

**OPTIMASI PERTUMBUHAN DAN KADAR FLAVONOID TANAMAN
SAMBUNG NYAWA (*Gynura procumbens* [LOUR.] MERR.) PADA
HIDROPONIK SISTEM DFT (*Deep Flow Technique*)**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh :

IKHLASOTUL FAWAIDAH

NIM: H01216011

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ikhlasotul Fawaidah

NIM : H01216011

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :” OPTIMASI PERTUMBUHAN DAN KADAR FLAVONOID TANAMAN SAMBUNG NYAWA (*Gynura procumbens* [LOUR.] MERR.) PADA HIDROPONIK SISTEM DFT (*Deep Flow Technique*)”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah di tetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Juli 2020

Yang menyatakan,



Ikhlasotul Fawaidah

NIM H01216011

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : IKHLASOTUL FAWAIDAH

NIM : H01216011

JUDUL : OPTIMASI PERTUMBUHAN DAN KADAR FLAVONOID
TANAMAN SAMBUNG NYAWA (*Gynura procumbens*
[LOUR.] MERR.) PADA HIDROPONIK SISTEM DFT
(*Deep Flow Technique*)

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 22 Juli 2020

Dosen Pembimbing I



Irul Hidayati, M.Kes.
NIP 198102282014032001

Dosen Pembimbing II



Hanik Faizah, M.Si.
NUP 201409019

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Ikhlasotul Fawaidah ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 30 Juli 2020

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



Irul Hidayati, M.Kes.
NIP 198102282014032001

Penguji II



Hanik Faizah, M.Si.
NUP 201409019

Penguji III



Eva Agustina, M.Si.
NIP 198908302014032008

Penguji IV



Esti Novi Andyarini, M.Kes
NIP 198411172014032003

Mengetahui,

Pt. Dekan, Fakultas Sains dan Teknologi
UN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Hj. Evi Fatmatur Rusydiyah, M.Ag.
NIP 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ikhlasotul Fawaidah
NIM : H01216011
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ BIOLOGI
E-mail address : ikhlasotulfawaidah@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

OPTIMASI PERTUMBUHAN DAN KADAR FLAVONOID TANAMAN SAMBUNG

NYAWA (*Gynura procumbens* [Lour.] Merr.) PADA HIDROPONIK SISTEM DFT (*Deep Flow Technique*)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 15 Agustus 2020

Penulis

(Ikhlasotul Fawaidah)

mengandung total flavonoid dengan jumlah yang tinggi berkisar 0.67 – 1.17 mg dan mampu berperan sebagai inhibitor enzim CYP3A4 dan CYP1A2, serta berpotensi sebagai zat anti karsinogen. Flavonoid banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang antara lain bidang makanan, kosmetik dan industri farmasi (Jedinak *et al.*, 2004). Oleh karena manfaatnya yang beragam, maka perlu dilakukan upaya untuk memproduksi senyawa flavonoid. Salah satunya dengan kultivasi tanaman sambung nyawa.

Kultivasi tanaman sambung nyawa dapat dilakukan secara vegetatif, melalui teknik stek batang. Adapun perbanyakan secara generatif jarang dilakukan, hal tersebut karena tanaman sambung nyawa tidak menghasilkan biji (Herti dan Suharmiati, 2006). Teknik stek batang mempunyai beberapa keuntungan diantaranya biaya produksi yang murah, tidak membutuhkan alat khusus dan dapat dilakukan sepanjang tahun (Kantarli, 1993). Umumnya penanaman stek secara konvensional, memerlukan media tanah yang cukup banyak sehingga kurang efektif. Selain itu pertumbuhan tanaman membutuhkan waktu yang lama (Fanesa, 2011). Salah satu cara untuk mengatasinya adalah menanam stek melalui sistem hidroponik.

Hidroponik adalah metode kultivasi tanaman tanpa menggunakan tanah dan dilakukan dalam aliran nutrisi atau *soiless* (Resh, 2001). Metode hidroponik merupakan salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan lahan tanam di daerah perkotaan dan iklim yang tidak menentu (Seikh, 2006). Selain itu sistem pengairan pada sistem hidroponik dapat diatur sedemikian rupa sehingga ketersediaan nutrisi dan air yang diperlukan untuk produktivitas tanaman dapat terjaga. Manfaat lainnya adalah dapat mengurangi penggunaan pestisida (Bar

Saat ini hidroponik telah berkembang menjadi 8 jenis yaitu *Nutrien Film Technique* (NFT), *Ebb and Flow Technique* (EFT), *Static Aerated Technique* (SAT), *Deep Flow Technique* (DFT), *Aerated Flow Technique* (AFT), *Drip Irrigation Technique* (DIT), *Fog Fedd Technique* (FFT) dan *Root Mist Technique* (RMT) (Chadirin, 2007). Diantara sistem hidroponik tersebut, sistem *Deep Flow Technique* (DFT) dinilai mampu meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman. Prinsip kerja dari sistem DFT adalah menyirkulasi larutan nutrisi dengan aerasi secara terus menerus, selama 24 jam dalam aliran tertutup (Atmajaya, 2009). Penggunaan sistem hidroponik DFT dapat meningkatkan biomassa tanaman, seperti pada kultivasi tanaman mint jepang (*Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv) (Vimolmangkang *et al.*, 2010), tanaman jombang (*Taraxacum officinale* L.) (Gill, 2015) dan tanaman spearmint (*Mentha spicata*) (Chrysargyrisa *et al.*, 2019).

Selain dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, kultivasi hidroponik DFT juga dapat meningkatkan produksi metabolit sekunder pada tanaman karena lingkungan yang terkontrol dan nutrisi tanaman yang selalu tersedia secara terus menerus. Penggunaan hidroponik sistem DFT telah banyak diketahui keberhasilannya dalam meningkatkan metabolit sekunder, seperti senyawa saponin bakosida pada *Bacopa monnieri* (Maneeply *et al.*, 2018), minyak atsiri pada mint jepang (*Mentha arvensis* L. var. *piperascens* Malinv) dan mint umum atau *spearmint* (*Mentha spicata*) (Vimolmangkang *et al.*, 2010) serta asam sikorat pada *Echinacea angustifolia* (Zheng *et al.*, 2006).

Sejauh yang telah diketahui belum terdapat penelitian mengenai optimalisasi pertumbuhan dan kadar flavonoid tanaman sambung nyawa secara

2.1.2 Nama Daerah Tanaman

Tanaman sambung nyawa memiliki banyak nama daerah, diantaranya adalah beluntas cina (melayu), daun sambung nyawa (Sumatra), ngokilo (Jawa), akar sabiak (Malaysia), Paetumpung (Thailand) dan san qi cao(Cina) (Pujiasmanto, 2010).

2.1.3 Penyebaran Tanaman

Tanaman sambung nyawa (*G. procumbens*) adalah tanaman herba dengan pertumbuhan yang cepat. Tanaman ini berasal dari China dengan nama lokal “baibingca”. Genus *Gynura* memiliki 44 spesies yang tersebar luas dari Afrika Selatan, Asia seperti China, Indonesia, Malaysia, Thailand, Philipina dan Myanmar hingga Australia. Keragaman tertinggi spesies *Gynura* ditemukan di bagian Asia Selatan (Pujiasmanto, 2010).

2.1.4 Morfologi Tanaman

Tanaman sambung nyawa atau *G. procumbens* termasuk dalam jenis tanaman herba dengan jenis batang basah, sekilas menyerupai rumput berbatang tegak dengan bentuk perdu tegak saat berusia muda dan merambat setelah mulai tua. Bentuk batang segiempat beruas-ruas, ruas memanjang dari pangkal hingga ke ujung berwarna hijau dengan bercak ungu seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1(b). Daun tunggal berbentuk bulat telur tersebar atau elips memanjang. Tepi daun bertoreh dan berambut halus. Ujung dan pangkal daun lancip. Panjang tangkai antara 0,5- 3,5 cm, panjang helai daun berkisar 3,5-12,35 cm dengan lebar 1-5,5 cm. Daun berwarna hijau pada bagian bawah berwarna hijau muda mengkilat seperti pada gambar 2.1(c). Jenis pertulangan daun menyirip. Daun berdaging dan berletak

berseling. Tiap pangkal ruas terdapat tunas berwarna hijau kekuningan. Tidak berbunga dan tidak berbiji. Setiap tangkai daun serta helai daun menghasilkan kelenjar minyak. Tanaman ini memiliki sistem perakaran berjenis serabut dan tidak menghasilkan buah (Herti dan Suharmiati, 2006).

Tanaman sambung nyawa memiliki kemiripan dengan daun dewa atau *G. pseudochina*. Sekilas keduanya memiliki bentuk yang serupa, yang membedakan diantara keduanya adalah pada daun dewa memiliki struktur daun yang runcing, berbunga, daun berambut halus dan tangkai daun pendek. Selain itu pembeda lainnya adalah jika pada tanaman sambung nyawa sistem perakaran tidak membentuk umbi sedangkan pada daun dewa membentuk umbi. Daun tanaman sambung nyawa beraroma sedap, tidak mengandung racun dan bertekstur lembut sehingga aman untuk dikonsumsi (Herti dan Suharmiati, 2006).

2.1.5 Budidaya Tanaman

Tanaman sambung nyawa dapat tumbuh pada hampir semua jenis tanah asalkan tanah tersebut gembur. Sambung nyawa dapat tumbuh optimal di dataran tinggi hingga ketinggian 1250 mdpl dengan curah hujan 1500 hingga 3000 mm/per tahun. Umumnya sambung nyawa ditanam di tempat yang teduh dengan intensitas cahaya berkisar 60% dan suhu 20-30 derajat celcius (Herti dan Suharmiati, 2006).

Pembibitan tanaman dilakukan dengan cara stek batang. Umumnya pada media polibag, menggunakan stek batang dengan panjang 5-7 cm. Semua daun pada batang stek dipotong kecuali daun ke 3 atau 4 disisakan namun ujung daun dipotong. Hal tersebut bertujuan untuk fotosintesis

Ayat tersebut didalamnya juga terdapat kalimat yang berarti “tumbuh-tumbuhan yang baik”, makna dari kalimat tersebut adalah tumbuhan yang baik memiliki bentuk dan warna (Al-Qurthubi ,2009). Tumbuhan dikatakan baik apabila memiliki manfaat dan berpotensi sebagai tanaman obat, salah satunya adalah tanaman sambung nyawa. Berbagai penelitian menunjukkan terdapat aktivitas farmakologis pada tanaman ini seperti antikanker, antioksidan, antihiperglemik, antiinflamasi, dan antimikroba (Tan *et al.*, 2016).

Tanaman sambung nyawa (*G. procumbens*[Lour.] Merr) mengandung sejumlah senyawa aktif. Senyawa tersebut diantaranya, flavonoid, asam kafeat, asam vanilat, triterpenoid, saponin, steroid,minyak atsiri, asam p-hidroksi benzoate dan asam p-kumarat. Pada penelitian Afandi *et al.* (2014), ekstraksi daun tanaman sambung nyawa diketahui mengandung total flavonoid dengan jumlah yang tinggi berkisar 0,67 – 1,17 mg dan mampu berperan sebagai inhibitor enzim CYP3A4 dan CYP1A2. Serta berpotensi sebagai zat anti karsinogen. Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenolik. Selain pada daun, ekstrak akar tanaman sambung nyawa juga tinggi dengan aktivitas flavonoid. Hal ini seperti pada penelitian Muthoharoh *et al.*, (2019) jika pemberian glukosa 3% pada kultur akar adeventif tanaman sambung nyawa dapat meningkatkan kadar kuersetin dan kaempferol tanaman sebesar 7,08 g/L per berat kering dan 25,44 g/L per berat kering. Flavonoid memiliki ciri khas rangka atom berupa C₆ - C₃ - C₆ dan berkemampuan untuk menangkap radikal bebas. Selain itu flavonoid juga bermanfaat bagi kesehatan manusia seperti sebagai antikanker, antioksidan,

antitumor dan antialergi (Peterson and Dwyer, 1998). Penelitian lainnya diketahui bahwa ekstrak daun sambung nyawa mengandung lima komponen flavonoid yaitu quercetin, apigenin, rutin, kaempferol, miricetin (Kaewseejan *et al.*, 2015).

