوَاءُ الدَّاءَ، بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya: “Setiap penyakit pasti memiliki obat. Bila sebuah obat sesuai dengan penyakitnya maka dia akan sembuh dengan seizin Allah Subhanahu wa Ta’ala.” (HR. Muslim).

Terkait dengan itu, Allah SWT juga menegaskan dalam Al-Qur’an surat As-Syu’ara ayat 78-80 yang berbunyi:

الَّذِي خَلَقَنِي فَهُوَ يَهْدِينِ - ٧٨- وَالَّذِي هُوَ يُطْعِمُنِي وَيَسْقِينِ - ٧٩- وَإِذَا مَرِضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ - ٨٠-

Artinya: “(yaitu) Yang telah Menciptakan aku, maka Dia yang Memberi petunjuk kepadaku; dan Yang Memberi makan dan minum kepadaku; dan apabila aku sakit, Dia-lah yang Menyembuhkan aku”. (QS. As-Syu’ara : 78-80).

Ayat tersebut selain sebagai penegasan bahwa setiap penyakit pasti ada obatnya, juga sebagai pengingat syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia berupa kesehatan. Dalam hal ini kajian lebih lanjut terkait penggunaan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce sebagai obat perlu terus dilakukan agar bisa didapatkan manfaat secara optimal.

Berkaitan dengan itu, meningkatnya permintaan pasar terhadap *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce menjadikannya perlu untuk dilakukan budidaya secara

masal dengan tujuan mempertahankan kelestariannya di alam. Hal ini juga menjadi penting sebagaimana disebutkan dalam Al-Qur'an surat Al-A'raf ayat 56;

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ -٥٦-

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.” (QS. Al-A'raf: 56).

Ayat tersebut dalam kajian Tafsir Al-Mukhtashar oleh Al-Humaid (1998) dijelaskan bahwa kalimat *وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ* berarti larangan membunuh manusia atau hewan, menghancurkan bangunan yang masih digunakan, menebang pepohonan, dan mencemari lingkungan. Berkenaan dengan itu, sebagai upaya dalam menjaga dan mempertahankan kelestarian *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce, maka dilakukan pengoptimalan budidaya tanaman secara *In Vitro*. Tujuan dari pengelolaan ini adalah untuk mempertahankan kesediaan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce di alam serta menekan kelangkaannya di pasar. Hal ini dilakukan agar terciptanya regulasi yang seimbang antara manfaat dan amanat sebagai manusia, sehingga kebermanfaatan dalam kehidupan bisa terus berkelanjutan. Berkaitan dengan ini, Al-Quran menegaskan dalam surat Ar-Rahman ayat 8-9 yang berbunyi:

أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ -٨- وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ -٩-

Artinya: “agar kamu jangan merusak keseimbangan itu, dan tegakkanlah keseimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi keseimbangan itu”. (QS. Ar-Rahman: 8-9).

Ar-Rahman ayat 8-9 tersebut memiliki kaitan kuat dengan surat Al-Baqarah ayat 30 yang berbunyi:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ - ٣٠ -

Artinya: “Dan (ingatlah) ketika Tuhan-mu Berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia Berfirman, “Sungguh, Aku Mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (QS. Al-Baqarah: 30).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa manusia diberikan amanah penting sebagai kholifah di bumi. Hal ini yang menjadikan perlu untuk memikirkan serta melaksanakan segala bentuk keadilan antara alam dan kebutuhan fitrah manusia. Berkaitan dengan penelitian ini, teknik budidaya tanaman secara *in vitro* atau dikenal dengan kultur jaringan tanaman menjadi salah satu solusi dalam menstabilkan ketersediaan tumbuhan di alam.

