

**RESPON PERTUMBUHAN PLANLET BAYAM MERAH
(*Amaranthus tricolor* L.) TERHADAP PEMBERIAN EKSTRAK TAUGE
[*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] PADA MEDIUM *MURASHIGE AND
SKOOG* SECARA *IN VITRO***

(Skripsi)

**Oleh
KISHY DHEA HERLANDA
1917021035**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

RESPON PERTUMBUHAN PLANLET BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.) TERHADAP PEMBERIAN EKSTRAK TAUGE [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] PADA MEDIUM *MURASHIGE AND SKOOG* SECARA *IN VITRO*

Oleh

KISHY DHEA HERLANDA

Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran bernilai komersial dengan gizi tinggi dan dapat meningkatkan daya tahan tubuh yang digemari masyarakat Indonesia, tetapi tingkat budidaya bayam merah di Indonesia masih tergolong rendah dan cenderung tidak stabil sehingga diperlukan suatu upaya yang mampu meningkatkan budidaya tanaman bayam merah di Indonesia. Salah satunya dengan menggunakan teknik kultur *in vitro*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] dan konsentrasi yang paling efektif bagi pertumbuhan planlet bayam merah secara *in vitro* pada medium *Murashige and Skoog*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 5 taraf konsentrasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Masing – masing konsentrasi dilakukan 5 kali ulangan dan setiap ulangan terdiri dari 5 benih bayam merah dalam setiap botol kultur. Analisis data yang digunakan yaitu Uji Levene, *One Way* ANOVA dan Uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tauge memiliki pengaruh yang nyata terhadap tinggi planlet, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan karbohidrat terlarut total bayam merah dengan konsentrasi paling efektif bagi pertumbuhan planlet bayam merah yaitu 5%.

Kata kunci: bayam merah, *in vitro*, ekstrak tauge, budidaya, pertumbuhan

**RESPON PERTUMBUHAN PLANLET BAYAM MERAH
(*Amaranthus tricolor* L.) TERHADAP PEMBERIAN EKSTRAK TAUGE
[*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] PADA MEDIUM *MURASHIGE AND
SKOOG* SECARA *IN VITRO***

Oleh

KISHY DHEA HERLANDA

(Skripsi)

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

: **RESPON PERTUMBUHAN PLANLET
BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.)
TERHADAP PEMBERIAN EKSTRAK TAUGE
[*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] PADA
MEDIUM *MURASHIGE AND SKOOG*
SECARA *IN VITRO***

Nama Mahasiswa

: **Kishy Dhea Herlanda**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1917021035

Jurusan/Program Studi

: Biologi/S1 Biologi

Fakultas

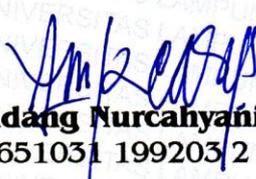
: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.
NIP 19651031 199203 2 003


Dr. Mahfut, M.Sc.
NIP 19810909 201404 1 001

2. Ketua Jurusan Biologi


Dr. Jani Master, S.Si., M.Si.
NIP 19830131 200812 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

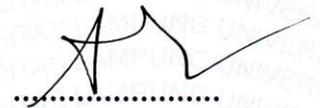
Ketua : **Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Mahfut, M.Sc.**



Anggota : **Dra. Tundjung T. Handayani, M.S.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Juni 2023**

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kishy Dhea Herlanda

NPM : 1917021035

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain hasil plagiat karya karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 19 Juni 2023

Yang menyatakan,



Kishy Dhea Herlanda

NPM. 1917021035

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung 21 tahun silam pada tanggal 20 November 2001 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, buah hati Bapak Trisno Rahayu dan Ibu Sumirah. Penulis mulai menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Muttaqien dan menyelesaikannya pada tahun 2007, selanjutnya penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN Drangong 2 dan menyelesaikannya pada tahun 2013, lalu penulis menempuh pendidikan tingkat menengah di SMPN 2 Kota Serang hingga tahun 2016. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikannya di SMAN 2 Kota Serang dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjadi asisten praktikum Biologi Perkembangan Hewan (BPH) tahun 2022, Kultur Jaringan Tumbuhan, dan Botani Tingkat Rendah tahun 2023. Penulis juga aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai anggota bidang kaderisasi dan kepemimpinan tahun 2019-2020. Pada tahun 2021 penulis pernah terpilih sebagai peneliti tingkat nasional pada acara Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) XXXIV yang diselenggarakan di Universitas Sumatera Utara, Medan.

Pada bulan Januari hingga Februari 2022, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Unit Pembibitan, Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah-BRIN yang terletak di Kebun Raya Bogor, Bogor, Jawa Barat dengan judul **“Pertumbuhan Stek Batang *Dracaena sanderiana* Mast. Pada Berbagai Media Tanam Di Pembibitan Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah – BRIN”**. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari terhitung sejak 28 Juni hingga 5 Agustus 2022 di Pekon Sinar Betung, Kecamatan Talang Padang, Kabupaten Tanggamus. Pada Agustus 2022, penulis juga dinyatakan sebagai salah satu peraih Gold Medal dalam ajang perlombaan WYIIA (World Youth Invention and Innovation Award) secara berkelompok yang diadakan oleh UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Selanjutnya, penulis melaksanakan penelitian pada bulan Februari - April 2023 di ruang Kultur Jaringan, Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmannirrahim

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan, kemudahan, serta kesabaran untuk menyelesaikan skripsi ini. Dengan penuh rasa bangga, kupersembahkan skripsi ini kepada:

Bapak dan Ibu,

Kedua orang tua yang selalu ku sayangi, yang selalu mendukungku setulus hati, mengasihi dan menyayangiku dengan kasih sayang tiada henti, yang senantiasa selalu menyebut namaku didalam doanya, yang telah mendidikku serta selalu berkorban tanpa mengenal lelah untuk kebahagiaan dan kesuksesanku kelak.

Seluruh Keluarga Tercinta,

Adik, kekasih, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa selalu memberikan semangat dan dukungan untuk tetap kuat dalam berjuang melewati setiap masa-masa sulit agar penulis dapat menyelesaikan pendidikannya.

Para Pendidik,

Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu dengan cara mendidik, membimbing, dan mengajarku dengan segala dedikasi, kesabaran, dan keikhlasan.

Sahabat-Sahabat Seperjuanganku,

Yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan motivasi kepada penulis.

Almamater Tercinta,

Terima kasih.

MOTTO

“Ketahuilah, sesungguhnya kehidupan dunia itu tidak lain hanyalah permainan dan sendagurauan”

(QS. Al – Hadid : 20)

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita”

(QS. At – Taubah : 40)

“Sesungguhnya kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya”

(QS. At – Tin : 4)

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya”

(QS. Al – Baqarah : 286)

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah itu adalah benar”

(QS. Ar – Rum : 60)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al – Insyirah : 5)

“Dan barang siapa yang bertaqwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya”

(QS. At – Talaq : 4)

SANWACANA

Tiada kata paling indah yang dapat penulis ucapkan kecuali rasa syukur *alhamdulillah* karena Allah SWT. yang telah melimpahkan ridho, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Respon Pertumbuhan Planlet Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Terhadap Pemberian Ekstrak Tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] Pada Medium Murashige And Skoog Secara *In Vitro*”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa tanpa arahan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak skripsi ini tidak dapat terselesaikan, maka dari itu penulis menyampaikan penghargaan yang tinggi dan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Endang Nurcahyani, M.Si., selaku Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan arahan, ilmu, saran, serta kritik yang membangun bagi penulis selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Dr. Mahfut, M.Sc., selaku Pembimbing II yang senantiasa dengan sabar memberi masukan, saran, dan kritik bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dra. Tundjung Tripeni Handayani, M.S., selaku Pembahas atas segala arahan, bimbingan, masukan, nasihat, dan motivasi yang membangun semangat bagi penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.

4. Ibu Rochmah Agustrina, Ph.D., selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan, nasihat, saran, dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.EA., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Jani Master, S. Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
9. Kepala Laboratorium Botani Jurusan Biologi beserta seluruh staff teknis yang telah memberikan izin, fasilitas, dan bantuan selama pelaksanaan penelitian berlangsung.
10. Bapak dan Ibu Dosen yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala ilmu dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
11. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Trisno Rahayu dan Ibu Sumirah serta adik saya Rashyel Agustaf yang senantiasa memberikan kasih sayang, motivasi, nasihat, doa, dan dukungan moral maupun materil sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
12. Fikri selaku partner yang selalu hadir untuk memberikan doa, motivasi, dukungan, semangat, dan mendengarkan segala keluh kesah penulis dengan penuh kasih sayang hingga skripsi ini dapat terselesaikan. Terima kasih telah menjadi rumah yang tidak hanya berupa tanah dan bangunan.
13. Teman-teman tercinta sekaligus teman seperjuangan selama penelitian, Sarah, Resta, Fauzia, Wanda, Ranita, Uly, dan Siska yang selalu bekerja sama memberikan motivasi, saling mendukung, dan menghibur satu sama lain.

14. Sahabat-sahabat seperjuangan “IZ” Veronica Elizabeth Sijabat, Sarah, dan Vira Arrisha Putri Siregar untuk segala dukungan, semangat, arahan, serta kebahagiaan yang diberikan.
15. Keluarga Besar Biologi Angkatan 2019 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas segala kebersamaan, bantuan, dukungan, serta semangat dan kekeluargaan yang telah terjalin selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Biologi.
16. Semua pihak yang telah terlibat, mendoakan, mempermudah, mendukung, dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis, terima kasih.
17. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for just being me at all times.*

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, adanya kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan bagi penulis agar kelak dapat menjadi lebih baik di kemudian hari dan semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan baru ataupun manfaat baik lainnya bagi kita semua. Aamiin Allahumma Aamiin.