Sambung nyawa memiliki aktivitas farmakologis seperti antikanker, antioksidan, antihiperglemik, antiinflamasi, dan antimikroba (Tan *et al.*, 2016). Pada penelitian Sofia *et al.* (2011) melaporkan pemberian ekstrak etanol daun tanaman sambung nyawa (*G. procumbens*) sebesar 150 mg/kg dan 200 mg/kg pada mencit jantan (*Mus musculus*) strain *Swiss- Webster* yang diinduksi senyawa aloksan, mampu menurunkan kadar gula darah pada tubuh mencit. Aktivitas tersebut berkaitan dengan adanya senyawa bioaktif pada tanaman, antara lain flavonoid dan glikosid (Akowuah *et al.*, 2002). Ekstrak daun sambung nyawa tidak bersifat toksik. Hal tersebut senada dengan penelitian Zahra *et al.* (2011), pemberian ekstrak etanol daun sambung nyawa (*G. procumbens*) pada tikus jantan strain Sprague-Dawaley tidak menunjukkan toksisitas. Hal ini dibuktikan dengan analisa histopatologi lambung tikus, dimana tidak terdapat kerusakan dan perubahan pada histopatologinya.

2.2 Sistem Hidroponik

Hidroponik merupakan istilah cara bercocok tanam tanpa tanah. Kata hidroponik berasal dari bahasa latin *hydro* yang mempunyai makna air dan *ponos* yang berarti kerja. Jadi definisi dari hidroponik adalah ilmu yang mempelajari kultivasi tanaman menggunakan medium selain tanah, seperti rockwool, batu, cocopeat dan sebagainya yang ditambahkan larutan nutrisi yang diperlukan

tanaman (Beibel, 1964). Hidroponik diperkenalkan pertama kali oleh W.A Setchle pada tahun 1936 setelah Gerickle berhasil mengembangkan teknik bercocok tanam menggunakan air. Prinsip dari hidroponik adalah nutrisi disediakan melalui bentuk larutan yang diberikan dengan cara disemprot, disiram atau dialirkan kepada tanaman. Tanaman dapat tumbuh pada sistem hidroponik karena adanya nutrisi yang terpenuhi dan suplai oksigen yang tercukupi (Early, 2004). Kubicki *et al.* (2019) melaporkan sistem hidroponik dapat mempelajari mengenai distribusi metalaxyl pada akar tanaman tomat. Selain itu Samreen *et al.* (2017), menyatakan bahwa penambahan mikronutrien Zn 2 μm pada kultivasi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*) secara hidroponik mampu meningkatkan kadar klorofil dan protein pada tanaman.

Sistem hidroponik ideal dikembangkan bagi pelaku industri maupun rumah tangga. Menurut Handoko (2003), sistem hidroponik memiliki banyak kelebihan, yakni sebagai berikut.

1. Tidak membutuhkan lahan luas, sehingga dapat memaksimalkan lahan dengan kerapatan tinggi.
2. Kebutuhan nutrisi, cahaya dan air diatur secara mekanik atau elektrik tergantung dengan kebutuhan tanaman.
3. Dapat digunakan untuk menanam lebih dari satu jenis tanaman.
4. Media tertentu dapat digunakan lebih dari sekali seperti bata, kerikil.
5. Menghemat tempat dan tenaga.
6. Lebih mudah untuk mengontrol hama.
7. Keadaan lingkungan dapat dikontrol.

Dari segi kerugian sistem hidroponik adalah sebagai berikut:

1. Biaya relatif mahal untuk membuat konstruksi hidroponik.
2. Penyebaran nematode dan *seed born disease* relatif cepat jika menggunakan sistem tertutup.
3. Pengamatan perkembangan tanaman dilakukan setiap hari.

Hidroponik dibedakan menjadi dua berdasarkan pemberian larutan yakni hidroponik sistem tertutup dan hidroponik sistem terbuka. Pada hidroponik sistem tertutup, kelebihan larutan nutrisi yang telah diberikan ditampung dan disirkulasikan kembali ke perakaran tanaman. Nutrisi yang telah ditampung lama kelamaan akan mengalami perubahan. Sedangkan pada sistem terbuka, kelebihan nutrisi dibiarkan hilang (Giurgiu *et al.*, 2014). Penelitian Kafle *et al.* (2017), menunjukkan pada tanaman stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) yang ditanam tanpa mikronutrien Mo dengan sistem hidroponik memiliki kandungan senyawa steviol glikosida tertinggi yakni sebanyak 414,3 mg/tanaman. Berdasarkan tumbuh akarnya hidroponik dibedakan menjadi kultur air dan hidroponik agregat. Hidroponik kultur air adalah sistem hidroponik yang membuat akar tumbuh dan berkembang di dalam larutan. Sedangkan hidroponik agregat, merupakan sistem hidroponik yang membuat akar tumbuh pada media agregat seperti pasir, kerikil, batu bata dan *rockwool* atau campuran media organik. Terdapat 8 macam teknik hidroponik yang berkembang saat ini yaitu meliputi *Nutrien Film Technique* (NFT), *Ebb and Flow Technique* (EFT), *Static Aerated Technique* (SAT), *Deep Flow Technique* (DFT), *Aerated Flow Technique* (AFT), *Drip Irrigation Technique* (DIT), *Fog Fedd Technique* (FFT) dan *Root Mist Technique* (RMT) (Chadirin, 2007).

Menurut Nichol (2010), keberhasilan sistem hidroponik diperoleh dengan memperhatikan beberapa faktor penting antara lain sebagai berikut.

2.2.1 Media Tanam

Sistem hidroponik memerlukan media tanam yang dapat menahan air. Media tanam adalah media yang digunakan sebagai tempat bakal akar dan tanaman tumbuh. Media tanam berfungsi sebagai tempat pertukaran gas dari akar ke tanaman, penyedia air dan nutrisi bagi tanaman serta penyokong tanaman agar tegak berdiri. Syarat dari media hidroponik adalah pH netral, bersifat porous, steril dan inert serta tidak menimbulkan reaksi kimia. Media tanam memiliki banyak jenis antara lain *rockwool*, arang sekam, cocopeat, batu bata dan pakis. Namun secara umum media *rockwool* adalah yang paling sering digunakan. *Rockwool* merupakan media yang populer di kalangan petani hidroponik. *Rockwool* sendiri adalah media tanam yang bersifat ramah lingkungan yang terbentuk dari percampuran berbagai jenis batu, seperti batuan basalt, batu bara serta batu kapur yang dipanaskan pada suhu 1600°C hingga menyerupai lava yang kemudian saat dingin berubah bentuk menyerupai serat-serat. Setelah dingin serta-serat tersebut dipotong-dipotong sesuai keperluan. Media *rockwool* memiliki pH cenderung tinggi pada sebagian tanaman. Sehingga diperlukan perlakuan khusus sebelum digunakan (Mulyadi *et al.*, 2015).

2.2.2 Unsur Zat Hara

Pemberian larutan hara dengan porsi yang cukup sangat penting pada sistem hidroponik. Hal tersebut karena media tidak menyediakan nutrisi bagi tanaman, dan hanya berperan sebagai penopang serta sarana untuk meneruskan kelebihan

air. Pemberian larutan hara dilakukan dengan melarutkan garam-garam pupuk dalam air.

Nutrisi yang digunakan pada sistem hidroponik berupa nutrisi anorganik yang terlarut dalam bentuk ion. Salah satu contoh nutrisi utama dalam bentuk kation adalah Ca^{2+} dan K^+ . Sedangkan untuk anion yaitu berupa H_2PO_4^- dan SO_4^- . Tanaman hidroponik membutuhkan unsur mikro dan makro sama halnya seperti tanaman konvensional. Unsur makro meliputi oksigen (O), karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan sulphur (S). Sedangkan unsur mikro meliputi besi (Fe), boron (B), mangan (Mn) dan seng (Zn). Menurut Lakitan (2011), unsur-unsur tersebut merupakan penyusun molekul atau organ yang esensial bagi tumbuhan. Seperti nitrogen sebagai penyusun protein dan magnesium sebagai penyusun klorofil. Unsur mikro dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit sebagai nutrisi penunjang tumbuh dan kembang tanaman. Serta meningkatkan kekebalan tanaman terhadap hama (Bugbee, 2003).

Unsur dalam nutrisi dikelompokkan menjadi 3 jenis berdasarkan kecepatan hilang dalam larutan. Kelompok pertama adalah unsur secara aktif diserap oleh akar dan keberadaannya hanya beberapa jam dalam larutan. Unsur tersebut meliputi N, P, K, dan Mn. Kelompok kedua adalah unsur dengan tingkat penyerapan yang sedang oleh akar. Unsur yang demikian dapat hilang dengan cepat bila dibandingkan dengan air. Jenisnya meliputi Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mo, dan Cl. Kelompok terakhir adalah unsur yang secara pasif diserap larutan dan tertumpuk pada larutan. Unsur tersebut meliputi Ca, B, P, K, dan Mn. Unsur P, K, dan Mn, harus dijaga konsentrasinya agar tetap berada dalam jumlah yang kecil, hal tersebut karena akumulasi dari ketiga unsur tersebut mengakibatkan tanaman

Semakin tinggi suhu maka ketersediaan oksigen semakin menipis. Pemberian oksigen dapat dilakukan melalui pemberian gelembung-gelembung udara, mengganti larutan kultur serta mencuci akar serta memberikan lubang ventilasi pada sistem hidroponik agregat.

2.2.5 pH

Nilai pH larutan nutrisi pada budidaya tanaman hidroponik berkisar 5,5 – 6,5. Apabila terjadi kelebihan atau kekurangan nilai pH dapat diatasi dengan penambahan larutan asam atau basa. Tinggi rendahnya pH dapat mempengaruhi ketersediaan unsur mineral yang diperlukan tanaman. Saat nilai pH rendah maka akan mempengaruhi penyerapan unsur hara oleh akar. Begitu juga saat pH tinggi maka akan terjadi pengendapan unsur mikro sehingga akar juga tidak dapat menyerap unsur hara tersebut dan mengakibatkan defisiensi pada tanaman. Nilai pH larutan nutrisi mudah berubah karena tidak adanya keseimbangan antara kation dan anion yang diserap tanaman.

2.2.6 Air

Idealnya sistem hidroponik menggunakan air dengan tingkat salinitas tidak melebihi 2500 ppm, atau memiliki nilai EC tidak lebih dari 6,0 mmhos/cm, serta tidak mengandung logam berat dalam jumlah besar yang dapat mematikan tanaman.

Electrical Conductivity atau disingkat dengan EC secara singkat merupakan daya hantar listrik. Adapun penjelasannya adalah kemampuan untuk menghantarkan ion-ion listrik pada larutan nutrisi ke akar tanaman. Nilai EC menjadi indikator yang melihat konsentrasi ion terlarut dalam nutrisi. Umumnya nilai EC menjadi parameter pengamatan pada budidaya tanaman secara

hidroponik. Tinggi rendahnya nilai EC mempengaruhi proses metabolisme tanaman seperti fotosintesis, penyerapan ion oleh tanaman dan proses enzimatik yang terjadi pada tanaman (Sutiyoso, 2004).