Teknik *In Vitro* memiliki konsep membuat kondisi hidup tanaman sesuai dengan habitat aslinya yang mana secara alami *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce hidup di habitat minim hara dan cukup sulit untuk dibudidayakan konvensional. Oleh karena itu penambahan biotin sebagai sumber vitamin menjadi salah satu solusi dalam mengoptimalkan pertumbuhan dan budidaya *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. penelitian dilakukan untuk mengetahui konsentrasi biotin paling efektif terhadap pertumbuhan *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce. Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk apresiasi terhadap daya guna akal manusia. Sebagaimana disebutkan dalam Al-Qur'an surat Ali-Imron ayat 190-191 yang berbunyi

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ - ١٩٠ - الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ - ١٩١ -

Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau Menciptakan semua ini sia-sia; Maha Suci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.” (QS. Ali-Imron: 190-191)

Ali-Imron ayat 190-191 menjelaskan tentang sebuah penegasan terhadap manusia atas dianugerahkannya akal. Pengoptimalan daya guna akal dalam hal ini penting dalam proses eksistensi manusia dan mengenalannya dengan Tuhan. Hal ini menjadi bentuk kesinambungan yang jelas antara Tuhan dan manusia, dimana manusia sebagai khalifah di bumi dianugerahi akal yang kemudian dapat difungsikan untuk mengamati dan memahami tanda-tanda penciptaan Tuhan. Lantas tidak berhenti disitu, hasil daya guna akal terus berkembang seiring berjalannya zaman, menjadi solusi terhadap problem ummat dan kesejahteraan di muka bumi. Penambahan biotin pada kultur *in vitro* *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce merupakan salah satu upaya pengembangan dalam bidang hortikultura, juga sebagai upaya mempertahankan kelestarian alam.

Penggunaan konsentrasi biotin pada kadar yang tepat sejalan dengan Qur'an surat Al-Qomar ayat 49 yang berbunyi :

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ - ٤٩ -

Artinya: “*Sungguh, Kami Menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*” (QS. Al-Qomar: 49).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa segala sesuatu terjadi sesuai dengan kadarnya. Sebagaimana hasil penelitian bahwa untuk menumbuhkan tanaman *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce secara optimal, diperlukan kadar biotin yang persisi yakni pada konsentrasi 0.25 ppm. Proses biokimia juga memiliki spesifikasinya masing-masing, sebagaimana hasil penelitian yang menyatakan bahwa biotin berpengaruh terhadap *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce pada parameter pertumbuhan hari muncul daun pertama, tinggi tunas, jumlah daun dan warna daun, tapi tidak berpengaruh pada panjang daun.

Pemberiaan biotin dalam konsentrasi yang terlalu sedikit tidak mampu memberikan efek yang optimal, sedangkan pemberian biotin yang terlalu banyak juga hanya akan menimbulkan kejenuhan konsentrasi yang mengakibatkan menurunnya proses fisiologi. Pernyataan ini sejalan dengan konsep larangan mubadzir dalam Al-Qur'an yang berbunyi:

إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا -٢٧-

Artinya : “*Sesungguhnya orang-orang yang pemboros itu adalah saudara setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhan-nya.*” (QS. Al-Isra': 27).

Ayat tersebut menjadi acuan pembatasan terhadap penggunaan hal-hal yang tidak perlu. Hal ini meliputi aspek penggunaan konsentrasi biotin yang perlu ditakar dalam konsentrasi yang tepat agar fisiologisnya tepat pada sasaran serta tidak menimbulkan kesiasiaan. Penambahan biotin dalam kadar yang berlebih hanya akan mengurangi keefektivitasan fisiologisnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah pemberian biotin berpengaruh terhadap pertumbuhan subkultur tunas *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce pada parameter hari muncul daun pertama dengan konsentrasi biotin paling efektif 0.25 ppm mampu menumbuhkan daun pada 13.4 HSS. Pada parameter jumlah daun, konsentrasi biotin paling efektif 0.25 ppm mampu menumbuhkan daun sebanyak 3.6 helai. Parameter morfologi dan warna daun menunjukkan kualitas terbaik pada konsentrasi biotin 0.25 ppm yang ditandai dengan kisaran warna *dark-green* sampai *black-green* dan ukuran planlet yang lebih besar dan sehat. Kemudian pada parameter tinggi tunas dan panjang daun, hasil menunjukkan tidak ada pengaruh nyata antara pemberian biotin dan perlakuan kontrol.