Bandar Lampung, 19 Juni 2023

Penulis,

Kishy Dhea Herlanda

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PENGESAHAN	v
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)	6
2.1.1 Klasifikasi	6
2.1.2 Morfologi	6
2.1.3 Tanaman Bayam Merah	8
2.2 Kultur <i>In Vitro</i>	10
2.3 Medium <i>Murashige and Skoog</i>	12
2.4 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)	14
2.5 Ekstrak Tauge.....	16
2.6 Karbohidrat.....	18
III. METODE KERJA	20
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.2.1 Alat	20
3.2.2 Bahan	21
3.3 Rancangan Penelitian	21
3.4 Bagan Alir Penelitian	22
3.5 Pelaksanaan Penelitian	24

3.5.1 Sterilisasi Alat.....	24
3.5.2 Pembuatan Larutan Stok Ekstrak Tauge.....	24
3.5.3 Pembuatan Medium.....	25
3.5.4 Sterilisasi Medium.....	27
3.5.5 Sterilisasi <i>Laminar Air Flow</i> (LAF).....	27
3.5.6 Penanaman Planlet Bayam Merah.....	28
3.5.7 Pengamatan.....	28
3.6 Analisis Data.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Persentase Jumlah Planlet Hidup.....	31
4.2 Tinggi Planlet.....	33
4.3 Jumlah Daun.....	36
4.4 Panjang Akar.....	38
4.5 Berat Basah.....	40
4.6 Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total.....	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tata Letak Satuan Percobaan	22
2. Tabel Pengenceran Ekstrak Tauge	25
3. Persentase Jumlah Planlet Bayam Merah yang Hidup dengan Pemberian Ekstrak Tauge pada Berbagai Konsentrasi.....	32
4. Uji BNJ Rata – Rata Tinggi Planlet Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Umur 3 Minggu Setelah Perlakuan	34
5. Uji BNJ Rata – Rata Jumlah Daun Planlet Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Umur 3 Minggu Setelah Perlakuan	36
6. Uji BNJ Rata – Rata Panjang Akar Planlet Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Umur 3 Minggu Setelah Perlakuan	38
7. Uji BNJ Rata – Rata Berat Basah Planlet Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Umur 3 Minggu Setelah Perlakuan	40
8. Uji BNJ Rata – Rata Karbohidrat Terlarut Total Planlet Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Umur 3 Minggu Setelah Perlakuan	43
9. Jumlah Planlet Hidup Per- Minggu.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	8
2. Bagan Alir Penelitian	23
3. Planlet Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Umur 3 Minggu dalam Medium Perlakuan	33
4. Histogram analisis kandungan karbohidrat terlarut total planlet bayam merah 3 minggu setelah tanam pada berbagai konsentrasi ekstrak tauge	44
5. Kurva regresi kandungan karbohidrat terlarut total planlet bayam merah dengan pemberian ekstrak tauge pada berbagai konsentrasi	45
6. Penimbangan Bahan Bahan Pembuatan Ekstrak Tauge.....	72
7. Penyaringan Ekstrak Tauge.....	72
8. Penimbangan Bahan – Bahan Medium Kultur.....	72
9. Pembuatan Ekstrak Tauge.....	72
10. Pengenceran Ekstrak Tauge	72
11. Pembuatan Medium Kultur	72
12. Seleksi dan Sterilisasi Planlet.....	73
13. Medium Perlakuan yang Telah di tanami Benih.....	73
14. Sampel Uji Kandungan Karbohidrat Terlarut Total.....	73
15. Penanaman Planlet	73
16. Pembuatan Larutan Standar Glukosa	73
17. Pembacaan Uji Karbohidrat ($\lambda = 490$ nm)	73

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sayuran termasuk komoditas yang memiliki nilai komersial cukup besar karena dibutuhkan setiap hari dan cenderung meningkat permintaannya (Setiawati dkk., 2018). Salah satu komoditas sayuran bernilai komersial dengan gizi tinggi dan dapat meningkatkan daya tahan tubuh yang digemari masyarakat Indonesia adalah bayam merah (Puspita dkk., 2021).

Bayam merah mengandung niacin, vitamin, serat, karotenoid, klorofil, alkaloid, flavonoid, saponin pada daun, polifenol pada batang, dan mineral seperti mangan, kalsium, fosfor, serta zat besi (Pradana dkk., 2017). Hal ini sesuai dengan pernyataan Kementerian Kesehatan (2020) yang menyatakan bahwa bayam merah memiliki gizi yang tinggi, termasuk antioksidan seperti vitamin A, vitamin C, dan vitamin E sehingga mampu untuk meningkatkan daya tahan tubuh dari berbagai serangan penyakit.

Pada dasarnya, hingga saat ini tingkat budidaya bayam merah masih terbilang rendah. Bahkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman bayam merah ini sudah mulai sulit ditemukan di pasar – pasar tradisional di daerah tertentu, padahal jika dilihat dari segi ekonomis dan manfaat tanaman bayam merah memiliki banyak keunggulan (Batubara dkk., 2022).

Menurut data yang dikelola oleh Badan Pusat Statistik (2021) juga menunjukkan bahwa budidaya bayam merah di Indonesia masih mengalami

instabilitas sehingga membutuhkan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan budidaya tanaman. Peluang peningkatan bayam merah baik dari budidaya ataupun pengolahannya cukup baik karena bayam merah bernilai ekonomis lebih tinggi dibandingkan jenis bayam lainnya. Salah satu upaya untuk meningkatkan pertumbuhan dan budidaya tanaman bayam merah yang dapat dilakukan diantaranya dengan kultur *in vitro*. Kultur *in vitro* bayam merah merupakan kegiatan budidaya tanaman yang menumbuhkan planlet berupa benih bayam merah pada medium buatan secara aseptik yang akan menghasilkan bibit berkualitas, sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan budidaya tanaman bayam merah (Kustiani dkk., 2021).

Pertumbuhan planlet bayam merah ini dapat dilihat melalui banyaknya planlet yang hidup, tinggi planlet, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan karbohidrat terlarut total. Dalam budidaya tanaman bayam merah perlu memperhatikan medium tanam yang digunakan, medium harus mengandung unsur hara makro, mikro, vitamin, asam amino, dan ZPT. Medium yang umum untuk digunakan dalam kultur *in vitro* ialah medium *Murashige and Skoog* (MS) (Fauzy dkk., 2016).

Selain medium, kemampuan suatu jaringan membentuk akar, tunas, dan daun akan sangat tergantung pada ZPT yang digunakan, misalnya hormon auksin (Maulida dkk., 2021), ZPT dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu ZPT alami dan ZPT sintetis. Auksin merupakan salah satu ZPT yang mudah ditemukan namun memiliki harga yang cukup tinggi, Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan ZPT alternatif yang berasal dari bahan – bahan organik dengan kandungan yang setidaknya serupa dengan ZPT sintetis (Tanjung dan Darmansyah, 2021), misalnya dengan auksin yang terkandung di dalam ekstrak tauge.

Ekstrak tauge mengandung konsentrasi senyawa ZPT seperti auksin 1,68 mg/L, giberelin 39,94 mg/L, dan sitokinin 96,26 mg/L (Ulfa, 2014), dengan auksin berupa *Indole Acetic Acid* (IAA) 3,74% dan *Indole-3-Butyric Acid*

(IBA) 1,88% (Sunandar dkk., 2017). Dalam penelitian lainnya, hasil uji lanjut Rochmah dan Rahayu (2021) juga mengatakan bahwa ekstrak tauge memiliki pengaruh yang sebanding dengan IBA terhadap peningkatan jumlah akar tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Fadhillah (2015), bahwa penggunaan ekstrak tauge sebanyak 20 g/L menunjukkan hasil terbaik pada parameter jumlah akar kentang. Pendapat ini diperkuat kembali dengan hasil penelitian Erhani (2020) yang menunjukkan bahwa penambahan ekstrak tauge konsentrasi 10% dalam medium MS akan menghasilkan hasil terbaik pada parameter tinggi planlet, jumlah daun, berat basah, dan berat kering planlet kacang kedelai kultivar Anjasmoro.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai respon pertumbuhan planlet bayam merah terhadap pemberian ekstrak tauge pada medium *Murashige and Skoog* secara *in vitro*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai penggunaan ZPT alami berupa ekstrak tauge yang efektif bagi pertumbuhan planlet bayam merah secara *in vitro* sehingga mampu menjadi solusi dalam meningkatkan budidaya bayam merah.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] pada medium MS secara *in vitro* terhadap pertumbuhan planlet bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).
2. Mengetahui konsentrasi ekstrak tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] yang efektif bagi pertumbuhan planlet bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada medium MS secara *in vitro* berdasarkan parameter pertumbuhan tinggi planlet, persentase jumlah planlet hidup, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan karbohidrat terlarut total.

1.3 Kerangka Pemikiran

Sebagai salah satu komoditas tanaman sayur yang bernilai komersial dan permintaannya terus meningkat, bayam merah memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bagi yang mengkonsumsinya. Bayam merah mengandung protein, karbohidrat, serat, mineral, lemak, kalium, kalsium, mangan, dan vitamin (vitamin A, vitamin B2, vitamin B6, vitamin K, dan folat).

Sementara itu, tingkat budidaya bayam merah di Indonesia masih tergolong rendah dan cenderung tidak stabil sehingga diperlukan suatu upaya yang mampu meningkatkan budidaya tanaman bayam merah di Indonesia. Salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan teknik kultur *in vitro*. Medium yang paling sering digunakan untuk membudidayakan tanaman secara *in vitro* ialah medium *Murashige & Skoog* (MS). Penggunaan medium MS yang dikombinasikan dengan ekstrak taugé [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] pada konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% diduga mampu mempercepat pertumbuhan bayam merah. Ekstrak taugé digunakan sebagai pengganti auksin alami yang berfungsi dalam mendorong pertumbuhan dan pemanjangan sel pada tumbuhan seperti akar.

Taugé merupakan bahan organik yang relatif mudah dan terjangkau untuk didapatkan, ekstrak taugé mengandung konsentrasi senyawa zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang mampu berpengaruh terhadap fisiologis tumbuhan baik dalam jangka waktu pendek maupun panjang.

Berdasarkan kerangka pikir di atas, maka dilakukan penelitian mengenai respon pertumbuhan planlet bayam merah terhadap pemberian ekstrak taugé pada medium *Murashige and Skoog* secara *in vitro* yang diharapkan mampu mempercepat dan mengoptimalkan pertumbuhan planlet bayam merah yang akan tercermin pada pertumbuhan tinggi planlet, persentase jumlah planlet

hidup, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan karbohidrat terlarut total.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Terdapat pengaruh dari pemberian ekstrak taugé [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] pada medium MS terhadap pertumbuhan planlet bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara *in vitro*.
2. Terdapat konsentrasi ekstrak taugé [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] yang efektif bagi pertumbuhan planlet bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada medium MS secara *in vitro*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)

2.1.1 Klasifikasi

Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) termasuk ke dalam familia Amaranthaceae yang berasal dari Amerika dan hidup tersebar di daerah tropis ataupun subtropis, misalnya Indonesia (Yulianingsih, 2019).

Menurut Cronquist (1981) dalam tata nama tanaman bayam merah diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Classis	: Magnoliopsida
Ordo	: Caryophyllales
Familia	: Amaranthaceae
Genus	: <i>Amaranthus</i>
Species	: <i>Amaranthus tricolor</i> L.