Nilai EC diperoleh dengan mengukur nilai resistensi larutan nutrisi. Pengukuran tersebut dapat dilakukan dengan alat EC meter. Semakin tinggi nilai EC maka kepekatan larutan nutrisi semakin tinggi. Namun demikian nilai optimum EC juga bergantung pada jenis tanaman yang dibudidayakan. Kepekatan larutan nutrisi dipengaruhi oleh total garam dan akumulasi ion-ion pada larutan (Wijayani dan Widodo, 2005). Selain hal tersebut, kadar EC juga dipengaruhi tingkat kelembapan, cahaya, dan angin. Pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik dianjurkan mengambil nilai EC yang tinggi. Hal ini bertujuan untuk mempercepat panen dan meningkatkan ukuran tanaman. Secara umum nilai ambang batas EC pada larutan nutrisi adalah 4,6 mS/cm (Suryani, 2015).

2.3 Hidroponik Sistem DFT

Sistem *Deep Flow Technique* (DFT) adalah salah satu metode hidroponik dimana nutrisi diberikan dalam bentuk genangan. Tanaman dibudidayakan di dalam larutan nutrisi yang mengalir secara terus menerus setinggi 4 sampai 6 cm. Akar dari tanaman akan terendam dengan larutan nutrisi. Kemudian larutan nutrisi akan dipompakan kembali ke dalam bak penampungan nutrisi, kemudian didistribusikan kembali melalui pipa-pipa ke kolam penanaman secara terus-menerus. Sistem DFT (gambar 2.2) memiliki prinsip kerja hampir sama dengan sistem NFT, perbedaannya adalah pada instalasi sistem DFT tidak digunakan kemiringan, sedangkan pada sistem NFT sebaliknya. Kelebihan dari sistem DFT adalah saat listrik padam, tanaman masih dalam kondisi aman karena masih

akumulasi pada tanaman. Hal ini dapat mengakibatkan simpton yang bersifat toksik pada tanaman serta dapat merusak akar. Selain itu, suhu rendah juga dapat menghambat asimilasi atom K dan P, yang digunakan sebagai P translaksi (Fageria et al, 2002 ; Tindall et al, 1990).

2.4 Senyawa Flavonoid

Flavonoid adalah metabolit sekunder yang ditemukan pada tanaman berpembuluh. Kata “flavonoid” berasal dari kata “flavos” yang berarti kuning seperti sifat alami flavonoid (Rao *et al.*, 2017). Flavonoid termasuk ke dalam golongan senyawa fenolik alami, umumnya ditemukan di buah, sayuran, akar, batang, bunga, biji-bijian dan kulit pohon. Flavonoid memiliki beragam fungsi pada tanaman, antara lain sebagai antioksidan, skrining cahaya, fotoreseptor dan antimikroba. Ciri khas flavonoid tersusun atas 15 kerangka karbon yang terdiri dari ikatan antara dua cincin benzen (C_6) dengan rantai propana (C_3) sehingga membentuk $C_6 - C_3 - C_6$ (Peterson and Dwyer, 1998). Ikatan tersebut dihubungkan oleh rangka alifatik. Flavonoid kecuali jenis cetachine umumnya dijumpai dengan bentuk glikosida yang terikat dengan gula. Molekul yang terikat dengan gula tersebut disebut dengan aglikon. Glikosida sendiri adalah ikatan antara gula dan alkohol (Lenny, 2006). Umumnya flavonoid (gambar 2.3) berbentuk monosakarida, namun ada juga yang berbentuk disakarida, atau oligosakarida dengan gugus hidroxil.

Sejak 1993, telah diidentifikasi terdapat 6000 jenis flavonoid dan jumlah tersebut terus meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dalam penelitian flavonoid (Ferrer *et al.*, 2008). Flavonoid dibedakan berdasarkan variasi jumlah dan substitusi pola gugus hidroksil dan cincin heterosiklik-oksigen. Flavonoid dibagi menjadi beberapa kelas diantaranya calcon, flavonol, flavon, flavan-3-ols, isoflavon, antocianidin, flavanon, dan flavanonol (Tapas *et al.*, 2008). Selanjutnya kelas-kelas tersebut dibagi menjadi beberapa subkelas sebagai contoh flavon, apigenin dan luteolin yang merupakan golongan dari flavon, kuersetin, kaemferol, miresetin, fisetin golongan flavonols serta golongan flavanons yang terdiri atas flavanon, hesperetin dan naringenin (Middleton, 1998). Jenis senyawa tersebut berkemampuan sebagai antikanker, berdasarkan sifatnya sebagai penangkap radikal bebas, antioksidan dan dapat menonaktifkan kation poliven (Kumar *et al.*, 2011).

Flavonoid mempunyai fungsi utama sebagai antioksidan dimana dapat mengirim sebuah elektron kepada senyawa radikal bebas sehingga membentuk kompleks dengan logam. Mekanisme tersebut mengakibatkan beberapa dampak pada flavonoid diantaranya menekan kerusakan jaringan oleh senyawa radikal bebas, menghambat peroksidasi lipid, serta menghambat beberapa enzim (Nijveldt *et al.*, 2001). Aktivitas antioksidan pada flavonoid dilakukan dengan menekan pembentukan spesies oksigen reaktif, baik berperan sebagai penghambat kerja enzim ataupun dengan mengikat logam yang berperan dalam produksi radikal bebas (Kumar *et al.*, 2011) (Kumar *et al.*, 2011).

Selain sebagai antioksidan flavonoid termasuk dalam jenis senyawa metabolit sekunder yang paling sering ditemukan pada tanaman. Senyawa ini dapat

melindungi tanaman dari infeksi patogen serta serangan hewan. Hal tersebut seperti pada penelitian Schenke *et al.*, (2011), diketahui bahwa elisitasi pada tanaman *Arabidopsis* menggunakan elisitor biotik (bakteri flg 22) dan abiotik (radiasi UV-B), mampu membuat tanaman mensintesis senyawa metabolit sekunder berupa phytoalexins dan lignin. Senyawa tersebut berperan sebagai pelindung tanaman yang membatasi penyebaran patogen. Salah satu komponen flavonoid yang digunakan untuk dianalisis metabolit sekunder adalah kuersetin. Berikut penjelasannya.

2.4.1 Kuersetin

Kuersetin adalah senyawa flavonoid polifenolik yang banyak ditemukan di buah dan sayuran. Kuersetin (3,3',4',5,7- pentahidroksiflavon) yang memiliki rumus molekul $C_{15}H_{10}O_7$ seperti pada gambar 2.5 adalah senyawa polifenol yang bersifat polar tetapi memiliki daya larut yang rendah pada air dan cenderung dapat larut pada pelarut organik dan senyawa alkohol (Sofyan *et al.*, 2008). Kuersetin sering dijumpai dalam bentuk glikosida (derivate gula) sebagai contoh rutin yang merupakan golongan hidrogen R-4 hidroksil digantikan dengan disakarida. Kuersetin termasuk dalam golongan aglikon, atau senyawa tanpa gula yang dibentuk dari rutin (Cody, 1988). Kuersetin beserta 2000 jenis flavonoid yang lain adalah produk dari kondensasi P-glikosida. Hewan tidak dapat mensintesis kuersetin di dalam tubuhnya, oleh sebab itu kuersetin banyak ditemukan dalam tubuh tumbuhan (Herrman,1976).

kuersetin sama seperti *fitochemical* seperti flavonoid, dimana merupakan respon tanaman terhadap keadaan lingkungan hidup (Mariani *et al.*, 2008). Pada penelitian Mohle *et al.* (1985), menunjukkan bahwa kultur sel yang diberi radiasi sinar UV, mampu memproduksi senyawa kuersetin 3-O- β -glucuronid. Pembentukan tersebut diindikasikan sebagai respon pertahanan tanaman terhadap keadaan lingkungan yang tidak mendukung.

Kuersetin adalah salah satu senyawa antioksidan yang dapat berikatan dengan radikal bebas dengan menyumbangkan atomnya. Karena itu radikal bebas tidak berikatan dengan sel tubuh sehingga dapat mencegah kerusakan sel. Selain itu kuersetin juga dapat berfungsi sebagai antikanker dan antiperadangan. Kuersetin dapat melindungi sel dari stress oksidatif yang diakibatkan reaksi oksidatif dalam suatu spesies (Balazs and Leon, 1994) . Pada penelitian Ferry *et al.* (1996) juga menyatakan bahwa pemberian kuersetin pada tikus yang diinduksi sel kanker payudara 4TI dapat menekan pertumbuhan tumor dan memperpanjang kelangsungan hidup tikus.

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan suatu senyawa aktif yang berasal dari campuran padatan atau cairan yang menggunakan pelarut tertentu. Prosesnya berupa pemisahan senyawa antara komponen yang terlarut dengan komponen yang tidak terlarut. Ekstraksi menjadi langkah awal pada penelitian tanaman obat, untuk mengisolasi dan memurnikan senyawa aktif yang terdapat pada tanaman (Mandal and Yogesh, 2007). Perlakuan pendahuluan sebelum ekstraksi sangat penting agar dapat mempermudah ekstraksi. Ekstraksi bahan alam seperti pada tanaman herba dapat melalui perebusan, maserasi, perkolasi, penyeduhan atau

cara lain sesuai dengan sifat senyawa aktif yang didalamnya. Umumnya pada ekstraksi dilakukan dengan mematikan jaringan tumbuhan sebagai pencegahan terjadinya hidrolisis dan oksidasi jaringan. Ketika dilakukan ekstraksi ulang pada ampas kemudian terlihat tidak berwarna hijau maka dianggap semua komponen senyawa dengan berat molekul rendah telah terangkat (Harborne, 1996).

Proses ekstraksi pada dasarnya terdapat dua jenis yakni ekstraksi secara panas dan secara dingin. Pada ekstraksi secara panas terdiri atas metode destilasi uap dan refluks. Sedangkan ekstraksi dengan metode kering terdiri atas maserasi, perkolasi dan sokhletasi (Sudjadi, 2009). Syarat pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah tidak korosif, harganya murah, tidak toksik, tidak meninggalkan residu, aman dan tidak mudah meledak (Wientarsih dan Prasetyo, 2006). Selain pemilihan pelarut juga berdasarkan sifat kepolaran senyawa yang dilarutkan. Senyawa polar akan larut dalam pelarut polar seperti metanol dan etanol. Begitu juga sebaliknya senyawa non polar juga dapat larut pada senyawa non polar juga seperti n-heksan (Gritter *et al.*, 1991).

Maserasi adalah salah satu metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam simplisia ke dalam suatu pelarut pada suhu kamar. Setelah dilakukan penyaringan dan residu diekstraksi dengan pelarut baru. Lama maserasi dapat dilakukan selama 15-30 menit atau 24 jam. Waktu tersebut diperlukan untuk mengendapkan zat-zat yang tidak dibutuhkan yang ikut terlarut (Kristanti, 2008). Maserasi memiliki banyak keuntungan diantaranya adalah peralatan yang dibutuhkan sederhana sehingga mudah diusahakan. Adapun kekurangannya adalah pengerjaannya memerlukan waktu yang lama dan penyaringannya kurang sempurna. Proses perendaman pada maserasi dapat meningkatkan permeabilitas

dinding sel dengan masuknya pelarut ke dinding sel. Sehingga dinding sel membengkak dan membuat senyawa yang terdapat di dinding sel keluar ke dalam pelarut (List and Schmid, 1989).