5.2 Saran

Penelitian ini dilakukan dengan belum sempurna. Berikut adalah saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Konsentrasi biotin yang disarankan untuk pengembangan budidaya *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce adalah sebesar 0.25 ppm dengan tambahan hormon agar hasil lebih optimal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut meliputi multiplikasi, rooting dan aklimatisasi untuk mengetahui daya survive *Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce yang telah diberi tambahan biotin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelsalam, A., Chowdhury, K., & El-bakry, A. (2018). *Efficient Adventitious Morphogenesis from In vitro Culture of The Medicinal Plant Cymbopogon schoenathus*. 28(2), 147–160.
- Abrahamian, P., & Kantharajah, A. (2011). Effect of Vitamins on In Vitro Organogenesis of Plant. *American Journal of Plant Sciences*, 02(05), 669–674.
- Al-Humaid, S. bin A. A. bin M. bin, Malluh, A. bin, & Na'im, M. N. (1998). *Al-Wasilah jilid.6*. Jiddah: K.S.A: Daar.
- Al-Khayri, J. M. (2001). Optimization of biotin and thiamine requirements for somatic embryogenesis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 37(4), 453–456.
- Al-Qarni, A. (2008). *Tafsir Muyassar Juz 24-30*. Jakarta: Qisthi Press.
- Al-Qur'an, L. P. M. (2011). *Tafsir Ilmi, Tumbuhan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Kementrian Agama Republik Indonesia.
- Alban, C. (2011). Biotin (Vitamin B8) Synthesis in Plants. *Advances in Botanical Research*, 59, 39–66.
- Alban, C., Job, D., & Douce, R. (2000). Biotin metabolism in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 51(July), 17–47.
- Appel, A. M., Bercaw, J. E., Bocarsly, A. B., Dobbek, H., Dubois, D. L., Dupuis, M., ... Waldrop, G. L. (2013). Frontiers, opportunities, and challenges in biochemical and chemical catalysis of CO₂ fixation. *Chemical Reviews*, 113(8), 6621–6658.
- Azwar, F., Kunarso, A., Rahman, S. T. (2007). Kantong Semar (*Nepenthes* sp. Sp.) Di Hutan Sumatera, Tanaman Unik Yang Semakin Langka. *Konservasi Dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan*.
- Bahadur, V., Kirad, K. S., Mathew, A., & Singh, D. B. (2008). Tissue culture studies in *Nepenthes khasiana*. *Acta Horticulturae*, 786, 287–293.
- Baldet, P., Alban, C., Axiotis, S. and Douce, R. (1993). *Localization of free and And, bound biotin in cells from green pea leaves*. *Archives of Biochemistry* (pp. 67–73). pp. 67–73. Biophysics.
- Cao, X., Zhu, L., Hu, Z., & Cronan, J. E. (2017). Expression and activity of the BioH esterase of biotin synthesis is independent of genome context. *Scientific Reports*, 7(1), 1–12.
- Che, P., Weaver, L. M., Syrkin Wurtele, E., & Nikolau, B. J. (2003). The role of biotin in regulating 3-methylcrotonyl-coenzyme a carboxylase expression in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 131(3), 1479–1486.
- Cheek, M. (2015). *Nepenthes* (Nepenthaceae) of Halmahera, Indonesia. *Blumea: Journal of Plant Taxonomy and Plant Geography*, 59(3), 215–225.
- Chou, C. Y., Yu, L. P. C., & Tong, L. (2009). Crystal structure of biotin carboxylase in complex with substrates and implications for its catalytic mechanism. *Journal of Biological Chemistry*, 284(17), 11690–11697.
- Combs, G. (2012). *The vitamins: Fundamental aspects in nutrition and health*. San Diego: Elsevier Academic Press.
- Cryssanti, A. D., Wijayani, A., & Wahyurini, E. (2019). in Vitro Planlet Induction of Tropical Pitcher Plant (*Nepenthes Ampullaria* Jack) By Various Thiamin