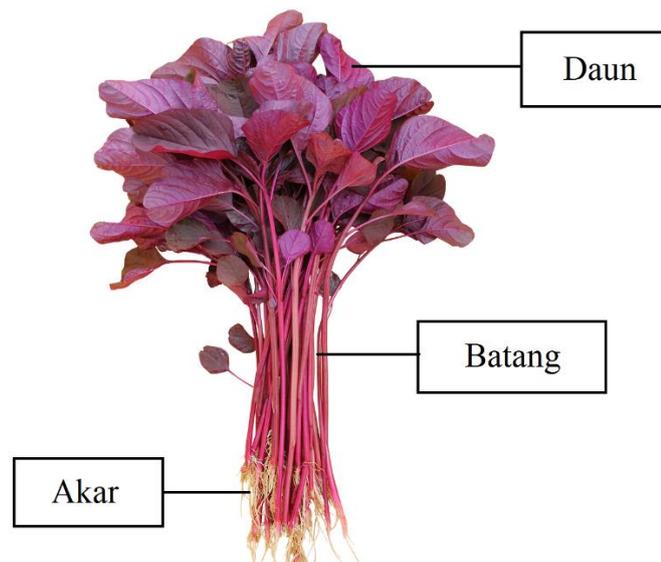
2.1.2 Morfologi

Secara morfologi tanaman bayam merah memiliki ciri khusus berupa batang dan daun yang berwarna merah. Bayam merah merupakan salah satu varietas bayam cabut

yang tergolong tanaman ternu (perdu) dengan ketinggian tanaman mencapai 1,5 m. Pada umumnya tanaman ini memiliki daun yang berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing, urat-urat daunnya jelas dan berwarna kemerahan pada bagian tepi serta tengah daun. Warna merah yang terdapat pada bayam merah tersebut menunjukkan adanya kandungan pigmen yang dapat digunakan sebagai zat pewarna alami. Selain itu, bayam merah juga memiliki akar berupa akar tunggang dengan sistem perakaran yang menyebar dangkal pada kedalaman 20 cm hingga 40 cm (Rukmana, 2008).

Batang bayam merah dapat tumbuh dengan tegak dan tinggi di atas permukaan tanah, tebal, berdaging, serta mengandung banyak air (*herbaceous*). Bunga tersusun dalam malai yang tumbuh tegak dan keluar dari ujung tanaman maupun dari ketiak – ketiak daun (Bandini dan Aziz, 2004). Bentuk malai bunga bayam merah memanjang menyerupai ekor kucing dan pembungaannya dapat berlangsung sepanjang musim atau tahun (Ariyanto, 2008).

Setiap malai (tandan) bunga bayam merah tumbuh tegak dan keluar dari bagian ujung tanaman maupun ketiak daun dengan pembungaan yang dapat berlangsung sepanjang musim atau tahun. Biji bayam merah berbelah dua (dikotil), berukuran sangat kecil dan memiliki warna kulit biji coklat tua mengkilap hingga hitam kelam, namun pada beberapa varietas maksi biji bayam merah berwarna putih hingga krem (Mardahlia dan Desriyeni, 2017). Secara lengkap morfologi bayam merah disajikan dalam **Gambar 1**.



Gambar 1. Morfologi Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) (Leckat, 2022)

2.1.3 Tanaman Bayam Merah

Salah satu ciri dari tanaman sebagai makhluk hidup ialah memiliki kesanggupan untuk tumbuh dan berkembang. Setiap tanaman akan tumbuh dan berkembang dengan cara yang berbeda – beda. Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai bertambahnya ukuran tanaman yang dapat diukur dari bertambah besar dan tingginya suatu organ tumbuhan secara keseluruhan yang merupakan hasil dari penambahan jumlah serta ukuran sel (Hapsari dkk., 2018). Pada tanaman, pertumbuhan dipengaruhi oleh beragam faktor, baik faktor yang terdapat pada benih tanaman itu sendiri (faktor internal) ataupun faktor yang berasal dari luar benih atau tanaman (faktor lingkungan atau faktor medium) (Darmawan dkk., 2015).

Menurut Nurcahyani dkk. (2016), gen membutuhkan waktu dan kondisi yang sesuai untuk diekspresikan dalam siklus pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pertumbuhan tanaman dapat dibuktikan dengan adanya penambahan jumlah

dan ukuran sel yang menggambarkan pertumbuhan protoplasma (Hapsari, 2018). Selanjutnya, Campbell *et al.* (2010) menambahkan bahwa pertumbuhan dapat ditentukan dengan peningkatan ukuran dan diameter tumbuhan, pertumbuhan panjang, lebar, atau luas, serta pertambahan volume, masa, atau berat (segar maupun kering).

Bayam merah sangat cocok ditanam pada tanah gembur dengan derajat keasaman (pH) antara 6 - 7. Pada proses pertumbuhan bayam merah membutuhkan cukup banyak air, sehingga baik ditanam pada awal musim hujan yaitu bulan Oktober – November, walaupun demikian, bayam merah dapat tumbuh sepanjang tahun dengan ketinggian 5 – 2.000 mdpl pada kelembaban 40 – 60%. Umumnya, panen pertama pada bayam merah dapat dilakukan ketika telah mencapai umur 20 hingga 30 hari setelah tanam (HST) (Supriati dan Herlina, 2010).

Menurut Saparinto (2013), bayam merah merupakan tanaman yang dapat ditanam di kebun dan pekarangan rumah karena tanaman ini dapat tumbuh sepanjang tahun, baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Bayam merah juga dapat tumbuh dan hidup pada tanah liat dengan pemberian pupuk kandang yang cukup sebagai asupan nutrisi selama pertumbuhannya. Waktu tanam yang baik bagi bayam merah ialah awal musim hujan atau awal musim kemarau. Selain itu, bayam merah akan tumbuh dengan baik apabila ditanam pada tanah dengan derajat keasaman (pH) antara 6 – 7. Jika derajat keasaman (pH) kurang dari 6, maka bayam merah tidak akan tumbuh dengan optimal, sedangkan jika derajat keasaman (pH) di atas 7, maka bayam merah akan mengalami klorosis atau timbulnya warna putih kekuning-kuningan, terutama pada daun

yang masih muda. Suhu udara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal bayam merah ialah antara 20 °C –32 °C. Selanjutnya, berdasarkan kandungan nutrisi yang dimiliki bayam merah dalam penelitian Rizki (2013) mengatakan bahwa setiap 100 gram bayam merah mengandung protein, karbohidrat, kalori, vitamin (vitamin A, B1, C, E, dan folat), dan mineral berupa kalsium, fosfor, serta zat besi.

2.2 Kultur *In Vitro*

Kultur *in vitro* tanaman ialah suatu usaha budidaya tanaman secara aseptik dalam medium buatan yang mengandung nutrisi lengkap dan sumber energi (Ziraluo, 2021). Teknik kultur *in vitro* dilakukan secara aseptik dalam wadah tertutup (misalnya botol kaca) dan tembus cahaya agar bagian tanaman yang dibudidayakan dapat tumbuh, berkembang, dan beregenerasi menjadi suatu tanaman baru yang lengkap (Karyanti dkk., 2018).

Kultur *in vitro* terdiri dari beberapa tahapan diantaranya tahap persiapan, tahap pembuatan medium, dan tahap inokulasi eksplan. Tahap persiapan merupakan tahapan yang bertujuan untuk memastikan alat dan bahan telah tersedia. Salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menunjang keberhasilan kultur *in vitro* ialah dengan menciptakan kondisi aseptik, oleh sebab itu alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan kultur *in vitro* harus disterilisasi. Selain itu, kultur *in vitro* juga membutuhkan lingkungan yang terkontrol sehingga keberadaan laboratorium sangat dibutuhkan. Tahap selanjutnya ialah pembuatan medium. Medium yang digunakan dalam kultur *in vitro* umumnya merupakan medium buatan yang mengandung kombinasi antara unsur hara makro, mikro, vitamin, sumber energi dan zat pengatur tumbuh (ZPT). Terakhir, tahap inokulasi planlet yaitu

penanaman planlet (bahan tanam) pada medium. (Kurnianingsih dkk., 2020).

Beberapa manfaat dari kultur *in vitro* tanaman bayam merah diantaranya ialah mampu melestarikan tanaman (Azizi, 2017), menghasilkan tanaman bebas virus (Basri, 2016), berperan saat pembibitan tanaman (Sudrajad, 2012), serta mampu menghasilkan varietas tanaman baru dengan rekayasa genetika (Purnamaningsih dan Sukmadjaja, 2016).

Kelebihan kultur *in vitro* lainnya antara lain pengadaan bibit yang tidak bergantung dengan musim dan bibit dapat dibudidayakan dalam jumlah banyak dengan waktu yang singkat. Selain itu bibit yang dihasilkan seragam, bebas dari hama maupun penyakit (Kurnianingsih dkk., 2020), dan mampu membantu proses pemuliaan tanaman untuk pencapaian tujuan penelitian pada tanaman yang dapat diperbanyak secara vegetatif (Yuniardi, 2019). Benih hasil teknik kultur *in vitro* ini juga diharapkan mampu menghasilkan tanaman baru yang bersifat unggul (Nurchayani, 2022).

Dalam penggunaan metode kultur *in vitro*, komposisi dari medium yang akan digunakan merupakan salah satu unsur keberhasilan kultur tanaman. Hal ini disebabkan karena pada medium kultur *in vitro* tidak hanya menyediakan unsur hara makro dan mikro tetapi juga karbohidrat yang umumnya didapatkan dari atmosfer melalui proses fotosintesis. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, pada medium kultur *in vitro* juga dapat ditambahkan vitamin, asam amino, dan juga zat pengatur tumbuh (ZPT) (Ziraluo, 2021).

2.3 Medium *Murashige and Skoog*

Salah satu faktor utama dalam perbanyakan tanaman *in vitro* ialah medium. Medium merupakan tempat bagi eksplan maupun jaringan tanaman untuk tumbuh dan mengambil nutrisi yang mendukung proses kehidupan tanaman (Nurchayani, 2022). Medium *Murashige and Skoog* (MS) merupakan medium yang paling sering digunakan untuk perbanyakan tanaman secara kultur *in vitro* dengan pemberian komposisi baik penuh maupun penurunan atau peningkatan (Nasution dkk., 2021).

Berbagai komposisi medium kultur telah diformulasikan dan dikembangkan untuk dapat mengoptimalkan pertumbuhan serta perkembangan tanaman yang dikulturkan. Tidak hanya menyediakan unsur hara lengkap seperti unsur hara makro dan mikro yang sesuai bagi calon tanaman, tetapi medium kultur juga haruslah mengandung gula, vitamin, dan ZPT (Inkiriwang, 2016).

Medium merupakan faktor utama yang mempengaruhi dalam proses perbanyakan dengan kultur *in vitro*, karena secara umum keberhasilan perbanyakan dan perkembangbiakan tanaman dengan metode kultur *in vitro* sangat bergantung pada jenis medium yang digunakan. Hal tersebut disebabkan karena medium tumbuh pada kultur *in vitro* sangat besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan planlet serta bibit yang akan dihasilkan. Selain itu, larutan stok perlu ditimbang dan dibuat guna memenuhi segala komponen yang diperlukan untuk membuat medium kultur. Proses pembuatan medium selanjutnya adalah menyiapkan medium dasar MS dengan cara menambahkan senyawa – senyawa makro, mikro, serta komponen tambahan lainnya yang sudah disediakan dalam bentuk larutan – larutan stok (Tuhuteru, 2012).