2.6 Spektrofotometer UV-Vis

Salah satu teknik untuk menganalisis kadar senyawa flavonoid dalam ekstrak tumbuhan adalah menggunakan alat spektrofotometer. Spektrofotometer adalah teknik analisis kimia melalui pengukuran seberapa jauh energi radiasi yang diserap oleh absorbansi terisolasi suatu panjang gelombang. Kegunaan spektrofotometer adalah untuk menghitung energi relatif pada energi yang mengalami transmisi, refleksi dan emisi serta diinterpretasi sebagai fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 2010). Komponen pada instrumen spektrofotometer adalah terdiri atas sumber sinar, monokromator dan sistem optik (Guanjar dan Rohman, 2008).

Penerapan konsentrasi flavonoid dengan spektrofotometer memiliki prinsip terjadi pembentukan kompleks antara $AlCl_3$ dengan flavonoid sehingga membentuk warna kuning stabil. Lebih jelasnya aluminium klorida membentuk kompleks dengan gugus keto pada atom C-4 dan gugus hidroksi pada atom C-5 atau C-3 yang bertetangga dari golongan flavon serta flavonol (Azizah *et al.*, 2014).

Adapun spektrofotometer UV-Visible yaitu salah satu jenis analisis spektroskopi yang menggunakan elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) serta sinar tampak (380-780 nm) sebagai sumber radiasi dengan instrument spektrofotometer (Cazes, 2005). Umumnya spektrofotometer Uv-Vis

dipergunakan sebagai teknik analisis kuantitatif, karena mampu melibatkan sejumlah besar energi elektronik pada molekul yang dianalisis (Skoog 2004).

Prinsip kerja spektrofotometer Uv-Vis adalah dengan mengukur radiasi dari ultraviolet dekat dan sinar tampak yang diserap oleh atom yang mengandung elektron-n, molekul organik aromatik atau molekul yang memiliki elektron- π terkonjugasi, sehingga terjadi transisi elektron pada orbital terluar dari tingkat energi elektron dasar hingga ke tingkat elektron tereksitasi yang lebih tinggi (Sutiadarma, 2004). Sumber cahaya lalu diurai oleh monokromator dan dilewatkan pada sampel. Cahaya ini sebagian ditangkap oleh sampel dan sisanya diserap oleh detektor yang kemudian mengubahnya menjadi sinyal-sinyal listrik untuk diterjemahkan oleh alat pengukur. Nilai serapan sebanding dengan molekul analit yang mengabsorpsi (Day dan Underwood, 2002).

untuk menghilangkan senyawa-senyawa non polar. Setelah dilakukan penambahan, maka akan terbentuk dua lapisan, lapisan atas diambil dan disimpan pada tempat yang bersih. Sedangkan lapisan bawah dipartisi dengan etil asetat dengan perbandingan 1:1 dengan tujuan untuk mengekstrak senyawa flavonoid. Ekstrak etil asetat lalu diambil sebanyak 10 ml untuk berikutnya dilakukan analisis kadar flavonoid (Faizah, 2019). Adapun sampel akar dari media tanah juga diberikan perlakuan yang sama dengan sampel sebelumnya, tetapi untuk jumlah setiap larutan yang ditambahkan hanya setengah dari jumlah yang sebenarnya sehingga ekstrak etil asetat yang diambil senilai 5 ml.

B. Penentuan Kadar Flavonoid Total Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

1. Pembuatan Larutan Standar Kuersetin

Pembuatan larutan induk dilakukan dengan ditimbang kuersetin 10 mg kemudian dilarutkan dengan metanol p.a dalam labu ukur 100 ml. Sehingga diperoleh larutan kuersetin 1000 ppm. Kemudian dilakukan pengenceran seri larutan baku dengan konsentrasi 20, 30, 40 dan 50 ppm dengan cara mengambil sebanyak 0,2 ; 0,3; 0,4; dan 0,5 ml pada larutan induk. Selanjutnya masing-masing konsentrasi dilarutkan kedalam 10 ml metanol p.a. Larutan kemudian dipekatkan pada suhu 50°C. Selanjutnya ditambahkan 0,25 ml metanol, 1,25 ml akuades, dan 75 µL larutan sodium nitrit 5% pada setiap perlakuan dan ditunggu selama 6 menit. Kemudian dilakukan penambahan 150 µL aluminium klorida 10% secara perlahan dan ditunggu selama 5 menit. Kemudian

ditambahkan NaOH 1 N sebanyak 0,5 ml dan akuades sampai volume mencapai 2,5 ml. Larutan dianalisis menggunakan spektro UV-VIS dengan panjang gelombang 514 nm. Larutan blanko yang digunakan adalah methanol (Novianti *et al.*, 2017).

2. Pembuatan Kurva Baku Kuersetin

Kurva standar kuersetin dibuat dengan menghubungkan konsentrasi larutan standar dengan nilai absorbansi yang didapatkan dari pengukuran spektro UV-VIS. Nilai tersebut kemudian diplotkan dan diperoleh persamaan $y = bx + a$, dimana x adalah konsentrasi, y adalah luas area, a merupakan intersept (perpotongan dengan garis sumbu y) dan b adalah slope (kemiringan garis regresi). Kelinear kurva dihitung dengan koefisien korelasi (r) (Rahakbauw dan Wataguly, 2016).

3. Penetapan Kadar Flavonoid Ekstrak

Ekstrak etil asetat dari sampel daun dari kedua perlakuan dan akar dari sistem DFT kemudian dipekatkan sampai larutan habis menggunakan oven dengan suhu 50°C, sehingga senyawa flavonoid menempel pada dinding botol. Selanjutnya ditambahkan 0,25 ml metanol, 1,25 ml akuades, dan 75 µL larutan sodium nitrit 5% pada perlakuan ekstrak etil asetat dari daun dan ditunggu selama 6 menit. Kemudian dilakukan penambahan 150 µL aluminium klorida 10% secara perlahan dan ditunggu selama 5 menit. Kemudian ditambahkan NaOH 1 N sebanyak 0,5 ml dan akuades sampai volume mencapai 2,5 ml. Larutan dianalisis menggunakan spektro UV-VIS dengan panjang

gelombang 514 nm. Larutan blanko yang digunakan adalah metanol setelah didapatkan hasil kemudian dimasukkan ke dalam kurva standar kuersetin (Novianti *et al.*, 2017). Adapun ekstrak etil asetat dari akar perlakuan media tanah juga diberikan perlakuan yang sama seperti ekstrak etil asetat pada sampel sebelumnya, namun setiap penambahan berbagai larutan hanya berjumlah setengah dari yang diberikan. Konsentrasi flavonoid dalam sampel uji dihitung melalui plot kalibrasi, sedangkan kadar flavonoid (mgQE/gr) diperoleh melalui rumus berikut.

$$\text{Kadar flavonoid} = \frac{\text{Konsentrasi } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Vol.sampel (L)}}{\text{berat sampel (gr)}}$$

3.6 Analisis Data

Data yang disajikan terdiri atas jumlah daun, jumlah akar, berat segar dan berat kering. Data tersebut dianalisis menggunakan analisis uji T independent karena membandingkan dua sampel yang berbeda perlakuan. Adapun aplikasi yang digunakan adalah spss 16,0 untuk mengetahui adanya perbedaan dan pengaruh pada dua perlakuan, apabila data tidak homogen maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*. Sedangkan untuk hasil analisis senyawa kuersetin dianalisis secara deskriptif dengan dikaitkan kajian islam.

Data yang telah diperoleh kemudian diolah dan diuji menggunakan uji T *independent* untuk membandingkan dua perlakuan yang tidak saling berpasangan, dalam hal ini kultivasi hidroponik sistem DFT sebagai kelompok perlakuan dan media tanah sebagai kelompok kontrol. Khusus untuk data jumlah daun tidak dilakukan uji T, melainkan diuji menggunakan uji *Mann-Whitney U* karena data tidak berdistribusi normal (lampiran 2).

Berdasarkan hasil analisis statistik uji T *independent* dengan taraf kepercayaan 95%, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada variabel berat segar dan berat kering antara perlakuan sistem hidroponik DFT dengan perlakuan kontrol media tanah. Sedangkan pada hasil analisa jumlah akar menunjukkan jika tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan. Namun dari hasil rerata, jumlah akar pada sistem hidroponik DFT diketahui memiliki nilai 20,24. Nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol meskipun selisih keduanya hanya terpaut tipis yakni 1,00. Sementara untuk hasil uji *Mann-Whitney U* pada variabel jumlah daun, juga memperlihatkan jika terdapat perbedaan jumlah daun antara perlakuan kultivasi sistem DFT dengan media tanah.

Dari hasil uji statistik secara umum pertumbuhan akar maupun daun tanaman sambung nyawa pada kultur hidroponik cenderung mengalami peningkatan yang signifikan apabila dibandingkan dengan kultur media tanah. Berikut penjelasan mengenai keempat variabel yang meliputi jumlah akar, jumlah daun, berat segar dan berat kering tanaman.

karenanya, akar dapat mengendalikan sekaligus sebagai indikator pertumbuhan tanaman (Sathiyavani *et al.*, 2017). Semakin banyak jumlah akar menandakan bahwa kondisi lingkungan tersebut ideal bagi pertumbuhan tanaman (Roberto, 2003). Keadaan ini diketahui terjadi pada perbanyakan tanaman sambung nyawa dalam sistem hidroponik DFT pada penelitian ini dimana jumlah akar dalam sistem lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah akar pada media tanah. Terdapat banyak faktor yang menyebabkan keadaan tersebut salah satunya adalah nutrisi.

Nutrisi menjadi kunci utama pada pertumbuhan tanaman. Umumnya nutrisi pada hidroponik diserap tanaman dalam bentuk ion yang diikuti dengan hidrolisis garam yang terlarut pada larutan nutrisi. Kemudian terjadi penyerapan anion dan kation yang berasal dari larutan nutrisi yang berada dalam tubuh tumbuhan. Peristiwa tersebut diiringi dengan lepasnya atom H^+ dan OH^- yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan elektrik (Haynes, 1990). Selama proses tersebut, untuk mempertahankan keseimbangan ionik maka terjadi perubahan pH yang menyebabkan perubahan pada kualitas dan kuantitas nutrisi yang diserap tanaman (Haynes, 1990). Pada mekanisme ini, nutrisi ditransfer kepada akar melalui kondisi mikrograviti. Dalam kondisi ini, larutan nutrisi yang diedarkan ke akar tanaman dikontrol melalui gaya kapilaritas (Barry *et al.*, 1992).

Pada teknik hidroponik jenis DFT (*Deep Flow Technique*) nutrisi diberikan dalam bentuk genangan, yang artinya tanaman dibudidayakan di dalam larutan nutrisi yang mengalir secara terus menerus setinggi 4 sampai 6 cm selama 24 jam. Ciri pembeda antara sistem DFT dengan sistem

hidroponik lainnya adalah pada instalasinya, dimana pipa tidak dirakit dengan sudut kemiringan (Chadirin, 2007). Melalui kultur hidroponik DFT, akar tanaman sambung nyawa dapat memperoleh nutrisi secara efisien jika dibandingkan tanaman yang tumbuh pada tanah. Hal ini karena kebutuhan nutrisi dan air yang selalu terjaga secara terus menerus. Sedangkan pada media tanah, akar tanaman sambung nyawa baru memperoleh cukup air setelah dilakukan penyiraman, inilah yang mengakibatkan berkurangnya jumlah kadar oksigen yang diperlukan oleh akar dan mikroba (Assaduzzaman *et al.*, 2010). Selain itu kebutuhan air yang digunakan pada kultivasi konvensional lebih besar jika dibandingkan dengan kultivasi hidroponik seperti pada kultivasi tomat dan selada (Hassall and Associates, 2001). Oleh karena itu pertumbuhan akar pada media tanah terhambat.