- and Benzyl Amino Purine Concentrate. *Agrivet*, 25(2), 78.
- Dagla, H. R. (2012). Plant Tissue Culture : Historical Developments And Applied Aspects. *Resonance*, P 759.
- Dey, T., Saha, S., & Ghosh, P. D. (2015). Somaclonal variation among somatic embryo derived plants - Evaluation of agronomically important somaclones and detection of genetic changes by RAPD in *Cymbopogon winterianus*. *South African Journal of Botany*, 96, 112–121.
- Dinarti, D., Sayekti, U., & Alitalia, Y. (2010). *N. mirabilis 2.pdf* (pp. 59–65). pp. 59–65.
- Djangaopa, J. T., Mambu, S. M., & Nio, S. A. (2020). *Variations in Leaf Chlorophyll Concentration in Croton Plants (Codiaeum variegatum L .) Cultivar Gelatik at a Different Leaf Age Konsentrasi Klorofil Daun pada Tanaman Puring (Codiaeum variegatum L .) Varietas Gelatik dengan Umur Daun yang Berbeda*. 20(2), 78–87.
- Druce, G. C. (2011). *Botany Exchange Club of the British Isles Report for 1916*. Retrieved from www.kwys.trin.org.au
- Dwiyani, R. (2015). Kultur Jaringan Tanaman. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Ghazalli, M. N., Tamizi, A. A., Esa, M. I. M., Besi, E. E., Nikong, D., Nordin, A. R. M., & Zaki Zaini, A. (2019). The Systematic Significance Of Leaf Epidermal Micromorphology Of Ten *Nepenthes* sp. Species (Nepenthaceae) From Peninsular Malaysia. *Reinwardtia*, 18 (2)(81–96).
- Gunawan, L. W. (1995). *Teknik Kultur In Vitro Dalam Holtikultura*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Halim, S. A., Basya, A. F., Al-Athhar, Z., Al-Hajj, Y., Al-Najar, Z. R., Daqr, M. N., & MN, A. I. (2015). *Ensiklopedia Sains Islami Biologi 1*. Tangerang: PT. Kamil Pustaka.
- Handayani, T. (2017). Flower morphology, floral development and insect visitors to flowers of *Nepenthes mirabilis*. *Biodiversitas*, 18(4), 1624–1631.
- Handayani, T., & Astuti, I. P. (2005). Perilaku tumbuh kantong semar (*Nepenthes mirabilis* Druce) di habitat alaminya, Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Biosfera*, 22(3), 122–128.
- Handayani, T., & Hadiah, J. T. (2019). Pitcher morphology and pitcher coloring of *nepenthes mirabilis druce*. From east Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(10), 2824–2832.
- Hapsoro, D., & Yusnita. (2018). Kultur Jaringan Teori dan Praktik. *Penerbit ANDI. Jogjakarta*.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid 2*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Hidayat, A. (2013). Pengaruh Jenis Eksplan dan Pemberian Hormon BAP terhadap Induksi Tunas Kantong Semar (*Nepenthes rafflesiana* Jack) dengan Teknik In vitro. *Skripsi . Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- Isnaeni, Y. dan E. H. (2007). *Perkecambahan Biji Kantong Semar (Nepenthes gracilis Korth.) Secara In Vitro*. Buletin Kebun Raya Indonesia.
- Isnaini, Y. (2009). Perkecambahan Biji Kantong Semar (*Nepenthes* sp. *ampullaria* Jack.) Pada Berbagai Media In Vitro Dan Di Rumah Kaca. *Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor. Lipi. Bogor*.