Medium MS merupakan salah satu medium yang paling sering digunakan dalam kultur *in vitro* dan mengandung garam – garam anorganik yang tinggi. Pemakaian dan penggunaan medium MS sangat luas karena medium MS mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap sehingga dapat digunakan pada berbagai jenis tanaman. Komposisi medium MS terdiri dari unsur hara makro, unsur hara mikro, besi, vitamin, myo inositol, sukrosa, dan bahan pematat (agar). Unsur hara makro MS terdiri dari: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, KH_2PO_4 , $NH_4 \cdot NO_3$, KNO_3 , dan $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, sedangkan unsur hara mikro terdiri dari: $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$, H_3BO_3 , $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 4H_2O$, $CuSO_4 \cdot 2H_2O$, KI, dan $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, besi yaitu $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dan Na_2EDTA . Kemudian, vitamin terdiri dari: *Thiamine-HCl*, *Pyridoxine-HCl*, *Nicotinic Acid* dan *Glycine* (George and Sherrington, 1984).

Dalam penelitian, Setiawati dkk. (2018) menyatakan bahwa penurunan komposisi medium MS sebesar 25-50% akan menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik terhadap semua parameter yang diamati. Disisi lain, persentase tumbuh, jumlah dan tinggi tunas anggrek *Cymbidium* secara umum lebih tinggi pada medium $\frac{1}{4}$ dan $\frac{1}{2}$ MS dibandingkan pada medium 1 MS (Pratama dan Nilahayati, 2018).

Selain dapat dikulturkan pada medium cair, planlet juga dapat dikulturkan menggunakan matriks padat atau setengah padat. Kebanyakan kultur statis menggunakan matriks agar – agar. Keasaman medium juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam kultur *in vitro* tanaman. Pada umumnya, keasaman medium yang optimal untuk digunakan ialah kisaran 5,6 – 5,8. Hal ini disebabkan karena medium yang terlalu asam ($pH < 4,5$) atau terlalu basa ($pH > 7,0$) berpotensi untuk menghambat pertumbuhan dan perkembangan pada planlet (Zulkarnain, 2011).

2.4 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) umum didefinisikan sebagai senyawa organik bukan nutrisi yang aktif dalam konsentrasi rendah dan dapat menimbulkan tanggap baik secara biokimia, fisiologis, maupun morfologis. Salah satu peran yang dimiliki oleh ZPT ialah mampu mengatur percepatan pertumbuhan dari masing – masing jaringan dan mengintegrasikan bagian – bagian tersebut agar menghasilkan bentuk yang dikehendaki (Lestari, 2011).

Zat pengatur tumbuh yang memiliki peranan penting dalam mengontrol proses biologi pada tanaman, antara lain mengatur kecepatan pertumbuhan dari planlet, dalam pertumbuhan aktivitas ZPT bergantung dengan jenis, struktur kimia, genotip tanaman serta fase fisiologis tanaman (Nurcahyani, 2022). Terdapat dua jenis hormon tanaman yang sangat umum dan sering digunakan dalam proses propagasi secara *in vitro*, yaitu auksin dan sitokinin (Herawan, 2015). Selain penggunaan jenis ZPT, keberhasilan perbanyakan tanaman secara vegetatif juga akan sangat bergantung dengan konsentrasi ZPT yang diberikan (Muslimah dkk., 2016).

Sebagai suatu alternatif penunjang dalam proses pembudidayaan maka diperlukan medium dan ZPT alami yang tepat guna mendapatkan hasil yang baik. Banyak para petani yang telah mengaplikasikan ZPT eksogen atau kimia karena memberikan hasil yang cepat, namun penggunaan ZPT endogen atau alami juga merupakan suatu alternatif sebab mudah diperoleh disekitar kita dengan pengeluaran dana yang relatif murah dan aman digunakan, misalnya ZPT alami yang berasal dari umbi bawang merah, kecambah kacang hijau, dan air kelapa. Hal ini disebabkan karena kandungan hormon dari golongan auksin seperti NAA, IAA, IBA, dan 2,4 – *Dichlorophenoxyacetic acid* (2,4 – D) yang terdapat pada umbi bawang merah, kecambah kacang hijau, dan air

kelapa mampu untuk meningkatkan tekanan osmotik, permeabilitas sel, mengurangi tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein yang dapat menunjang terjadinya pemanjangan sel, serta meningkatkan plastisitas dan mengembangkan dinding sel (Maulida, 2021).

Zat pengatur tumbuh dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu ZPT sintetis dan ZPT alami. ZPT alami merupakan ZPT yang dapat diperoleh secara langsung di alam dan berasal dari bahan – bahan organik. Beberapa contoh bahan alami yang umumnya dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai ZPT alami ialah air kelapa, ekstrak taugé, ekstrak bawang merah, dan rebung (Jariah dkk., 2022).

Zat pengatur tumbuh alami dapat diekstrak dari senyawa bioaktif tanaman yang dapat diperoleh dengan mudah, murah, dan memiliki kemampuan yang sama atau lebih dari ZPT sintetis dalam memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Umumnya, ZPT alami berasal dari jaringan muda tanaman seperti air kelapa muda dan ekstrak kecambah kacang hijau (taugé) (Arif dkk., 2016).

Sitokinin menjadi satu dari sekian hormon yang memiliki fungsi dalam proses mendorong pembelahan (sitokinesis), meningkatkan jumlah dan ukuran daun, serta menunda penebaran daun, bunga, dan buah dengan cara mengontrol dengan optimal proses kemunduran yang mengakibatkan kematian sel tanaman. Dalam kultur *in vitro*, sitokinin memiliki peranan dalam meningkatkan laju sintesis protein sehingga mendorong dalam proses pembelahan dan pembesaran sel (Rosyidah dkk., 2014).

Salah satu ZPT yang jika digunakan secara optimal dapat meningkatkan pembelahan sel di jaringan meristem yang mampu mempercepat pertumbuhan tanaman, terutama pada tinggi tanaman

ialah auksin (Azka, 2017). Auksin mampu menginduksi pemanjangan sel dan memiliki peran ganda tergantung pada struktur kimia, konsentrasi, dan bagian tanaman yang diberikan perlakuan. Selain itu, auksin juga mampu berperan dalam menginduksi proses pembelahan dan diferensiasi sel supaya dapat berubah menjadi perakaran (Yuniati dkk., 2018).

Proses pemanjangan sel – sel akar pada tanaman pada dasarnya akan dipengaruhi oleh mekanisme kerja auksin. Auksin akan mempengaruhi pelenturan dinding sel yang kemudian mengakibatkan memanjangnya sel tumbuhan karena air masuk secara osmosis. Selain mempercepat pemanjangan sel yang menyebabkan pemanjangan akar dan batang, auksin juga memiliki beberapa peranan lain, misalnya dengan adanya kombinasi antara auksin dan giberelin akan mempercepat perkembangan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel pada kambium serta proses diferensiasi sel tumbuhan (Pamungkas dan Puspitasari, 2019).

2.5 Ekstrak Tauge

Tauge merupakan tanaman yang memiliki beberapa kandungan antioksidan ataupun zat yang berhubungan dengan antioksidan seperti fitosterol, vitamin E (α – tokoferol), fenol, dan beberapa mineral lainnya seperti zinc, mangan, besi, selenium, serta tembaga (Emilda, 2020).

Ekstrak tauge mengandung konsentrasi senyawa ZPT seperti auksin 1,68 mg/L, giberelin 39,94 mg/L, dan sitokinin 96,26 mg/L (Ulfa, 2014). Amilah dan Astuti (2006) menyatakan bahwa konsentrasi ekstrak tauge memiliki pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan angrek bulan dengan hasil pertumbuhan terbaik muncul pada konsentrasi ekstrak kecambah 160 mg/L. Berdasarkan penelitian

Pamungkas dan Nopiyanto (2020), perendaman ekstrak taugé terhadap pertumbuhan tebu menunjukkan hasil terbaik pada perlakuan konsentrasi 40% dengan hasil rata – rata tinggi tanaman yaitu 93,2 cm, jumlah helai daun tertinggi 4,77 helai, rata – rata diameter batang tanaman tertinggi 6,02 mm, serta hasil berat kering tanaman yang paling baik 1,89 gram. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Risnandar (2017) menunjukkan bahwa lama perendaman selama 3 jam akan berpengaruh baik terhadap jumlah daun dan tinggi tunas tanaman stek jambu varietas *super green jumbo*.

Menurut Fadhillah (2015), penggunaan ekstrak taugé 20 g/L pada medium MS modifikasi terhadap pertumbuhan planlet kentang varietas Granola memperlihatkan hasil terbaik berdasarkan parameter pengamatan jumlah akar planlet. Nurmiati dan Zulkarnain (2019) juga mengatakan bahwa perendaman benih terong pada ekstrak taugé memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perkecambahan. Hal tersebut juga dapat terjadi dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak dan lama perendaman yang dilakukan.

Hasil uji lanjut sumber hormon yang dilakukan oleh Rochmah dan Rahayu (2021) pun menunjukkan bahwa ekstrak taugé mempunyai pengaruh yang sebanding dengan IBA sehingga ekstrak taugé dapat dijadikan alternatif pengganti hormon IBA untuk meningkatkan jumlah akar. Hal ini didukung oleh pernyataan Sunandar dkk. (2017) yang menyampaikan bahwa ekstrak taugé mengandung kandungan auksin berupa IAA 3,74% dan IBA 1,88%.

Ekstrak taugé mampu digunakan sebagai alternatif pengganti hormon IBA dalam proses aklimatisasi. Kandungan hormon auksin dan giberelin yang dimiliki oleh ekstrak taugé dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini disebabkan karena giberelin merupakan senyawa fitohormon yang mampu meningkatkan

pembelahan dan pertumbuhan sel yang mengakibatkan terjadinya pemanjangan batang. Selain itu, hormon auksin juga mampu mempengaruhi pemanjangan sel. Namun, akan lebih efektif jika diberikan pada potongan – potongan organ tanaman, sedangkan hormon giberelin lebih efektif jika digunakan pada tanaman yang utuh (Asra dkk., 2020).

2.6 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan zat gizi yang memiliki peranan penting dalam kehidupan sehari – hari, karena merupakan salah satu sumber kebutuhan energi utama bagi manusia dan hewan (Nurfadilah dan Herawati., 2019). Secara garis besar, karbohidrat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu karbohidrat sederhana berupa monosakarida, disakarida, dan oligosakarida, serta karbohidrat kompleks yang terdiri atas polisakarida dan serat (polisakarida non pati). Unsur – unsur yang menyusun karbohidrat terdiri dari karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) (Siregar, 2014).