Umumnya pada teknik hidroponik DFT nutrisi yang digunakan adalah nutrisi jenis AB-Mix. Begitupun dengan penelitian ini yang menggunakan nutrisi yang sama namun dengan tipe untuk tanaman umum. AB-Mix merupakan nutrisi hidroponik yang mengandung dua komponen unsur yakni unsur makro dan unsur mikro (Sunaryo *et al.*, 2018). Penelitian Hidayanti dan Trimin (2019) menyebutkan nutrisi AB mix adalah nutrisi terbaik bagi faktor pertumbuhan pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun dan berat segar dengan nilai rata-rata masing-masing adalah 24,2 cm, 13,25 helai daun dan 18,825 gram berat basah. Umumnya, pH larutan AB-Mix adalah 5,5-6,0. Nilai pH ini dijaga tetap stabil agar tanaman tidak mengalami stress. Selaras dengan hal tersebut menurut Kamauddin *et al.*, (2019), pH optimum untuk media nutrisi adalah

6,0. Jika suatu tanaman tumbuh diluar pH optimum maka dapat mengakibatkan toksisitas atau defisiensi nutrisi seperti pertumbuhan tanaman menjadi kerdil. Selain itu pH yang tinggi juga menyebabkan beberapa ion nutrisi mengalami pengendapan dan penurunan jumlah ketersediannya (Barry and Knight, 1997).

Nilai pH pada larutan nutrisi hidroponik akan mengalami perubahan seiring dengan pertumbuhan tanaman, yakni sebanyak 0,1 (Barry and Knight, 1997). Perubahan ini dapat terjadi karena proses metabolisme yang dilakukan oleh tanaman. Umumnya perubahan nilai pH tersebut diatasi dengan penambahan larutan *buffer*, namun pada penelitian ini tidak dilakukan karena dapat menjadi faktor yang mempengaruhi variabel pertumbuhan tanaman. Menurut Sastroamidjojo (1992) tanaman sambung nyawa merupakan tanaman yang memiliki sensitivitas dan fleksibilitas tinggi terhadap perubahan lingkungan.

Selain nutrisi, pemilihan substrat yang tepat dapat berpengaruh terhadap keberlangsungan hidup tanaman selama dalam sistem hidroponik DFT. Ciri-ciri substrat yang baik adalah dapat menunjang tanaman, menyediakan udara, air dan nutrisi bagi akar, tidak mengandung patogen serta tidak bersifat fitotoksik (Lorenzo *et al.*, 2013). Untuk itu dilakukan pemilihan *rockwool* sebagai substrat dalam penelitian ini. Fukuda dan Anami (2001) melaporkan jika tanaman melon (*Cucumis melo*) yang ditanam secara hidroponik menggunakan substrat *rockwool* mampu memberikan rata-rata hasil produksi yang tinggi yakni sebesar 1,86 kg per buah dengan tebal pericarp 4,32 cm.

Rockwool memiliki kemampuan untuk menyimpan banyak air, sehingga memungkinkan kelembapan bagi tanaman tercukupi yakni sekitar 50-70%. Selain itu *rockwool* juga merupakan substrat dengan sirkulasi oksigen yang terjaga. Hal ini karena *rockwool* memiliki struktur serabut-serabut benang berpori sehingga memungkinkan untuk dapat dilalui banyak air yang mengikat cukup oksigen. Media tanam yang mengandung cukup oksigen dapat mempermudah akar berespirasi. Energi yang diperoleh dari hasil respirasi digunakan untuk asimilasi penyerapan nutrisi dan penyerapan air (Kang and Jung, 1995). Selain itu molekul oksigen juga sangat esensial bagi keberlangsungan hidup tanaman untuk melakukan berbagai proses seperti absorpsi air dan mineral serta aktivitas metabolik lainnya (Resh, 2013).

Pada kultivasi sistem DFT dalam penelitian ini, oksigen diperoleh tanaman melalui oksigen yang terlarut dalam genangan larutan nutrisi yang dialirkan secara terus menerus selama 24 jam melalui pompa irigasi. Menurut Resh (2013), frekuensi dan lamanya siklus irigasi pada sistem hidroponik harus memadai untuk mencegah defisit air pada tanaman. Selain itu siklus irigasi yang berlangsung dalam kurun waktu yang lama dapat mengakibatkan kebutuhan oksigen pada akar terpenuhi secara optimal. Chidiac (2019) menambahkan, pada sistem DFT suhu larutan nutrisi harus dipertahankan berkisar 18-24°C. Hal ini bertujuan meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam larutan nutrisi dan laju enzimatis pada proses metabolisme tanaman.

(*Lactuca sativa*) yakni sebanyak 12,69 helai daun setelah 35 hari pasca penanaman. Hal tersebut karena ketersediaan oksigen yang terlarut pada larutan nutrisi tercukupi dengan optimal. Menurut Chidiac (2019), konsentrasi minimum oksigen terlarut (DO) bagi pertumbuhan mayoritas tanaman non akuatik dalam sistem DFT adalah berkisar 4 ppm. Apabila konsentrasi oksigen terlarut kurang dari 4 ppm maka akan terjadi hipoksia pada jaringan tanaman yakni suatu kondisi dimana sel dan jaringan tanaman mengalami kekurangan suplai oksigen sehingga mengakibatkan kematian tanaman (Becker, 2016).

Adapun jumlah daun tanaman sambung nyawa yang rendah dalam kultivasi media tanah dapat dikarenakan minimnya ketersediaan nutrisi dalam tanah (Assaduzzaman *et al.*, 2010). Menurut Marschner (1995), dalam tanah hanya tersedia N-NO₂⁻ 1-2 µg, N-NH₄⁺ 0,02-0,05 µg, P(H₂PO₄⁻) 0,005-0,05 µg, K⁺ 0,2-2 µg, Ca²⁺ 0,5-4 µg, Mg²⁺ 0,2-2 µg, dan S (SO₄²⁻) 0,1-2 µg. Sedangkan dalam larutan nutrisi hidroponik kandungan senyawa-senyawa tersebut jauh lebih tinggi, dimana N-NO₂⁻ memiliki kadar 5-2 µg, N-NH₄⁺ 0,05-2 µg, P(H₂PO₄⁻) 0,5-2 µg, K⁺ 5-10 µg, Ca²⁺ 3-6 µg, Mg²⁺ 1-2 µg, dan S (SO₄²⁻) 1,5-4 µg.

Seperti yang telah diketahui, jika pertumbuhan vegetatif pada tanaman seperti daun, akar, dan batang erat kaitannya dengan keberadaan unsur nitrogen. Nitrogen merupakan makronutrien esensial bagi pertumbuhan tanaman. Tidak hanya berperan dalam pembentukan DNA, tetapi nitrogen juga berfungsi pada penyusunan gugus fungsi amina yang membentuk asam amino. Asam amino kemudian dipergunakan untuk membentuk protein.

Protein sendiri keberadaannya sangat krusial karena dibutuhkan untuk berbagai proses dalam tanaman seperti regulasi enzim, sinyal sel, dan membangun struktur sel (Somerville *et al.*, 2014).

Namun demikian, keberadaan unsur nitrogen di dalam tanah tidak dapat langsung diperoleh dan digunakan tanaman, melainkan harus melalui proses dekomposisi dan fiksasi terlebih dahulu. Unsur yang telah didapatkan selanjutnya menempel pada partikel tanah dan terlarut dalam larutan tanah sehingga pada akhirnya baru dapat diserap oleh tanaman. Karenanya kemampuan tanah dalam menyediakan nutrisi dipengaruhi oleh 4 faktor yakni jumlah senyawa esensial yang ada dalam tanah, bentuk kombinasi dari senyawa tersebut, tahapan proses yang harus dilalui sebelum elemen diserap oleh tanaman, serta pH dalam larutan tanah. Berbeda dengan tanah, pada teknik hidroponik akar tanaman langsung memperoleh nutrisi tersebut melalui genangan larutan nutrisi (Resh, 2013).

Selain itu menurut sejumlah kajian, media tanah diketahui memiliki beberapa kelemahan diantaranya dapat mengalami kontaminasi berbagai senyawa toksik dari lingkungan atau polutan yang berasal dari aktivitas pabrik serta minim unsur hara (Omran *et al.*, 1988; Yaday *et al.*, 2002 ; Banin *et al.*, 1981). Hal tersebut mengakibatkan penurunan pH pada tanah serta berkurangnya kemampuan tanah untuk mengabsorpsi toksikan. Sehingga mengakibatkan gangguan pada metabolisme dan pertumbuhan tanaman (McLaughlin *et al.*, 1999 ; Chojnacki *et al.*, 2005; Mapanda *et al.*, 2005).

berbanding lurus dengan seberapa banyak nutrisi yang diserap oleh akar tanaman. Semakin banyak jumlah fotosintat maka semakin tinggi nilai berat segar tanaman (Salisbury and Ross, 1995). Nilai berat segar yang tinggi pada hidroponik DFT dapat dikarenakan pada sistem ini, akar memiliki lebih banyak ruang secara vertikal dan lateral yang digunakan untuk pertumbuhannya. Dengan hal ini maka dapat menjamin ketersediaan pasokan nutrisi dan oksigen bagi akar tanaman sambung nyawa (Chun and Takakura, 1993). Walters and Christopher (2015) menyatakan, nilai rerata berat segar pada tanaman basil jenis *mrs. burns lemon* (*Ocimum basilicum* var *citriodora*) saat ditanam pada sistem DFT memberikan hasil akhir yang tinggi pada akhir masa panen yakni 58,1 gram. Selain itu menurut mereka, dari sisi ekonomi kultivasi DFT dapat mengurangi biaya produksi karena tidak membutuhkan banyak tenaga kerja.

Nilai berat segar yang rendah pada perlakuan kontrol tanah dapat dikarenakan hasil fotosintat yang rendah. Ketika hasil fotosintesis bernilai kecil, maka hasil tersebut banyak terdistribusi pada tunas sehingga hanya sebagian kecil yang diterima oleh akar (Fageria, 1992). Sebaliknya saat nutrisi yang diterima tanaman banyak, khususnya unsur N yang diedarkan dari akar ke daun maka produk fotosintesis yang dihasilkan juga akan meningkat. Hal ini menjamin ketersediaan karbohidrat yang dibutuhkan akar. Oleh karena itu, aktivitas perakaran dan pertunasan saling berkaitan (Osaki *et al.*, 1997).

Menurut Makendi (2014), sistem hidroponik DFT dapat mengontrol tingkat nutrisi yang diberikan sehingga memungkinkan kebutuhan nutrisi

yang lebih rendah. Lebih lanjut pada sistem tersebut, kebutuhan air dapat dihemat sebab air tetap berada dalam sistem dan dapat digunakan ulang secara terus menerus. Selain itu tidak ada polutan nutrisi yang dilepaskan pada lingkungan karena semua nutrisi tertampung pada bak penampung dengan sistem yang terkontrol. Sehingga tidak mengakibatkan peristiwa eutropifikasi. Berbeda halnya dengan kultivasi pada media tanah, nutrisi yang ada dapat lari keluar lingkungan kemudian dapat mengakibatkan eutropifikasi. Makendi (2014) juga menjelaskan kondisi sistem hidroponik DFT yang cenderung stabil serta *mobile* memungkinkan untuk meminimalisir terjadinya serangan hama dan patogen.