- Isnaini, Yupi. (2015). Kultur Jaringan Kantong Semar (*Nepenthes* spp.) di Kebun Raya LIPI dan Pemanfaatannya Oleh Masyarakat. *Warta Kebun Raya*, 13 (2)(November), 9–16.
- Jakoni, E. (2015). Eksplant Sterilization and Sub-Culture for Orchid, Red Betel Vine and Krisan on Perbanyakan Tanaman Secara In Vitro. *Jurnal Dinamika Pertanian*, XXX, 117–124.
- Katsir, I. (2013). *Tafsir Ibnu Katsir 30 Juz Lengkap-Edisi Light*.
- Kunita, Lea Yony., Susiyanti., Sulastris Isminingsih., Y. I. (2011). *Pertumbuhan Tanaman Kantong Semar (Nepenthes Rafflesiana Jack.) Dengan Modifikasi Konsentrasi Media Dan Ph Secara In Vitro*. 3(2007), 24–33.
- Kurata, K., Jaffré, T., & Setoguchi, H. (2008). Genetic diversity and geographical structure of the pitcher plant *Nepenthes vieillardii* in New Caledonia: A chloroplast DNA haplotype analysis. *American Journal of Botany*, 95(12), 1632–1644.
- Lee, L., Zhang, Y., Ozar, B., Sensen, C. W., & Schriemer, D. C. (2016). Carnivorous Nutrition in Pitcher Plants (*Nepenthes* spp.) via an Unusual Complement of Endogenous Enzymes. *Journal of Proteome Research*, 15(9), 3108–3117.
- Mansur, M. (2013). Tinjauan tentang *Nepenthes* (Nepenthaceae) di Indonesia. *Berita Biologi*, 12(1), 1–7.
- Maxson & Mitchell. (2016). Biotin HHS Public Access. *Physiology & Behavior*, 176(1), 139–148.
- McPherson, S. (2009). *Pitcher plants of the Old World (Vol. 1)*. Redfern Natural History Productions.
- Medicine, I. O. (1998). *Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin b6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Mustaqim, W. A. (2018). Hukum Minimum Liebig - Sebuah Ulasan dan Aplikasi Dalam Biologi Kontemporer. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 18(1), 28.
- Nio Song, A., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 15(1), 166.
- Pietropaolo, J. and P. (1986). *Carnivorous Plant of The World*. USA: Timber Press Inc.
- Plachno, B. (2007). Sweet but dangerous: Nectarines in carnivorous plants. *Acta Agrobot*, 60 (2)(31–37).
- Prahardini, P. E. R., Sudaryono, T., & Handayani, S. (1994). Komposisi Media Tumbuh untuk Multiplikasi Propagule Salak Secara In Vitro pada Suhu yang Berbeda. *J. Hort*, 4(2), 64–70.
- Purwanto, A. W. (2007). *Budi Daya Ex – Situ Nepenthes sp. Kantong Semar Nan Eksotis*. Yogyakarta: Kaninus.
- Puspitaningtyas, D. M., & Wawangningrum, H. A. R. Y. (2007). Keanekaragaman *Nepenthes* Di Suaka Alam Sulasih Talang-Sumatera Barat. *Jurnal Biodiversitas*, 8(2)(152–156).
- Putra, R. R., & Fitriani, R. (2018). Identifikasi Morfologi Tumbuhan Kantong Semar (*Nepenthes* Sp.) Sebagai Bahan Ajar Tumbuhan Tingkat Tinggi Di Kawasan Wisata Gunung Galunggung Kabupaten Tasikmalaya. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 5(2), 85.