Pada dasarnya proses fotosintesis akan menghasilkan karbohidrat, terutama glukosa. Bagi tumbuhan, glukosa mampu membentuk beragam jenis karbohidrat penting lainnya seperti selulosa, sukrosa, dan amilum atau pati. Amilum yang terdapat di dalam tumbuhan akan banyak tersimpan pada akar, umbi, maupun biji – bijian dalam bentuk butir – butir amilum yang semula terdapat di dalam kloroplas sebagai hasil dari fotosintesis. Mayoritas tumbuhan dikotil dan beberapa tumbuhan monokotil mulai mengumpulkan pati pada daun segera setelah terjadi proses fotosintesis yang berjalan secara cepat, sehingga tumbuhan dikotil akan mempunyai daun pati sedangkan tumbuhan monokotil akan mempunyai daun gula (Utami, 2010).

Keberadaan karbohidrat dalam suatu tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya: umur panen, apabila umur panen rendah maka jumlah karbohidrat dalam bahan makanan juga akan rendah (Yaningsih dkk., 2013). Pemanasan, suhu yang terdapat dalam proses maupun tahap pemanasan sangat berpengaruh karena akan menyebabkan pati rusak, semakin tinggi suhu maka pati akan berubah menjadi pati yang tergelatinisasi (Mukti dkk., 2018). Penyimpanan, semakin lama penyimpanan maka karbohidrat akan semakin menurun (Kusumiyati dkk., 2017).

Karbohidrat merupakan golongan senyawa yang dapat dihidrolisis menjadi polisakarida, keton, dan aldehid. Pada tumbuhan, karbohidrat dapat berupa amilum atau pati. Pati merupakan polimer yang dibentuk dari glukosa kelompok monomer yang dihubungkan dengan rantai yang serupa dengan maltosa, contohnya amilosa dan amilopektin. Amilosa dapat menghasilkan warna biru, sedangkan amilopektin akan memberikan warna merah ungu jika dilarutkan ke dalam larutan iodin (Nurchayani dkk., 2019).

Nurchayani dkk. (2019) juga mengatakan bahwa kandungan karbohidrat dipengaruhi oleh beberapa faktor luar seperti pengaruh air. Umumnya, daun yang layu mengandung banyak amilum yang telah berubah menjadi gula sukrosa dan beberapa monosakarida. Ketersediaan air yang cenderung berlebihan akan menambah kegiatan penyusunan amilum, konsentrasi ion - ion H^+ , dan perubahan pH yang membawa perubahan kerja enzim, apabila lingkungannya mengalami perubahan pH, maka enzim akan bekerja secara berlawanan. Pada pH > 7 akan banyak terbentuk gula, sedangkan gula akan terbentuk amilum lagi apabila pH telah turun menjadi di bawah 7.

III. METODE KERJA

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - April 2023 di ruang Kultur *In Vitro*, Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

3.2.1 Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Laminar Air Flow* (LAF) merk ESCO, *autoclave*, neraca analitik, *scalpel*, cawan petri, Erlenmeyer, corong, botol kultur, gelas ukur, labu ukur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, kompor, *beaker glass*, *magnetic stirrer*, panci, *hotplate*, pinset, spektrofotometer UV/Vis, kuvet, mortar, alu, pipet tetes, gunting, pH meter, penggaris, pena, batang pengaduk, dan kamera handphone.

3.2.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan adalah benih bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) MIRA® Cap Panah Merah, taube, medium *Murashige and Skoog* (MS) merk *PhytoTech Labs*, agar – agar, gula, aquades, alkohol 96%, alkohol 70%, *aluminium foil*, kertas saring Whatman No.1, tisu, *plastic wrap*, plastik anti panas, karet gelang, kertas label, *bayclin*, deterjen, fenol, H₂SO₄, kalium hidroksida (KOH), dan asam klorida (HCl).

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu konsentrasi ekstrak taube [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] yang terdiri dari 5 taraf konsentrasi. Taraf konsentrasi yang digunakan merujuk kepada penelitian Erhani (2020) yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Masing – masing konsentrasi diulang sebanyak 5 kali ulangan dan setiap ulangan terdiri dari 5 planlet benih bayam merah dalam tiap botol kultur, sehingga total botol kultur yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 25 botol. Tata letak percobaan pada penelitian ini ditunjukkan dalam **Tabel 1**.

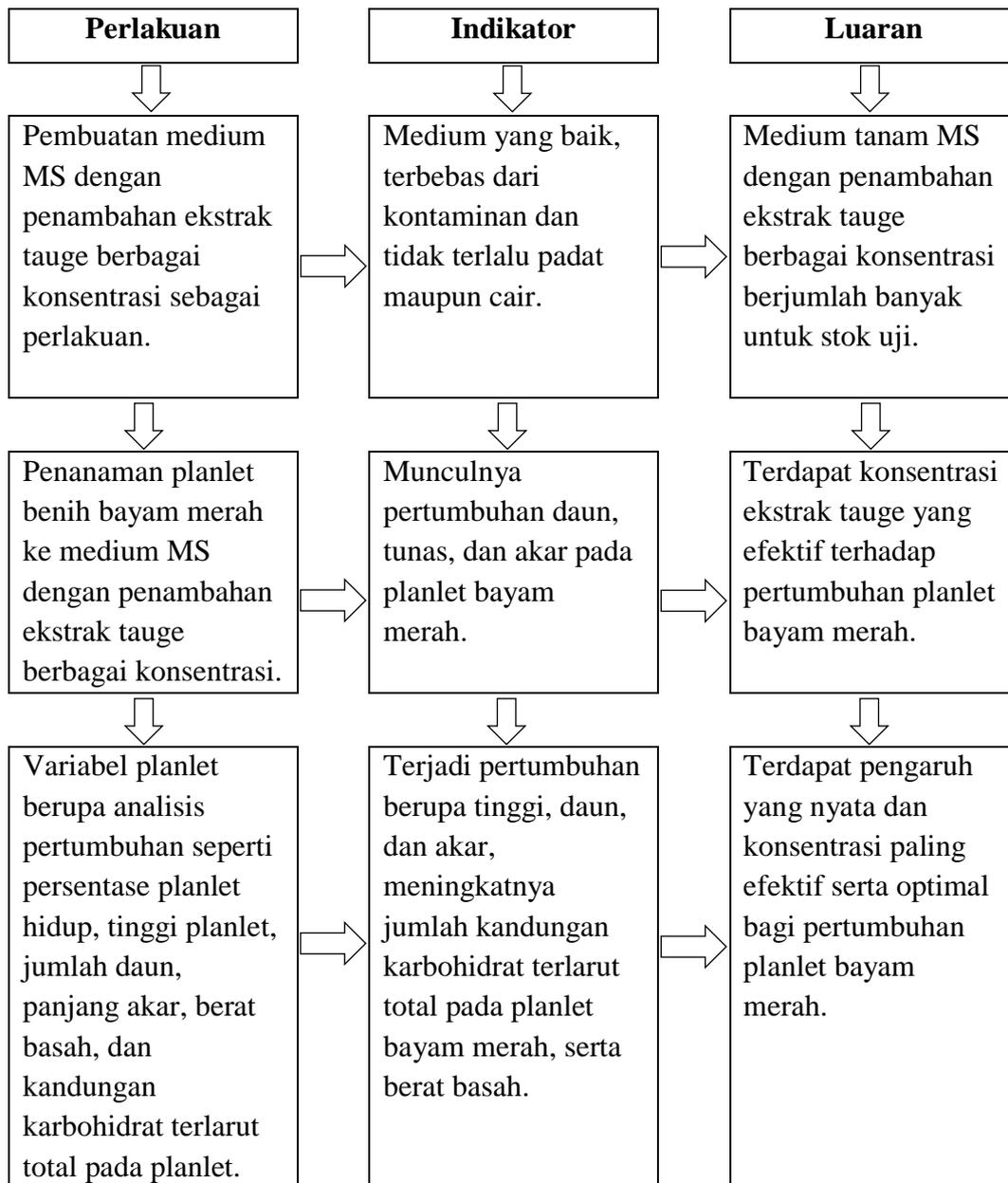
Tabel 1. Tata Letak Satuan Percobaan

MK ₂ U ₂	MK ₄ U ₅	MK ₂ U ₅	MK ₅ U ₂	MK ₁ U ₄
MK ₄ U ₁	MK ₂ U ₁	MK ₄ U ₃	MK ₄ U ₂	MK ₃ U ₃
MK ₃ U ₅	MK ₃ U ₄	MK ₅ U ₄	MK ₁ U ₁	MK ₃ U ₁
MK ₄ U ₄	MK ₅ U ₁	MK ₂ U ₄	MK ₃ U ₂	MK ₁ U ₂
MK ₂ U ₃	MK ₁ U ₃	MK ₁ U ₅	MK ₅ U ₃	MK ₅ U ₅

Keterangan :MK₁ : Medium MS + Konsentrasi 0%MK₂ : Medium MS + Konsentrasi 5%MK₃ : Medium MS + Konsentrasi 10%MK₄ : Medium MS + Konsentrasi 15%MK₅ : Medium MS + Konsentrasi 20%U₁ – U₅ : Ulangan 1 – Ulangan 5**3.4 Bagan Alir Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

1. Penentuan konsentrasi ekstrak taugé yang digunakan untuk pertumbuhan planlet bayam merah secara *in vitro*.
2. Penanaman planlet berupa benih bayam merah dalam medium *Murashige and Skoog* yang sudah ditambahkan ekstrak taugé pada masing – masing konsentrasi.
3. Data dihomogenkan kemudian dianalisis dengan variabel persentase jumlah planlet hidup, tinggi planlet, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan karbohidrat planlet bayam merah. Tahap penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut.

3.5.1 Sterilisasi Alat

Alat – alat yang akan digunakan dalam penelitian dicuci pada air mengalir menggunakan deterjen dan dibilas hingga bersih, kemudian dibungkus dengan kertas untuk disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121 °C dengan tekanan 1 atm selama 30 menit. Selanjutnya, dilakukan penyimpanan peralatan yang telah disterilkan ke dalam oven.

3.5.2 Pembuatan Larutan Stok Ekstrak Tauge

Larutan stok dibuat dengan merujuk pada percobaan yang telah dilakukan Ulfa (2014), yaitu 100 g tauge dibersihkan dan ditambahkan 100 ml aquades lalu diblender hingga halus. Ekstrak tauge dituang ke dalam Erlenmeyer dan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1 sehingga diperoleh ekstrak tauge dengan konsentrasi 100%. Selanjutnya, untuk mendapatkan masing – masing konsentrasi ekstrak tauge dalam perlakuan perlu dilakukan pengenceran. Pengenceran dilakukan menggunakan perhitungan dalam **Lampiran 1** yang kemudian disajikan dalam **Tabel 2** dengan rumus sebagai berikut.