4.1.5 Berat Kering

Pada penelitian juga diketahui bahwa hasil berat kering pada kultivasi sistem DFT lebih baik jika dibandingkan dengan media tanah. Analisa statistik menggunakan uji T *independent* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) pada perlakuan hidroponik DFT dengan perlakuan media kontrol tanah terhadap berat kering tanaman sambung nyawa. Dimana pada kelompok hidroponik mempunyai rerata berat kering sebesar 0,083 gr. Sedangkan pada perlakuan media tanah hanya bernilai 0,056 gr (gambar 4.4).

digunakan pada penelitian ini. Secara keseluruhan penelitian ini menggunakan teknik stek. Stek adalah teknik pemisahan organ vegetatif (akar, daun dan batang) dari pohon induknya. Melalui stek, dapat diperoleh tanaman dengan sifat yang sama dengan tanaman induk. Indikator keberhasilan stek dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah umur bahan stek, jenis tanaman, adanya daun muda dan tunas pada tanaman serta persediaan bahan makanan (Agung, 2007). Hal ini diketahui juga terjadi pada penelitian ini dimana stek yang ditanam pada sistem DFT mempunyai jumlah daun, akar, berat segar dan berat kering yang tinggi jika dibandingkan dengan media tanah.

Selain pemilihan bahan stek yang tepat diketahui juga berpengaruh terhadap hasil akhir tanaman. Adapun bahan stek yang digunakan pada penelitian ini adalah stek batang yang berasal dari tanaman sambung nyawa. Menurut Agung (2007), ciri-ciri bahan stek batang yang baik adalah warna kulit bagian dalam masih kehijauan yang menandakan jumlah nitrogen, auksin dan karbohidrat yang tinggi. Ketiga komponen tersebut digunakan untuk membantu percepatan pertumbuhan akar dan daun. Ketika akar dan daun berjumlah banyak maka ketersediaan bahan untuk fotosintesis akan tercukupi dengan optimal. Sehingga dapat berkontribusi dalam meningkatkan berat kering dan berat segar tanaman (Rianto *et al.*, 2016). Sakamoto dan Takahiro (2018), memaparkan penggunaan stek batang sebagai bahan kultivasi hidroponik tanaman umbi jalar (*Ipomoea batatas*) diketahui dapat menghasilkan rerata berat segar dan berat kering masing-masing sebesar 294,5 gr/tanaman dan 74,8 gr/tanaman setelah 159 hari penanaman.

4.2 Perbedaan Perlakuan Kultivasi Hidroponik Sistem DFT dengan Media Tanah terhadap Kadar Flavonoid Akar dan Daun *G. procumbens*

Flavonoid adalah salah satu jenis metabolit sekunder yang banyak ditemukan pada tanaman sambung nyawa. Secara umum flavonoid mempunyai fungsi utama sebagai antioksidan dimana dapat mengirim sebuah elektron kepada senyawa radikal bebas sehingga membentuk kompleks dengan logam (Nijveldt *et al*, 2001). Flavonoid mempunyai banyak kelas salah satunya yakni kuersetin (Herman, 1976). Kuersetin adalah senyawa polifenol dengan gugus keto pada atom C-4 dan gugus hidroksi pada C-3 atau C-4 serta bersifat polar. Kuersetin memiliki daya larut yang rendah pada air sehingga cenderung dapat larut pada pelarut organik dan senyawa alkohol (Sofyan *et al.*, 2008). Umumnya kuersetin dapat ditemukan pada beberapa jenis tanaman seperti pada tanaman sambung nyawa. Berdasarkan hasil penelitian Kaewseejan *et al.* (2015) diketahui jika tanaman sambung nyawa mempunyai kadar kuersetin yang tinggi yakni 135,87 $\mu\text{g/g}$.

Pengukuran kadar kuersetin pada bagian tanaman sambung nyawa (akar dan daun) hasil kultivasi sistem DFT dan media tanah dalam penelitian ini dilakukan menggunakan spektro UV-Vis. Dari hasil spektrofotometer UV-Vis diperoleh nilai absorbansi larutan standar kuersetin pada masing masing konsentrasi. Selanjutnya dilakukan pembuatan kurva kalibrasi (standar) (gambar 4.4) melalui nilai tersebut. Kurva kalibrasi merupakan kurva yang dibuat berdasarkan hubungan fungsional antara sinyal (nilai absorbansi) dengan konsentrasi standar (analit) (Rahakbauw dan Wataguly, 2016).

hanya berjumlah 26,90 mg/tanaman. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Chrysarigrysa *et al.*, (2019) juga menyebutkan bahwa sistem hidroponik DFT yang digunakan pada kultivasi tanaman mint (*Mentha spicata*) mampu meningkatkan produksi minyak atsiri pada tanaman senilai 6,75 mg/g.

Menurut Susanti *et al.* (2008), kandungan hara dalam suatu media diketahui dapat mempengaruhi pembentukan flavonoid pada tanaman. Hal ini berlaku juga dalam lingkungan hidroponik DFT yang diperuntukan sebagai sistem perbanyakan tanaman sambung nyawa pada penelitian ini. Zheng *et al.* (2006), menyebutkan kultivasi *Echinacea purpurea* pada sistem hidroponik DFT dapat meningkatkan produksi senyawa fenolik asam sikorat senilai 8 mg/g pada tanaman. Menurut Zheng *et al.* (2006), larutan nutrisi hidroponik menyediakan nutrisi makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman, terutama unsur nitrogen, kalium serta fosfor. Kandungan nutrisi tersebut tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, melainkan juga dapat mengubah kadar metabolit sekunder pada tanaman. Selaras dengan hal ini berdasarkan penelitian Mualim *et al.* (2009), media tanam yang menyediakan kebutuhan unsur N, P, dan K secara tercukupi diketahui mampu meningkatkan produksi senyawa antosianin sebesar 34,01 mg/tanaman pada tanaman daun kolesom (*Talinum triangulare*).

Nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) adalah unsur esensial bagi proses metabolisme tanaman. Unsur N berperan dalam pembentukan banyak jenis molekul seperti klorofil, asam amino dan protein. Sedangkan unsur fosfor (P) penting dalam pembentukan nukleotida, ADP, ATP serta gula terfosfolirasi. Adapun unsur kalium (K) berfungsi sebagai aktivator enzim pada proses fotosintesis dan respirasi (Taiz dan Zeiger, 2006). Ketiga unsur tersebut saling

berkaitan dimana penyerapan unsur P dan N bergantung dengan keberadaan unsur kalium. Ketika kalium tidak tersedia dengan jumlah yang cukup maka akan terjadi efisiensi pada unsur P dan N (Sutejo, 1999). Interaksi yang optimal pada ketiga unsur tersebut dapat meningkatkan produk metabolit primer. Peningkatan tersebut dapat dilihat dari berat segar dan berat kering tanaman (Salisbury and Ross, 1995 ; Sitompul dan Guritno, 1995).

Pada penelitian ini, sistem DFT dapat meningkatkan rata-rata berat segar dan kering tanaman masing-masing sebesar 1,572 dan 0,083 gr. Hasil metabolit primer linier dengan pembentukan metabolit sekunder (Suryawati dan Muniyanto, 2014). Proklamasihningsih *et al.*, (2018) melaporkan total senyawa polifenol tanaman katuk (*Sauropus androgynus* L.) dengan rerata berat segar 40,31 gr dan berat kering 8,15 gr lebih besar yakni 63,73 mg/g jika dibandingkan pada tanaman dengan berat segar 17,02 gr dan berat kering 5,19 yang hanya mengandung 8,87 mg/g polifenol.

Menurut Harbert (1995), bahan awal untuk memulai metabolisme sekunder berasal dari produk metabolisme primer yakni glukosa. Sintesis senyawa flavonoid dihasilkan melalui tahapan yang kompleks dari asam sikimat, asam korismat dan asam prekanat. Flavonoid diturunkan dari asam piruvat dan asam sikimat yang berasal dari turunan karbohidrat hasil fotosintesis. Karbohidrat dari fotosintesis masuk ke dalam jalur pentosa fosfat kemudian berasosiasi dengan hasil asam fosfoenol piruvat. Proses penggabungan tersebut menghasilkan asam sikimat serta asam khorismat yang selanjutnya membentuk asam prekarat lalu membentuk flavonoid dan fenol (Gustina, 2017). Oleh karena itu, tinggi

- Banin, A.J., Naverot YN., and Yoles D. 1981. Accumulation of Heavy Metal in Arid Zone Soils Irrigated with Treated Sewage Effluent and Their Uptake by Rhodes grass. *Journal Environmental Quality*. 10 (04) : 536-540.
- Becker, K. 2016. *Understanding Dissolved Oxygen*. Diakses pada 6 Juli 2020. <<http://www.growtalk.com>>
- Beibel, J. 1964. *Hydroponics-The Science Of Growing Crops Without Soil*. Florida Department Of Agricultural, Florida.
- Berry W.L., Goldstein G., Dreschel T.W., Wheeler, R.M., Sager J.C., and Knott W.,M. 1992. Water Relations, Gas Exchange, and Nutrien Response to Long-Term Constant Water Defocit. *Soil Sci*. 153 : 442-451.
- Berry, W. and Knight, Sharon. 1997. *Plant Culture in Hydroponics*. Plant Growth Chamber Handbook. Eds RW Langhans, TW Tibbitts.
- Boller, T. 1995. Chemoperception of microbial signals in plant cells. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 46:189–214.
- Brailford, R. W., Voeselek L.A.,Blom J., Smith P., Hall R., and Jackson M. 1993. Enhanced Ethylene Production by Primary Roots of *Zea mays* L. in Response to Sub-Ambient Partial Pressures of Oxygen. *Plant Cell Environ*. 16 : 1070-1080.
- Bugbee, B. 2003. *Manajemen Media dan Nutrisi pada Produksi Bibit atau Tanaman dalam Pot*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Calvo, A.M., Richard, A., Jin Woo, B.,and Nancy, P. 2002. Relationship between Secondary Metabolism and Fungal Development. *Microbiology And Molecular Biology Reviews*. 66: 447-459.
- Cazes J Eds. 2005. *Encyclopedia of Chromatography*.Marcel Dekker Inc, New York.
- Chadirin. 2007. *Pelatihan Aplikasi Teknologi Hidroponik Untuk Pengembangan Agribisnis Perkotaan*. Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Chidiac, J. 2019. *Critical System Analysis : Deep Flow Technique (DFT) for Hydroponic*. Diakses pada 6 Juli 2020. <<http://www.linkedin.com>>.
- Chojnacki K., Chijnacki, A., Gorecka H.,and Gorecki H. 2005. Bioavibility of Heavy Metals from Polluted Soils to Plants. *Science of The Total Environment*. 337 : 175-182.