- Rahardja, P. C., & Wahyu, W. (2003). *Aneka Cara Memperbanyak Tanaman*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Rajah. (2007). *Petpitcher Carnivorous Plant, Topic: My Nepenthes Seed Germination Guide*.
- Robinson, A. S., Golos, M. R., Barer, M., Sano, Y., Forgie, J. J., Garrido, D., ... Shea, J. (2019). Revisions in nepenthes following explorations of the kemul massif and the surrounding region in north-central Kalimantan, Borneo. *Phytotaxa*, 392(2), 97–126.
- Rothschild, L. J. (2008). The evolution of photosynthesis...again? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1504), 2787–2801.
- Samarina, L., Kolomiets, T., Malyarovskaya, V., Gubaz, S., & Platonova, N. (2016). Effect of glutamine, biotin and adp on micropropagation and growth of chrysanthemum hybridum, gerbera jamesonii and cordyline fruticosa in vitro. *Plant Tissue Culture and Biotechnology*, 26(1), 97–104.
- Sayekti, U. (2007). Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Kecambah Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) secara In Vitro. *Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor*, 1–62.
- Scharmann, M., Grafe, T. U., Metali, F., & Widmer, A. (2019). Sex is determined by XY chromosomes across the radiation of dioecious *Nepenthes* pitcher plants. *Evolution Letters*, 3(6), 586–597.
- Schnellbaecher, A., Binder, D., Bellmaine, S., & Zimmer, A. (2019). Vitamins in cell culture media: Stability and stabilization strategies. *Biotechnology and Bioengineering*, 116(6), 1537–1555.
- Shihab, M. Q. (2012). *Tafsir Al-Mishbah Jilid 10 (as-syuara', an-naml, al-qasas, ankabut)*.
- Shinde, N. N., Nemane, S. T., Katu, Y. M., Mule, A. K., & Kore, S. S. (2020). A Review on Biotin (Vitamin H). (4), 4–6.
- Silalahi, M. (2014). *Bahan Ajar taksonomi tumbuhan tinggi*. 1–45.
- Singh, G. (2010). *Plant Systematics An Integrated Approach Third Edition*. Enfield, Nh, Usa: Science Publishers.
- Sinnott, E. . (1960). *Plant Morphogenesis*. New York: Mcgraw-Hill Book Company Inc.
- Siregar, D. A. (2017). Modifikasi Konsentrasi Nitrogen Pada Medium Ms (Murashige Skoog) Terhadap Pertumbuhan Tunas *Nepenthes Ampullaria* Jack Secara In Vitro. *Jurnal Education and Development STKIP Tapanuli Selatan*, 5(2), 23–26.
- Sukarta, D., Rahayu, A., Rochman, N., Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor, S., & Pengajar Agroteknologi Universitas Djuanda Bogor, S. P. (2016). Pertumbuhan Kantong Semar {*Nepenthes Mirabilis* (Lour.) Druce} Pada Berbagai Komposisi Media Tanam Dan Tingkat Naungan (Pitcher Plant {*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce} Growth in Different Compositions of Planting Medium and Level of Shading). *Jurnal Agronida ISSN*, 2(2), 69–77.
- Tamoi, M., Nagaoka, M., Yabuta, Y., & Shigeoka, S. (2005). Carbon metabolism in the Calvin cycle. *Plant Biotechnology*, 22(5), 355–360.
- Thanh, N. Van, Thao, N. P., Huong, P. T. T., Lee, S. H., Jang, H. D., Cuong, N. X., ... Minh, C. Van. (2015). Naphthoquinone and flavonoid constituents

- from the carnivorous plant *Nepenthes mirabilis* and their anti-osteoporotic and antioxidant activities. *Phytochemistry Letters*, 11, 254–259.
- Thepsithar, C., Thongpukdee, A., & Thongdeelert, N. (2010). Effects of organic supplements in local fertilizer medium on growth and development of *phalaenopsis* silky moon protocorms. *Acta Horticulturae*, 878(18), 191–198.
- Tomar, R. S., Snehal, K., Shuchi, K., & Mishra, R. K. (2018). Role of vitamins in plant growth and their impact on regeneration of plants under in vitro condition. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(3)(423–426).
- Utami, U. (2014). *Konservasi Sumber Daya Alam Perspektif Islam dan Sains*. Malang: UIN Malang Press.
- Wardani, M. (2008). Keragaman Potensi Tumbuhan Berguna Di Cagar Alam Mandor, Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 5 (3)(251–266).
- Widiani, E., Perdana, R., Fakhri, M. A., Muhammad, F., Puja, D. V., & Sandra, E. (2019). *Keanekaragaman Jenis Kantong Semar dan Penyebarannya di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Bengkulu*.
- Wiraatmaja, I. W. (2017). Bahan Ajar Fotosintesis. *Simdos.Unud.Ac.Id*, 4.
- Witono. (2017). Pengamatan Kantong Semar di Baturaden. In *Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Yogiara. (2004). Analisis Komunitas Bakteri Cairan Kantong Semar (*Nepenthes* spp.) Menggunakan Teknik Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism (T-RFLP) dan Amplified Ribosomal DNA Analysis (ARDRA). *Thesis. Institut Pertanian Bogor*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengamatan Tinggi Tunas