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

Keterangan :

V_1 = Volume larutan ekstrak tauge yang dibutuhkan

M_1 = Konsentrasi larutan ekstrak tauge yang tersedia

V_2 = Volume larutan yang diinginkan

M_2 = Konsentrasi larutan yang diinginkan

Tabel 2. Tabel Pengenceran Ekstrak Tauge

Konsentrasi	Volume Ekstrak Tauge Konsentrasi 100% (ml)	Volume Aquades untuk Medium 200 ml (ml)
0%	0	200
5%	10	190
10%	20	180
15%	30	170
20%	40	160

3.5.3 Pembuatan Medium

Pembuatan medium perlakuan dalam penelitian ini menggunakan pemberian ekstrak tauge (0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%) yang dilakukan sesuai dengan masing – masing konsentrasi. Proses pembuatan medium perlakuan ini terdiri dari beberapa tahapan, sebagai berikut.

1. Dibuat medium perlakuan sebanyak 200 ml pada masing – masing konsentrasi.
 - a. Konsentrasi perlakuan 0% dibuat dengan mencampurkan 0,886 g medium MS dengan 6 g gula yang dilarutkan dalam 100 ml aquades pada *beaker glass*, lalu ditambahkan ekstrak tauge konsentrasi 0% (tanpa ekstrak) dan dihomogenkan sehingga volume medium tetap 100 ml. Kemudian dimasukkan aquades sebanyak 100 ml hingga total volume medium perlakuan menjadi 200 ml, lalu dihomogenkan kembali.
 - b. Konsentrasi perlakuan 5% dibuat dengan mencampurkan 0,886 g medium MS dengan 6 g gula yang dilarutkan dalam 100 ml aquades pada *beaker glass*, lalu ditambahkan ekstrak tauge konsentrasi 5% yang diambil dari larutan stok ekstrak tauge 100% sebanyak 10 ml, lalu dihomogenkan. Kemudian ditambahkan kembali aquades sebanyak 90 ml supaya volume larutan medium perlakuan menjadi 200 ml, lalu dihomogenkan kembali.

- c. Konsentrasi perlakuan 10% dibuat dengan mencampurkan 0,886 g medium MS dengan 6 g gula yang dilarutkan dalam 100 ml aquades pada *beaker glass*, lalu ditambahkan ekstrak tauge konsentrasi 10% yang diambil dari larutan stok ekstrak tauge 100% sebanyak 20 ml, lalu dihomogenkan. Kemudian ditambahkan kembali aquades sebanyak 80 ml supaya volume larutan medium perlakuan menjadi 200 ml, lalu dihomogenkan kembali.
 - d. Konsentrasi perlakuan 15% dibuat dengan mencampurkan 0,886 g medium MS dengan 6 g gula yang dilarutkan dalam 100 ml aquades pada *beaker glass*, lalu ditambahkan ekstrak tauge konsentrasi 15% yang diambil dari larutan stok ekstrak tauge 100% sebanyak 30 ml, lalu dihomogenkan. Kemudian ditambahkan kembali aquades sebanyak 70 ml supaya volume larutan medium perlakuan menjadi 200 ml, lalu dihomogenkan kembali.
 - e. Konsentrasi perlakuan 20% dibuat dengan mencampurkan 0,886 g medium MS dengan 6 g gula yang dilarutkan dalam 100 ml aquades pada *beaker glass*, lalu ditambahkan ekstrak tauge konsentrasi 20% yang diambil dari larutan stok ekstrak tauge 100% sebanyak 40 ml, lalu dihomogenkan. Kemudian ditambahkan kembali aquades sebanyak 60 ml sehingga volume larutan medium perlakuan menjadi 200 ml, lalu dihomogenkan kembali.
2. Larutan medium perlakuan yang telah homogen kemudian dimasukkan ke dalam panci secara bergantian dan diukur derajat keasamannya menggunakan pH meter hingga mencapai derajat keasaman yang sesuai yaitu 5,7. Jika medium terlalu basa maka ditambahkan HCl dan apabila terlalu asam maka ditambahkan KOH.
 3. Dimasukkan 1,4 g/200 ml agar – agar ke dalam panci yang telah berisi larutan medium perlakuan dengan ekstrak tauge berbagai

konsentrasi, lalu dimasak dan diaduk hingga mendidih. Setelah mendidih, medium dituangkan ke dalam botol kultur masing – masing sebanyak 20 ml.

4. Botol kultur kemudian ditutup menggunakan *aluminium foil* dan plastik anti panas yang direkatkan menggunakan karet gelang, lalu diberi label menggunakan pensil.

3.5.4 Sterilisasi Medium

Medium yang telah dituang ke dalam botol kultur kemudian disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Medium yang telah selesai disterilkan kemudian dipindahkan pada rak kultur selama 3 – 4 hari sebelum digunakan, untuk memastikan tidak ditemukannya kontaminan pada medium. Sebab, sterilisasi medium ini dilakukan dengan tujuan agar medium yang telah dibuat steril dan terbebas dari berbagai kemungkinan penyebab kontaminan.

3.5.5 Sterilisasi *Laminar Air Flow* (LAF)

Laminar Air Flow (LAF) atau tempat penanaman disterilkan dengan cara disambungkan kabel LAF pada sumber arus listrik dan dihidupkan, kemudian ditunggu selama 3 menit hingga alarm berbunyi. Ditekan tombol tanda lampu untuk menghidupkan lampu UV selama 15 sampai 30 menit. Setelah lampu UV selesai digunakan, barulah dinyalakan blower. Kemudian pada permukaan dan dinding LAF disemprotkan alkohol 70%, lalu dibersihkan dengan dilap menggunakan tisu.

3.5.6 Penanaman Planlet Bayam Merah

Penanaman planlet benih bayam merah dilakukan pada medium *Murashige and Skoog* dengan pemberian ekstrak taugé (0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%). Proses penanaman benih dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Langkah pertama, sebanyak 250 benih bayam merah direndam dalam *bayclin* 10% selama 5 menit. Kemudian, benih bayam merah direndam dalam larutan alkohol 70% selama 3 menit. Selanjutnya, benih bayam merah dibilas menggunakan aquades lalu dipindahkan ke dalam cawan petri. Benih ditanam dalam medium perlakuan dengan penambahan ekstrak taugé. Setiap botol kultur ditanami 5 benih bayam merah, sehingga total benih yang ditanam berjumlah 125 dalam 25 botol kultur. Benih – benih bayam merah kemudian ditumbuhkan hingga menjadi planlet pada medium *Murashige and Skoog*. Kultur diinkubasi pada ruangan dengan penyinaran ± 1000 lux, 24 jam/hari, dan suhu $\pm 20^{\circ}\text{C}$ selama 3 minggu.

3.5.7 Pengamatan

Variabel yang diamati dan diukur dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ekstrak taugé terhadap pertumbuhan planlet benih bayam merah pada medium *Murashige and Skoog* secara *in vitro*. Variabel yang diamati dan diukur terdiri dari:

1. Persentase Jumlah Planlet Hidup

Pengambilan data dilakukan dari minggu pertama hingga minggu ketiga setelah perlakuan dengan menggunakan metode perhitungan menurut Nurcahyani dkk. (2014), yaitu:

$$\frac{\text{Jumlah planlet hidup}}{\text{Jumlah seluruh planlet}} \times 100\%$$

2. Tinggi Planlet (cm)

Tinggi planlet diukur dari luar botol menggunakan penggaris dimulai dari permukaan medium hingga titik tumbuh untuk mengetahui pertambahan pertumbuhan tinggi planlet pada hari terakhir pengamatan setelah 3 minggu masa tanam.

3. Jumlah Daun (Helai)

Jumlah daun dihitung berdasarkan banyaknya daun baru yang muncul pada planlet bayam merah. Pengamatan dilakukan pada hari terakhir pengamatan setelah 3 minggu masa tanam.

4. Panjang Akar (cm)

Pengamatan dilakukan pada hari terakhir pengamatan setelah 3 minggu masa tanam. Pengukuran panjang akar dilakukan dengan mengukur akar yang tumbuh menggunakan penggaris dimulai dari titik munculnya akar hingga ujung akar. Akar yang diukur merupakan akar terpanjang yang terdapat dalam satu planlet bayam merah.

5. Berat Basah (g)

Pengamatan dilakukan pada hari terakhir pengamatan setelah 3 minggu masa tanam. Pengukuran berat basah dilakukan dengan cara dikeluarkan seluruh bagian tanaman yang akan diukur berat basahnya dari dalam botol kultur, lalu dibersihkan untuk ditimbang.

6. Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total (mg/L)

Pengamatan dilakukan pada hari terakhir pengamatan setelah 3 minggu masa tanam. Analisis kandungan karbohidrat dilakukan menggunakan metode fenol-sulfur dengan spektrofotometer UV. Bahan yang digunakan ialah daun dan batang planlet bayam merah yang telah diberikan perlakuan

berupa kombinasi medium MS dengan ekstrak tauge. Sebanyak 0,1 g daun dan batang planlet bayam merah diambil dan ditumbuk menggunakan mortar, lalu ditambahkan aquades sebanyak 10 ml. Larutan disaring dengan kertas saring Whatman No. 1, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Filtrat diambil sebanyak 1 ml kemudian ditambahkan 1 ml H₂SO₄, dan 2 ml fenol lalu filtrat dimasukkan ke dalam kuvet. Selanjutnya, dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang (λ) 490 nm (Nurcahyani dkk., 2019).

Dibuat plot kurva standar dan hasil absorbansi larutan standar diubah menjadi persamaan regresi linier sehingga diperoleh persamaan, sebagai berikut.

$$Y = ax + b$$

Keterangan:

Y = nilai absorbansi

a = nilai persamaan regresi larutan standar

b = nilai persamaan regresi larutan standar

x = kadar gula yang dicari (μ /mol)

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pertumbuhan planlet bayam merah dengan perlakuan penambahan ekstrak tauge pada medium *Murashige and Skoog* secara *in vitro* berupa data kuantitatif. Data kuantitatif diperoleh dari setiap variabel yang dihomogenkan menggunakan metode uji Levene pada taraf nyata 5% lalu dilanjutkan dengan analisis *One Way ANOVA* pada taraf nyata 5%. Selanjutnya, jika data menunjukkan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian ekstrak tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata pada tinggi planlet, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan kandungan karbohidrat terlarut total bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).
2. Konsentrasi ekstrak tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] yang paling efektif bagi pertumbuhan planlet bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada medium MS secara *in vitro* yaitu 5%.