- Chrysargyrisa, A., Spyridon, A., Petropoulosb, Ângela, F., Lillian, B., Nikolaos, T., Isabel, C.F.R., and Ferreirac. 2019. Effect of phosphorus application rate on *Mentha spicata* L. grown in deep flow technique (DFT). *Food Chemistry*. 276: 84–92.
- Chun, C and Takakura. 1993. Control of Root Environment for Hydroponic Lettuce Production : Rate of Root Respiration Under Various Dissolved Oxygen Concentrations. American Society of Agricultural Engineers Meeting, USA.
- Ciriaková, A. 2009. Heavy metals in the vascular plants of Tatra mountains. *Oecologia Montana*. 18: 23–26.
- Cody, V. 1988. *Plant Flavonoids in Biology and Medicine*,. Alan R. Less, New York.
- Cortella G, Saro O., De Angelis A., Ceccoti L., Tomasi N., Dalla Costa L., Manzocco L., Pinton R., Mimmo T., and Cesco S. 2014. Temperature Control of Nutrien Solutionin Floating System Cultivation. *Appl Them Eng*. 73 : 1055-1065.
- Day, R. A dan Underwood A.L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi 6*. Erlangga, Jakarta.
- Dong, S., Scagel C., Cheng L., Fuchigami L H., and Rygiewicz P. 2001. Soil Temperature and Plant Growth Stage Influence Nitrogen Uptake and Amino Acid Concentration of Apple during Early SPring Growth. *Tree Physiol*. 21 : 541-547.
- Doronicheva, N., Yasui, H., Sakurai, H. 2007. Chemical Structure Dependent Differential Effects of Flavonoids on the Catalase Activity as Evaluated by a Chemiluminescent Method. *Biol. Pharm*. 30 : 212–1217.
- Early, M.P. 2004. *Principles of Horticulture 4thEdition*. Butterwort Heinemann, Oxford.
- Ebel, J., and Mithöfer, A. 1998. Cite as Early Events in The Elicitation of Plant Defence. *Planta* 206, 335–338.
- Fageria, N.K. 1992. Maximizing Crop Yields. Marcel Dekker, New York.
- Faizah, H. 2019. *Modul Praktikum Kultur Jaringan*. UIN Sunan Ampel, Surabaya.

- Fanesa, A. 2011. *Pengaruh Pemberian Beberapa Zat Pengatur Tumbuh terhadap Pertumbuhan Stek Pucuk Kacang (Citrus nobilis L.)*. Fakultas Pertanian, Universitas Andalas.
- Ferrer, J., Austin, M., Stewart, C.J., and Noel, J. 2008. Structure And Function Of Enzymes Involved In The Biosynthesis Of Phenylpropanoids. *Plant Physiol. Biochem.* 46: 356–370.
- Ferry, D.R., Smith, A., and Malkhandi, J. 1996. Phase I Clinical Trial Of The Flavonoid Quercetin: Pharmacokinetics And Evidence For In Vivo Tyrosine Kinase Inhibition. *Clin Cancer Res.* 2 : 659–668.
- Flora, S.J.S., Mittal, M., and Mehta, A. 2008. Heavy metal induced oxidative stress & its possible reversal by chelation therapy. *Indian Journal of Medical Research.* 128 : 501.
- Fukuda, N., and Anami, Y. 2001. *Substrate and nutrient level: Effects on the growth and yield of melon 'Cucumis melo' in soilless culture.* II International Symposium on Cucurbits 588. pp. 111–117.
- Gill Reetinder. 2015. Nutrient Management for Growing Dandelion (*Taraxacum officinale* L.) in Nutrient Film and Deep Flow Hydroponics. *Thesis.* Universitas of Arkansas, Fayetteville Scholar Works.
- Giurgiu, R., Morar, G., Adelina, D., Păunița, B., Duda, B., and Cristina, M. 2014. Study Regarding The Suitability Of Cultivating Medicinal Plants In Hydroponic Systems In Controlled Environment. *Research Journal Of Agricultural Science.* 46: 84–92.
- Gritter, R.J., Bobbit, J.M., dan Schwarting, A.E. 1991. *Pengantar Kromatografi. Ed. Ke-2. Terjemahan Kosasih Padmawinata.* Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Goddek, S., Joyce A., Kotzen B., and Gavin, M. 2019. *Aquaponics Food Production System.* Springer Open, Switzerland.
- Grotewold, E. 2006. *The Science of Flavonoid.* Springer, United States of America.
- Guandjar, I G. dan Rohman A. 2010. *Kimia Farmasi Analisis.* Pustaka Belajar, Yogyakarta.
- Gustina, Y. A. 2017. Analisis Kandungan Flavonoid pada Berbagai Usia Panen Tanaman Gandarusa (*Justicia gandarusa* Burm. F.) secara Spektrofotometri. *Skripsi.* Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

- Handoko. 2003. *Hidroponik Skala Rumah Tangga*. PT Dunia Pustaka Jaya, Jakarta.
- Harborne, J. 1996. *Metode Fitokimia*. Ed. Institut Teknologi Bandung., Bandung.
- Harjadi, S. 1993. Pengantar agronomi. PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Hassini, I., Rios, J., Baenaf, N., and Moreno, DA. 2019. Comparative Effect Of Elicitors On The Physiology And Secondary Metabolites In Broccoli Plants. *J Plant Physiol*. 239 : 1–9.
- Hassall and Associates. 2001. *Hydroponics as Agricultural Production System : A Raport fo The Rural Industries Research and Development Corporation*. RIRDC Publication, IRDC Project.
- Haynes. R. J. 1990. Active Ion Uptake and Maintenance of Cation-Anion Balnce : A Critical examination of Their Role in Regulating Rhizosphere pH. *Plant Soil*. 126 : 247-264.
- Herbert, R.B. 1995. *Biosynthesis of Secondary Metabolites, 2nd edition*., Chapman and Hall, New York.
- Hernandez, X.E., Orden, A.A., Giordano, O.S., Kurina, M. 2005. Effect of Elicitor and Copper Sulfate on Grindelic Acid Production in Submerged Cultures of *Grindelia pulchella*. *Elect.J.Biotechnol*. 8 : 276–283.
- Herrman, K. 1976. Flavonols and Flavones In Food Plants: A review. *J. Food Techno*. 11: 433–438.
- Herti, M., dan Suharmiati. 2006. *Khasiat & Manfaat Daun Dewa & Sambung Nyawa*. AgroMedia, Jakarta.
- Hesse, M. 2002. *Alkaloids Nature's Curse or Blessing*. Zurich (CH, J Wiley).
- Hidyanti, L dan Trimin, K. 2019. Pengaruh Nutrisi AB-Mix terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara Hidroponik. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 16 : 166-175.
- Hudoyono, S. 2004. Pengaruh Berbagai Kondisi Oksidasi terhadap Kandungan Kolestrol dan Sterol Lain dalam Lemak Coklat . *Jurnal Sains*. 8 : 74–75.

- Islami, T dan Utomo. W.H. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press, Semarang.
- Jedinák, A., Farago, J., Pšenáková, I., and Maliar, T. 2004. Approaches To Flavonoid Production In Plant Tissue Cultures. *Biologia, Bratislava*. 59: 697—710.
- Jozefczak, M., Remans, T., Vangronsveld, J., and Cuypers, A. 2012. Glutathione is a key player in metal-induced oxidative stress defenses. *International journal of molecular sciences*. 13 : 3145–3175.
- Kaewseejan, N., Sutthikhum, V., and Siriamornpun, S. 2015. Potential of *Gynura procumbens* leaves as source of flavonoid-enriched fractions with enhanced antioxidant capacity. *Journal of Functional Foods*. 12: 120–128.
- Kamauddin, M.J., Othman N.S.I.A., M.H. Abu Bakar, A. Johari, and M. H. Hassim. 2019. Performance of water treatment techniques on cocopeat media filed grow bed aquaponics system. *E3S Web of Conferences*. 90: 1-10.
- Kang, T.M., and Jung, H.B. 1995. Effect of *Rockwool* Classification On The Growth And Yield In Long Term Culture Of Tomatoes. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 13 : 352–353.
- Kafle, G., Gautam, R., and Midmore, D. 2017. Effect Of Nutrien Omission And Ph On The Biomass And Concentration And Content Of Steviol Glycosides In Stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni) Under Hydroponic Conditions. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 20 : 10–16.
- Kao, T. 2005. *The Dynamic Root Floating Hydroponic Technique Year-Round Production of Vegetables in Roc on Taiwan*. ASPAC Food and Fertilizer Technologu Center, Taiwan.
- Kementerian Agama RI Direktorat Jenderal Bimbingan Masyarakat Islam Direktorat, Urusan Agama Islam dan Pembinaan Syariah. 2011. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. PT Adhi Aksara Abadi Indonesia, Jakarta.
- Khopkar, S. M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Anlitik*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kristanti, A.N. 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Universitas Airlangga Press., Surabaya.

- Kubicki, M., Lamshöft, M., Lagojda, A., and Spitteller, M. 2019. Metabolism And Spatial Distribution Of Metalaxyl In Tomato Plants Grown Under Hydroponic Conditions. *Chemosphere*. 218 : 36–41.
- Kumalasari, N., Permana A., Silvia, R and Anggie M. 2017. *Interaction of Fertilizer, Light Intensity and Media on Maize Growth in Semi-Hydroponic System for Feed Production*. In : International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP).
- Kumar, C., Aeid, I., Benoît, D., Anne-Gaëlle, Christophe, J., Emmanuel, G., Anand, K., Agnès Delaunay-, and Michel, B. 2011. Glutathione Revisited: A Vital Function In Iron Metabolism And Ancillary Role In Thiol-Redox Control. *The EMBO Journal*. 30: 2044–2056.
- Kumar, S and Pandey, A. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal*. 13 :1-16
- Lesty, W. 2011. *Kromatografi Lapis Tipis*. Jember, Taman Kampus Presindo Peduli dan Pelayan Pendidikan.
- Li, H., Hyeon, S., Hyun, K., Dong Ha, S., Yong Park, H., Choi, S., Lee, C., Yun Sik, B., and Sook Jeong, T. 2015. Soy Leaf Extract Containing Kaempferol Glycosides and Pheophorbides Improves Glucose Homeostasis by Enhancing Pancreatic β -Cell Function and Suppressing Hepatic Lipid Accumulation in db/db Mice. *J. Agric. Food. Chem* 63, 7198–7210.
- Lingga, P. 1999. *Hidroponik: Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- List, P.H., and Schmid, P.C. 1989. *Phytopharmaceutical Technology*, 1-2. CRC Press, Boston.
- Lorenzo, R. Antonio R.,Pietro P., and Scariot V. 2013. From Soil to Soil-Less in Horticulture : Quality and Typicity. *Italian Journal of Agronomy*. 8 : 255-260.
- M. Al Khayri, J., M. and Naik, P. 2016. Impact of Abiotic Elicitors on In vitro Production of Plant Secondary Metabolites: A Review. *JARB*. 1: 1–7.
- Makendi, Maeva. 2014. A Comparative Analysis of Two Plant Growth Mediums : Hydroponic vs Soil. The Academy of Science, Research and Medicine, The Paulding Country High School.

- Mandal, V. and Yogesh, M.H. 2007. Microwave assisted Extraction – An Innovative and Promising Extraction Tool for Medicinal Plant *Research. Pharmacognosy Rev.* 1: 7–18.
- Maneeply, C., Sujipali, K., Narisa, K. 2018. Growth of Brahmi (*Bacopa monnieri* (L.) Wettst.) by NFT and DFT Hydroponics System and Their Accumulation of Saponin Bacosides. *NU. International Journal of Science.* 15 (02) : 114-124.
- Manero, F.J., Alqar, E., Gomez, M. and Solano, B. 2012. Elicitation Of Secondary Metabolism In *Hypericum perforatum* By Rhizosphere Bacteria And Derived Elicitors In Seedlings And Shoot Cultures. *Pharm Biol.* 50 : 1201–1209.
- Mapanda, F., Mangwayana E.N., Nymangara J., and Giller KE. 2005. The Effect of Long Term Irrigation using Wastewater on Heavy Metal Contents of Soils Under Vegetables in Harare Zimbabwe. *Agricultural Ecosystem and Environment.* 107 :151-158.
- Mariani, C., Braca, A., Vitalani, Sara., Tommasi, N., Francesco, V., and Galsomina, F. 2008. Flavonoid Characterization And In Vitro Antioxidant Activity of *Aconitum anthora* L. (Ranunculaceae). *Phytochemistry.* 69 : 1220-1226.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants.* Academic Press, New York.
- Marschner, H. 1995. *Functions of Mineral Nutrients: Micronutrients. In: Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Edition.* Academic Press, London.
- Mclaughlin, WI., Parker RR., and Clarke JM. 1999. Metals and Micronutrients- Food Safety Issues. *Field Crop Research.* 60 : 143-163.
- Mengel, D., and Rehm, G. 2000. *Fundamental of Fertilizer Application. In Handbook of Soil Science.* CRC Press, Boston.
- Middleton, E.J. 1998. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function 439, 175–182.
- Mohle, B., Heller, W., and Wellman, E. 1985. UV-induced biosynthesis of quercetin 3-O- β -D-glucuronide in dill cell cultures. *Phytochemistry.* 3:465–467.