Planlet awal sebelum subkultur



Perlakuan	Ulangan	Eksplan Awal	Hasil Akhir
0 ppm	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

0.25 ppm	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
0.5 ppm	1		
	2		

	3		
	4		
	5		
1 ppm	1		
	2		
	3		
	4		

	5		
2 ppm	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan
Tabel Hari muncul daun pertama

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
0 ppm	3	2	2	3	2	12	2.40
0,25 ppm	3	4	4	3	4	18	3.60
0,5 ppm	3	4	2	4	3	16	3.20
1 ppm	3	3	3	2	3	14	2.80
2 ppm	3	3	2	3	3	14	2.80

Tabel Tinggi Tunas

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
0 ppm	24	21	24	27	23	119	23.80
0,25 ppm	21	30	22	25	28	126	25.20
0,5 ppm	25	21	19	19	27	111	22.20
1 ppm	15	18	18	19	17	87	17.40
2 ppm	23	27	16	19	13	98	19.60

Tabel Jumlah Daun

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
0 ppm	3	2	2	3	2	12	2.40
0,25 ppm	3	4	4	3	4	18	3.60
0,5 ppm	3	4	2	4	3	16	3.20
1 ppm	3	3	3	2	3	14	2.80
2 ppm	3	3	2	3	3	14	2.80

Tabel Panjang Daun

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
0 ppm	18.33	26.00	25.00	22.33	28.50	120.16	24.03
0,25 ppm	23.25	23.00	28.50	23.00	24.75	122.50	24.50
0,5 ppm	24.67	21.75	33.00	20.00	23.67	123.08	24.62
1 ppm	19.33	21.33	26.33	22.50	20.33	109.83	21.97
2 ppm	18.67	22.33	22.50	17.67	18.67	99.83	19.97

Lampiran 3. Hasil Analisis Statistik

a. Hari muncul daun pertama

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		25
Normal Parameters ^a	Mean	.0000000
	Std. Deviation	1.11205515
Most Extreme Differences	Absolute	.253
	Positive	.253
	Negative	-.155
Kolmogorov-Smirnov Z		1.264
Asymp. Sig. (2-tailed)		.082
a. Test distribution is Normal.		

Test of Homogeneity of Variances

HASIL

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.419	4	20	.793

ANOVA

HASIL					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15.360	4	3.840	5.333	.004
Within Groups	14.400	20	.720		
Total	29.760	24			

HASIL

HMT		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	0.25 PPM	5	13.4000		
	0.5 PPM	5	14.4000	14.4000	
	1 PPM	5		14.6000	
	2 PPM	5		15.0000	15.0000
	0 PPM	5			15.8000
	Sig.		.077	.303	.152

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b. Tinggi Tunas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		25
Normal Parameters ^a	Mean	.0000000
	Std. Deviation	3.71113190
Most Extreme Differences	Absolute	.208
	Positive	.208
	Negative	-.092
Kolmogorov-Smirnov Z		1.042
Asymp. Sig. (2-tailed)		.227
a. Test distribution is Normal.		