5.2 Saran

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan planlet bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) disarankan untuk memberikan ZPT alami berupa ekstrak tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] dengan konsentrasi 5% (10 ml ekstrak tauge dalam 200 ml aquades).
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pemberian ekstrak tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] terhadap pertumbuhan planlet bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan analisis variabel lainnya seperti kandungan protein, berat kering, indeks stomata, dan sifat agronomis dengan perpanjangan waktu pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- nurca, A. T. M., Hossain, M. A., and Bhuiyan, M. K. 2005. Propagation of Latkan (*Baccaurea sapida* Muell. Arg) by Mature Stem Cutting. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 1(2): 129 – 134.
- Alpriyan, D., dan Karyawati, A. S. 2018. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Hormon Auksin Pada Bibit Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(7): 1354 – 1362.
- Amilah, Y., dan Astuti. 2006. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Tauge dan Kacang Hijau pada Medium *Vacin and Went* (VW) terhadap Pertumbuhan Kecambah Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.). *Bulletin Penelitian*. 2(9): 78 – 96.
- Arif, M., Muniarti, dan Ardian. 2016. Uji Beberapa Zat Pengatur Tumbuh Alami Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg) Stum Mata Tidur. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 3(1): 1 – 10.
- Ariyanto, T. N. 2008. Analisis Tata Niaga Sayuran Bayam (Kasus Desa Ciaruten Ilir, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Artanti, F. Y. 2007. Pengaruh Macam Pupuk Organik Cair dan Konsentrasi IAA terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M.). *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Asra, R. 2020. Pengaruh Hormon Giberelin (GA3) Terhadap Daya Kecambah dan Vigoritas *Calopogonium caeruleum*. *Jurnal Biospecies*. 7(1): 29 – 33.
- Astutik, Sumiati, S., dan Sutoyo. 2021. Stimulasi Pertumbuhan *Dendrobium* sp. Menggunakan Hormon Auksin *Naphtalene Acetic Acid* (NAA) dan *Indole Acetic Acid* (IAA). *Jurnal Buana Sains*. 21(1): 19 – 28.
- Azizi, A. A. A., Roostika, I., dan Efendi, D. 2017. Multiplikasi Tunas *In Vitro* Berdasarkan Jenis Planlet Pada Enam Genotipe Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 23(2): 90 – 97.

- Azka, Y., Meriyanto, dan Romadi, Y. 2017. Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays Saccharata* Sturt.). *Jurnal TRIAGRO*. 2(1): 14 – 20.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Hortikultura 2021*. Badan Pusat Statistik (BPS) RI. Jakarta. hlm. 72 – 74.
- Bandini, Y., dan Aziz, N. 2008. *Bayam*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Basri, A. H. H. 2016. Kajian Pemanfaatan Kultur Jaringan Dalam Perbanyakan Tanaman Bebas Virus. *Agrica Ekstensia*. 10(1): 64 – 73.
- Batubara, F. R., Rahmadina, dan Idris, M. 2022. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Cangkang Telur Ayam Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.). *Klorofil*. 6(1): 31 – 37.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., and Mitchell, R. L. 2010. *Biology*, 8th ed. Erlangga. Jakarta.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York.
- Darmawan, Yusuf., M., dan Syahrudin, I. 2015. Pengaruh Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrolantae*. 4(1): 13 – 18.
- Debitama, A. M. N. H., Mawarni, I. A., dan Hasanah, U. 2022. Pengaruh Hormon Auksin Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Pada Beberapa Jenis Tumbuhan Monocotyledoneae dan Dicotyledoneae. *Bio Didaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*. 17(1): 120 – 130.
- Dewi, I. R. 2008. Peranan dan Fungsi Fitohormon Bagi Pertumbuhan Tanaman. *Skripsi*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Dwidjoseputro, D. 2001. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta.
- Emilda. 2020. Potensi Bahan – Bahan Hayati Sebagai Sumber Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Alami. *Jurnal Agroristek*. 3(2): 64 – 72.
- Erhani. 2020. Pengaruh Ekstrak Tauge [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] Pada Medium *Murashige and Skoog* Terhadap Pertumbuhan Planlet Kacang Kedelai [*Glycine max* (L.) Merr] Kultivar Anjasmoro Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Fadhillah, L. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Tauge Pada Media MS Modifikasi Terhadap Pertumbuhan Planlet Kentang Granola (*Solanum tuberosum* L. cv Granola) Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.

- Fauzy, E., Mansyur, dan Husni, A. 2016. Pengaruh Penggunaan Media *Murashige and Skoog* (MS) dan Vitamin Terhadap Tekstur, Warna dan Berat Kalus Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) cv. Hawaii Pasca Radiasi Sinar Gamma pada Dosis LD₅₀ (*In Vitro*). *Students e-Journal Universitas Padjajaran*. 5(4): 1 – 22.
- George, E. F. and Sherrington, P. D. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Exegetics Ltd. England.
- Hapsari, A. T., Darmanti, S., dan Hastuti, E. D. 2018. Pertumbuhan Batang, Akar, dan Daun Gulma Katumpangan (*Pilea microphylla* [L.] Liebm.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 3(1): 79 – 84.
- Harjanti, R. A., Tohari, dan Utami, A. N. H. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Nitrogen dan Silika Terhadap Pertumbuhan Awal (*Saccharum officinarum* L.) Pada Inceptisol. *Jurnal Vegetalika*. 3(2): 35 – 44.
- Hendaryono, D. P. S., dan Wijayani, A. 1994. *Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakkan Tanaman Secara Vegetatif Media*. Kanisius. Yogyakarta.
- Herawan, T., Naiem, M., Indrioko, S., dan Indrianto, A. 2015. Kultur Jaringan Cendana (*Santalum album* L.) Menggunakan Planlet Mata Tunas. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 9(3): 177 – 188.
- Hidayanto, M., Nurjanah, S., dan Yossita, F. 2003. Pengaruh Panjang Stek Akar dan Konsentrasi Natrium Nitrofenol Terhadap Pertumbuhan Stek Akar (*Artocarpus communis* F.). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 6(2): 154 – 160.
- Himanen, K., Boucheron, E., Vannese, S., Engler, J. D., A., Inze, A., and Beeckman, T. 2002. Auxin Mediated Cell Cycle Activation During Early Root Initiation. *Plant Cell*. 14: 2339 – 2352.
- Hopkins, W. G., and Huner, N. P. A. 2004. *Introduction to Plant Physiology 3rd Edition*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Husniati, K. 2010. Pengaruh Media Tanam dan Konsentrasi Auksin Terhadap Pertumbuhan Stek Basal dan Mahkota Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L. Merr.). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Inkiriwang, A.E.B., Mandang, J., dan Runtuuwu, R. 2016. Substitusi Medium *Murashige dan Skoog* (MS) dengan Air Kelapa dan Pupuk Daun Majemuk Pada Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* Secara *In Vitro*. *Jurnal Bioslogos*. 6(1): 15 – 19.

- Jariah, N. N., Afrillah, M., dan Saputra, H. 2022. Pengaruh Konsentrasi ZPT Alami Ekstrak Tauge Terhadap Pertumbuhan Stek Bunga Mawar (*Rosa sp.*). *Agrohita Jurnal Agroteknologi*. 7(4): 268 – 274.
- Jeruto, P., Catherine, Lukobha, and Ouma, G. 2008. Propagation of Some Endangered Indigenous Trees From The South Nandi District Of Kenya Using Cheap, Non-Mist Technology. *Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 3(3): 1 - 6.
- Kartiman, R., Sukma, D., Aisyah, S. I., dan Purwito, A. 2018. Multiplikasi *In Vitro* Anggrek Hitam (*Coelogyne pandurata* Lindl.) Pada Perlakuan Kombinasi NAA dan BAP. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 5(1): 75 – 87.
- Karyanti, K., Kristianto, Y. G., Khairiyah, H., Novita, L., Sukarnih, T., Rudiyan, Y., dan Sofia, D. Y. 2018. Pengaruh Wadah Kultur dan Konsentrasi Sumber Karbon Pada Perbanyakan Kentang Atlantik Secara *In Vitro*. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia (JBBI)*. 5(2): 177 – 187.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2020. *Panduan Gizi Seimbang Pada Masa Pandemi COVID-19 “Lindungi Keluarga”*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. hlm. 5 – 16.
- Kridhianto, R. 2016. Pengaruh Macam Medium Tanam dan Kemiringan Talang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada Sistem Hidroponik NFT. *Doctoral Dissertation*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Jawa Timur.
- Kurnianingsih, R., Ghazali., M., Rosidah, S., Muspiah, A., Astuti, S. P., dan Nikmatullah, A. 2020. Pelatihan Teknik Dasar Kultur Jaringan Tanaman. *Jurnal Masyarakat Mandiri (JMM)*. 4(5): 888 – 896.
- Kustiani, E., Mariyono, dan Ayuningtyas, B. A. 2021. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*) pada Perlakuan Dosis Pupuk ZA. *Jurnal Agroteknologi dan Agrobisnis*. 5(2): 180 – 188.
- Kusumiyati, Mubarak, S., Sutari, W., Farida, Hadiwijaya, Y., dan Putri, I. E. 2017. Kualitas Sawo (*Achras zapota* L.) Kultivar Sukatali Selama Penyimpanan. *Jurnal Agrikultura*. 28(2): 90 – 94.
- Leckat. 2022. *Amaranth Red Leaf 2g of Seeds (Amaranthus tricolor) Vegetable Heirloom*. https://leckat.com/featured_item/888-perfect-red/. Diakses pada 12 Desember 2022.
- Lestari, A. T., Islami, T., dan Nihayati, E. 2017. Pengaruh Konsentrasi NAA (*Naphthaleneacetic Acid*) dan BAP (*6- Benzyl Amino Purine*) Pada Pembentukan Planlet *Anthurium* Gelombang Cinta (*Anthurium plowmanii*) Secara *In Vitro*. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(12): 2047 – 2052.

- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyak Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*. 7(1) : 63 – 68.
- Li, J., Guan, Y., Yuan, L., Hou, J., Wang, C., Liu, F., and Zhu, S. 2019. Effects of Exogenous IAA in Regulating Photosynthetic Capacity, Carbohydrate Metabolism and Yield of *Zizania latifolia*. *Journal Sci Hortic*. 253: 276 – 285.
- Mardahlia, dan Desriyeni. 2017. Kemas Ulang Informasi Sayur Bayam Merah. *Jurnal Ilmu Informasi Perpustakaan dan Kearsipan*. 6(1): 116 – 124.
- Maulida, K. N., Budiasih, dan Sugiarti, L. 2021. Efektivitas Berbagai Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Alami Pada Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Orchid Agro*. 1(2): 18 – 24.
- McAdam, S. A., Eleouet, M. P., Best, M., Brodribb, T. J., Murphy, M. C., Cook, S. D., Dalmais, M., Dimitriou, T., Gelinis-Marion, A., Gill., W. M., Hegarty, M. 2017. Linking Auxin with Photosynthetic Rate Via Leaf Venation. *Journal Plant Physiology*. 175(1): 351 – 360.
- Mukti, K. S., Rohmawati, N., dan Sulistiyani, S. 2018. Analisis Kandungan Karbohidrat, Glukosa, dan Uji Daya Terima Pada Nasi Bakar, Nasi Panggang, dan Nasi Biasa. *Jurnal Agroteknologi*. 12(1): 90 – 99.
- Muslimah, Y., Putra, I., dan Diana, L. 2016. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Organik Terhadap Pertumbuhan Stek Lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Agrotek Lestari*. 2(2): 27 – 36.
- Nasution, L. Z., Manurung, E. D., Hasibuan, M., dan Hardayani. 2021. Pengaruh Arang Aktif (Charcoal) pada Medium MS untuk Meningkatkan Pertumbuhan Anggrek pada Kultur *In Vitro*. *Prosiding Seminar Nasional UNS*. 5(1): 1372 – 1378.
- Noggle, G. R., and Fritz, G. J. 1983. *Introductory to Plant Physiology*. Prentice – Hall Inc. New Jersey.
- Nurchayani, E. 2022. *Varietas Unggul Vanili Tahan Busuk Batang Berbasis Teknik Molekular dan Induced Resistance*. Plantaxia. Yogyakarta. hlm. 15 – 18.
- Nurchayani, E., Hadisutrisno, B., Sumardi, I., dan Suharyanto, E. 2014. Identifikasi Galur Planlet Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) Resisten Terhadap Infeksi *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* Hasil Seleksi *In Vitro* Dengan Asam Fusarat. *Prosiding Seminar Nasional PFI Komda Joglosemar*. 1(1): 272 – 279.
- Nurchayani, E., Mutmainah, N. A., Farisi, S, dan Agustrina, R. 2019. Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total Planlet Buncis (*Phaseolus vulgaris*

- L.) Menggunakan Metode Fenol-Sulfur Secara *In Vitro*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 4(1): 73 – 80.
- Nurchayani, E., Rochmah, A., dan Handayani, T. T. 2016. The Protein Profile of The Planlets of *Spathoglottis plicata* BI. Induced Resistance to *Fusarium oxysporum*. *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 4(5): 102 – 105.
- Nurfadilah, A. Y., dan Herawati, D. 2019. Perbandingan Metode Standar Nasional Indonesia dalam Penentuan Kadar Karbohidrat Total. *Jurnal SainHealth*. 3(2): 37 – 38.
- Nurmiati, dan Zulkarnain, G. 2019. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Ekstrak Tauge (*Vigna radiata* L.) Terhadap Perkecambahan Terung (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains (PENBIOS)*. 4(1): 41 – 46.
- Pamungkas, S. S. T., dan Puspitasari, R. 2019. Pemanfaatan Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Alami Terhadap Pertumbuhan Bud Chip Tebu Pada Berbagai Tingkat Waktu Rendaman. *Biofarm Jurnal Ilmu Pertanian*. 14(2): 42 – 47.
- Pamungkas, S. S.T., dan Nopiyanto, R. 2020. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Alami Ekstrak Tauge Terhadap Pertumbuhan Pembibitan Budchip Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Ilmu – Ilmu Pertanian*. 16(1): 66 – 80.
- Pradana, D. A., Dwiratna, D. W., dan Widyarini, S. 2017. Aktivitas Ekstrak Etanolik Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Terstandar sebagai Upaya Preventif Steatosis: Studi *In Vivo*. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*. 3(2): 120 – 127.
- Pratama, J., dan Nilahayati. 2018. Modifikasi Medium MS dengan Penambahan Air Kelapa untuk Subkultur I Anggrek *Cymbidium*. *Jurnal Agrium*. 15(1): 96 – 109.
- Purnamaningsih, R., dan Sukmadjaja, D. 2016. Transformasi Genetik Pisang Ambon dengan Gen Kitinase dari Padi. *Jurnal AgroBiogen*. 8(3): 97 – 104.
- Puspita, M., Laksono, R. A., dan Syah, B. 2021. Respon Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.) Akibat Populasi dan Konsentrasi AB Mix pada Hidroponik Rakit Apung. *Agritop: Jurnal Ilmu – Ilmu Pertanian*. 19(2): 130 – 145.
- Rahayu, B., Solichatun, dan Anggarwulan, E. 2003. Pengaruh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) Terhadap Pembentukan dan Pertumbuhan Kalus *Acalypha indica* L. *Jurnal Biofarmasi*. 1(1): 1 – 6.

- Risnandar. 2017. Pengaruh Pemberian Ekstrak Tauge dan Lama Perendaman Terhadap Pertumbuhan Stek Pucuk Jambu Air Varietas Super Green Jumbo (*Syzygium aqueum burm. F.*). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Riyadi, I., dan Tahardi, J. S. 2005. Pengaruh NAA dan IAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Kina (*Cinchona succirubra*). *Jurnal Bioteknologi Pertanian*. 10(2): 45 – 50.
- Rizki, F. 2013. *The Miracles of Vegetables*. Agromedium Pustaka. Jakarta.
- Rochmah, S., dan Rahayu, E. S. 2021. Peranan Jenis Medium, Sumber Hormon Alami dan Teknik Induksi Akar Planlet dalam Aklimatisasi Pule Pandak. *Life Science*. 10(2): 140 – 149.
- Rosyidah, M., Ratnasari, E., dan Rahayu, Y.S. 2014. Induksi Kalus Daun Melati (*Jasminum sambac*) dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi 2,4-D dan BAP Pada Medium MS Secara *In Vitro*. *Jurnal Lentera Bio*. 3(3): 147 – 153.
- Rukmana, R. 2008. *Bayam, Bertanam dan Pengolahan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rusmin, D., Suwarno, F. C., dan Darwati, I. 2011. Pengaruh Pemberian GA3 Pada Berbagai Konsentrasi dan Lama Imbibisi Terhadap Peningkatan Viabilitas Benih Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molk.). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 17(3): 89 – 94.
- Sakina, S., Anwar, S., dan Kusmiyati, F. 2019. Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* (*Dendrobium* sp.) Secara *In Vitro* Pada Konsentrasi BAP dan NAA Berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3): 430 – 437.
- Santoso, U., dan Nursandi, F. N. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman*. UMM Press. Malang.
- Saparinto, C. 2013. *Grow Own Vegetables – Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Penebar Swadaya. Yogyakarta.
- Sarido, L., dan Junia. 2017. Uji Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Pada System Hidroponik. *Jurnal AGRIFOR*. 26(1): 65 – 74.
- Setiawati, T., Zahra, A., Budiono, R., dan Nurzaman, M. 2018. Perbanyak *In Vitro* Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* [L.] cv. Granola) dengan Penambahan Meta Topolin Pada Medium Modifikasi MS (*Murashige & Skoog*). *Jurnal Metamorfosa*. 5(1): 44 – 50.

- Sharfina, F. D., Mulyana, N. R., Rahmadhana, N., Nurita, F. D., Rahayu, Y. S., dan Dewi, S. K. 2021. Perbandingan Aktivitas Auksin Alami dengan Auksin Sintetis Terhadap Pertumbuhan Akar Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Secara Hidroponik. *Prosiding SEMNAS BIO* 1(2) : 725 – 733.
- Siregar, A. P., Zuhry, E., dan Sampoerno. 2015. Pertumbuhan Bibit Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) dengan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Asal Bawang Merah. *Jurnal Jom Faperta*. 2(1): 1 – 10.
- Siregar, N. S. 2014. Karbohidrat. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*. 13(2) : 38 – 44.
- Sudrajad, H. 2012. Upaya Pembibitan Biji Sarang Semut (*Myrmecodiapendans*) Dengan Kultur Jaringan. *Jurnal Agriekonomika*. 1(1): 47 – 51.
- Sunandar, A. N., Faizin, A. N. A., dan Ikhwan, A. 2017. Kualifikasi Metabolit Sekunder pada Ekstrak Kecambah Kacang Hijau, Kacang Tunggak, dan Kacang Tanah dengan Teknik GC–MS. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Supriyati, Y., dan Herlina, E. 2010. *Bertanam 15 Sayuran Organik Dalam Pot*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tanjung, T. Y., dan Darmansyah. 2021. Pengaruh Penggunaan ZPT Alami dan Buatan Terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Delima (*Punica granatum* L.). *Jurnal Hortuscoler*. 2(1): 6 – 13.
- Tuhuteru, S., Hehanussa, M. L., dan S. H. T. Raharjo. 2012. Pertumbuhan dan Perkembangan Anggrek *Dendrobium anosmum* Pada Medium Kultur *In Vitro* dengan Beberapa Konsentrasi Air Kelapa. *Jurnal Agrologia : Ilmu Budidaya Tanaman*. 1(1): 1 – 12.
- Ulfa, F. 2014. Peran Senyawa Bioaktif Tanaman Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Dalam Memacu Produksi Umbi Mini Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Pada Sistem Budidaya Aeroponik. *Disertasi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Utami, B. 2010. Perbedaan Kemampuan Fotosintesis Beberapa Tumbuhan Air, Suatu Kajian Ekologis Sebagai Upaya Konservasi Ekosistem Akuatik. *Jurnal Ilmiah Efektor*. No. 06: 21 – 28.
- Vivonda, T., Armaini, dan Yoseva, S. 2016. Optimalisasi Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Melalui Aplikasi Beberapa Dosis Pupuk Bokashi. *Jurnal Faperta*. 3(2): 1 – 11.
- Wattimena, G. A. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.

- Yaningsih, H., Admadi, B. H., dan Mulyani, S. 2013. Studi Karakteristik Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* var Gunung Kawi) Pada Beberapa Umur Panen. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 1(1): 21 – 30.
- Yulianingsih, R. 2019. Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Urine Sapi. *Jurnal PIPER (Publikasi Pertanian)*. 15(28): 60 – 70.
- Yuniardi, F. 2019. Aplikasi Dimmer Switch pada Rak Kultur Sebagai Pengatur Kebutuhan Intensitas Cahaya Optimum Bagi Tanaman *In Vitro*. *Indonesian Journal of Laboratory*. 2(1): 8 – 13.
- Yuniati, F., Haryanti, S., dan Prihastanti, E. 2018. Pengaruh Hormon dan Ukuran Planlet Terhadap Pertumbuhan Mata Tunas Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* var. Raja Bulu) Secara *In Vitro*. *Bulletin Agronomi dan Fisiologi*. 3(1): 20 – 28.
- Ziraluo, Y. P. B. 2021. Metode Perbanyak Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* Poiret) dengan Teknik Kultur Jaringan atau Stek Planlet. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 2(3): 1037 – 1046.
- Zulkarnain, H. 2011. *Kultur Jaringan Tanaman, Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya*. Bumi Aksara. Jakarta.