Test of Homogeneity of Variances

Hasil

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.847	4	20	.051

ANOVA

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	198.960	4	49.740	3.785	.019
Within Groups	262.800	20	13.140		
Total	461.760	24			

Hasil

	Tinggi_Tunas	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	1 ppm	5	17.4000		
	2 ppm	5	19.6000	19.6000	
	0.5 ppm	5	22.2000	22.2000	22.2000
	0 ppm	5		23.8000	23.8000
	0.25 ppm	5			25.2000
	Sig.		.060	.097	.230

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

c. Jumlah Daun

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardi zed Residual
N		25
Normal Parameters ^a	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.67577116
Most Extreme Differences	Absolute	.284
	Positive	.276
	Negative	-.284
Kolmogorov-Smirnov Z		1.418
Asymp. Sig. (2-tailed)		.036
a. Test distribution is Normal.		

Test of Homogeneity of Variances

Hasil

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.258	4	20	.319

ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.

Between Groups	4.160	4	1.040	3.059	.041
Within Groups	6.800	20	.340		
Total	10.960	24			

Hasil

	Jumlah_ Daun	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	0 ppm	5	2.4000	
	1 ppm	5	2.8000	2.8000
	2 ppm	5	2.8000	2.8000
	0.5 ppm	5	3.2000	3.2000
	0.25 ppm	5		3.6000
	Sig.		.059	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

d. Panjang Daun

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		25
Normal Parameters ^a	Mean	.0000000
	Std. Deviation	3.27329554

Most Extreme Differences	Absolute	.147
	Positive	.147
	Negative	-.123
Kolmogorov-Smirnov Z		.734
Asymp. Sig. (2-tailed)		.655
a. Test distribution is Normal.		

Test of Homogeneity of Variances

Hasil

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.674	4	20	.618

ANOVA

Hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	80.990	4	20.247	1.738	.181
Within Groups	233.018	20	11.651		
Total	314.008	24			

Hasil

			Subset for alpha = 0.05
Panjang_Daun		N	1
Duncan ^{as}	2 ppm	5	19.9680

1 ppm	5	21.9640
0 ppm	5	24.0320
0.25 ppm	5	24.5000
0.5 ppm	5	24.6180
Sig.		.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Lampiran 4. Kartu Konsultasi Pembimbing I



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Titis Irodatur Rahman
NIM : 17620021
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2021/2022
Pembimbing : Dr.Eko Budi Minarno, M.Pd
Judul Skripsi : Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) Secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1	13 Juni 2021	Konsultasi Proposal Skripsi	
2	26 Juni 2021	Simulasi Seminar Proposal	
3	27 Juni 2021	Konsultasi BAB I, II dan III	
4	13 Juli 2021	Simulasi Seminar Proposal	
5	17 Agustus 2021	Revisi BAB I, II dan III	
6	1 Agustus 2021	Acc Proposal Skripsi	
7	1 November 2021	Konsultasi BAB VI	
8	28 November 2021	Acc Naskah Skripsi	

Malang, 28 November 2021

Pembimbing Skripsi,

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

Ketua Program Studi,



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

Lampiran 5. Kartu Konsultasi Pembimbing II



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI AGAMA SKRIPSI

Nama : Titis Irodatur Rahman
NIM : 17620021
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Ganjil TA 2021/2022
Pembimbing : Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
Judul Skripsi : Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) Secara *In Vitro*

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1	13 Juli 2021	Integrasi BAB I	
2	17 Agustus 2021	Revisi Integrasi BAB I	
3	1 Agustus 2021	Acc Proposal Skripsi	
4	1 November 2021	Integrasi BAB II dan VI	
5	28 November 2021	Acc Naskah Skripsi	

Malang, 28 November 2021

Pembimbing Skripsi,

Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIPT. 201402011409

Ketua Program Studi,



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

Lampiran 6. Bukti *Checklish* Plagiasi

KEMENTERIAN AGAMA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 PROGRAM STUDI BIOLOGI
 Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

Form Checklist Plagiasi

Nama : Titis Irodatur Rahman
 NIM : 17620021
 Judul Skripsi : Pengaruh Biotin terhadap Subkultur Tunas Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) Secara *In Vitro*

No	Tim Check Plagiasi	Skor Plagiasi	Tanggal	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc			
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc			
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	17%	28 Nov 2021	

Mengetahui
 Ketua Program Studi Biologi

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