- Montaño, C., Morón, B., Guerrero, P., and Lázaro, L. 2011. A Review on the Dietary Flavonoid Kaempferol. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 11 : 298–344.
- Mou, K.M and Dash, P.R. 2016. A Comprehensive Review On *Gynura procumbens* Leaves. *International Journal of Pharmacognosy*. 3 : 168–174.
- Mualim,L.,Arifin S., dan Maya, M. 2009. Kajian Pemupukan NPK dan Jarak Tanam pada Produksi Antosianin Daun Kolesom (*Talinum triangulare* [Jacq] Willd.).*J.Agron.Indonesia*. 37: 55-61.
- Mulyadi, M.N., Widodo, S dan Elida, N. 2015. Kajian Irigasi Hidroponik dengan Berbagai Media Substrat dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tomat. Berkala Ilmiah. *Teknologi Pertanian*.1 :1–7.
- Nafisah, Y., Laili, S., Tintrum, R. 2019. Pengaruh *Electrical Conductivity* pada Sistem Hidroponik yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Akar dan Tunas Stek Krisan (*Chrysanthemum* sp.). *Biosaintropis*. 4:55-52.
- Nasaruddin. 2010. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Yayasan Forest Indonesia, Makassar.
- Namdeo, A.G. 2007. Plant Cell Elicitation for Production of Secondary Metabolites : A Review. *Pharmacognosy Reviews*. 1: 69–79.
- Newman, J., Chappel, J. 1999. Isoprenoid Biosynthesis in Plant : Carbon Partitioning Within the Cytoplasmic Pathway. *Crit Rev Biochem Mol Biol*. 34 : 95–106.
- Nijveldt, R., Van, N., Van HDE, Boelens, P.G., Van NK, Leeuwen, P. 2001. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American Journal of Clinical Nutrition* 74, 418–425.
- Ningrum, S., Saleh, I., and Dodi B. 2019. Effect of Nutrien Solution Flow Intervalon Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa*) Grown in Hydroponically Deep Flow Technique. *Agroscript*. 1: 36-40.
- Novianti,M., Tiwow,V., dan Kasmudin, M. 2017. Analisis Kadar Glukosa pada Nasi Putih dan Nasi Jagung dengan Menggunakan Metode Speltronik 20. *Jurnal Akademika Kimia*.6 : 107-112.
- Nürnbergger, T and Brunner, F. 2002. Innate immunity in plants and animals: emerging parallels between the recognition of general elicitors and

pathogen-associated molecular patterns. *Current Opinion in Plant Biology* 5, 318–324.

- Ohloff, G., 1994. *Scent and fragrances: the fascination of odors and their chemical perspectives*. Springer-Verlag, USA.
- Omran, MS., Waly, T., Abd Elnaïm E., and El Nashar B. 1988. Effect of Sewage Irrigation on Yield Tree Components and Heavy Metal Accumulation in Navel Orange Trees. *Biological Wastes*. 23 : 17-24.
- Osaki, M., Shinano T., Zheng M., and Tadano T. 1997. A Root-Shoot Interaction Hypothesis for High Productivity of Field Crops. Kluwer Academic Publisher, The Netherlands.
- Ozyurek, M., Bektasoglu, B., Guclu, K., Apak, R. 2009. Measurement of Xanthine Oxidase Inhibition Activity of Phenolics and Flavonoids with a Modified Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC) Method. *Anal. Chim. Acta*, 636 : 42-45.
- Peterson, J., Dwyer, J. 1998. Tea and flavonoids: Where We Are, Where To Go Next. *Nutrition Res* 16 : 1995–2018.
- Poulev, A., O’Neal, J., Logendra, S., Pouleva, R., Timeva, V., Garvey, A., Gleba, D., Jenkins, I., Halpern, B., Kneer, R., Cragg, G and Raskin, I. 2003. Elicitation, A New Window Into Plant Chemodiversity And Phytochemical Drug Discovery. *Journal of Medicinal Chemistry*. 46: 2542–2547.
- Prasad, A., Pragadheesh, V.S., Mathur, A., Srivastava, N.K., Singh, M., and Mathur, A.K. 2012. Growth and centelloside production in hydroponically established medicinal plant *Centella asiatica* (L.). *Industrial crops and products*. 35 : 309–312.
- Pratiwi, P., Subandi M., dan Mustari, E. 2015. Pengaruh Tingkat EC (Electrical Conductivity) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Sistem Instalasi Aeroponik Vertikal. *Jurnal Agro*. 2 (1) : 50-55.
- Proklamasihningsih. E., Budisantoso, I., dan Inayatul M. 2019. Pertumbuhan dan Kandungan Polifenol Tanaman Katuk (*Sauropus androgynous* [L.] Merr) pada Media Tanam dengan Pemberian Asam Humat. *Jurnal Biologi*. 12:96-102.
- Pujiasmanto, B, J. 2010. *Kajian Agrokologi dan Morfologi Tanaman Sambung Nyawa *Gynura procumbens* (Lour) Merr*. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Radman, R., Saez, T., Bucke, C and Keshavarz, T. 2003. Elicitation of plant and microbial systems. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 37 : 91–102.
- Raffauf, R.F. 1996. *Plant alkaloids: A guide to their discovery and distribution*. Food Products Press, New York.
- Rahman, A. and Asad, M. 2013. Chemical and biological investigations of the leaves of *Gynura procumbens*. *Int.J.Biosci*. 3 : 36–43.
- Ramirez, K., Limon, H., Hidalgo, D., Moyano, E., Golenioswki, M., Cusido, R., and Palazon, J. 2016. Elicitation, an Effective Strategy for the Biotechnological Production of Bioactive High-Added Value Compounds in Plant Cell Factories. *Molecules*. 21: 1–24.
- Rao, V., Kiran, S., Rohini, P., and Bhagyasree, P. 2017. Flavonoid: A review on Naringenin. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6: 2778–2783.
- Rahakbauw, I. dan Watuguly, T. 2016. Analisis Senyawa Flavonoid Daun Lamun (*Enhalus acoroides*) di Perairan Pantai Desa Waai Kabupaten Maluku Tengah. *Biopendix*. 3 : 53-62.
- Rascio, N., and Navari-Izzo, F. 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: how and why do they do it? And what makes them so interesting? . *Plant science*. 180: 169–181.
- Resh, H. 2001. *Hydroponic farming at the Cuisinart Resort & Spa*. KC Publishing, Inc, New York.
- Resh, Howard M. 2013. *Hydroponic for Food Production*. CRC Press, New York.
- Roberto, K. 2003. *How to Hydroponic 4th Edition*. The Futuregarden Press, New York.
- Sainju, U M., Singh B P., and Whitehead W F. 2005. Tillage, Cover Crops, and Nitrogen Fertilization Effect on Cotton and Sorghum Root Biomass, Carbon, and Nitrogen. *Agron.J*. 97 :1279-1290.
- Sakamoto, M and Takahiro, S. 2018. Effect of Pot Volume on the Growth of Sweetpotato Cultivated in the New Hydroponic System. *Sustainable Agriculture Research*. 1 : 137-145.
- Salisbury, F.B dan Ross. C. W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. ITB, Bandung

- Samreen, T., Humaira, A., Shah, H., Ullah, S., and Javid, M. 2017. Zinc effect on growth rate, chlorophyll, protein and mineral contents of hydroponically grown mungbeans plant (*Vigna radiata*). *Arabian Journal of Chemistry*. 10 : 1802–1807.
- Sathiyavani, N.K.,Prabaharani and K. Krishna S. 2017. Role of Mineral Nutrition on Root Growth of CropPlants-AREview. *Int.J.Curr.Microbial.App.Sci*. 6 (4) : 2810-2837.
- Satyendra, S., Baghel, Nikhil, S., Rajendra, S.B., Preeti, A., and Sarlesh, R. 2016. A Review Of Quercetin: Antioxidant And Anticancer Properties. *World Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences*.1: 146–160.
- Schenke, D., Böttcher, C.,and Scheel, D. 2011. Cross Talk Between Abiotic Ultraviolet-Bs Tress And Biotic(Flg22) Stress Signalling In Arabidopsis Prevents Flavonol Accumulation In Favor Of Pathogen Defence Compound Production. *Plant Cell Environ*. 34 : 1849–1864.
- Schutzendubel, A., and Polle, A. 2002. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Journal of experimental botany*. 53 : 1351–1365.
- Seikh, B.A. 2006. Hydroponics: Key to sustain agriculture in water stressed and urban environment. *Pak.J.Agri*. 22: 234–240.
- Sharifi, R., Fokou, P., Sharopov, F., Martorell, M., Ademiluyi, A., Rajkovic, J., Salehi, B., Martins, N., Iriti, M., and Sharifi, R. 2018. Antiulcer Agents: From Plant Extracts to Phytochemicals in Healing Promotion. *Molecules*. 23: 1–37.
- Shihab, M.Q. 2002. *Tafsir al-Misbah; Pesan, Kesan, dan Keserasian Alquran Vol. 5*. Lentera Hati, Jakarta.
- Siomas,As., Beig G., Papodopoulou P.P., and Barbayiannis N. 2001. Quality and composition of lettuce (cv. ‘‘Plenty’’) grown in soil and soilless culture. *Acta horticulture*. 548:445-449.
- Sitompul. S. M dan Guritno, B. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. UGM Press, Yogyakarta.
- Skoog, Douglas. 2004. *Fundamentals of Analytical Chemistry Eight Edition*. Brooks/Cole, Kanada.
- Sofyan, Lucida, H.,dan Bakhtiar, A. 2008. Peningkatan Kelarutan Kuersetin Melalui Pembentukan Kompleks Inklusi dengan β -Siklodekstrin. *Jurnal Saiins dan Teknologi*. 13 :43–48.

- Somerville, C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., and Lovatelli A. 2014. *Small Scale Aquaponic Food Production : Integrated Fish and Plant Farming in FAO Fishers and Aquaculture Technical Paper Food and Agriculture Organization of The United Nations*. Rome, Italy.
- Sri, Arini. Dani N., Fin A., dan Triana H. 2003. Daya Antioksidan dan Kadar Flavonoid Hasil Ekstraksi Etanol Air Daging Buah Mahkota Dewa (*Phaleriamacrocarpa* (Scheff) Boerl.). Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudjadi. 2009. *Metode Pemisahan Edisi 1*. Kanisius, Yogyakarta.
- Sunaryo, Y., Prunomo D., M. T. Darini, and V. R. Cahyani. 2018. Effect of goat manure liquid fertilizer combined with AB-Mix on foliage vegetables growth in hydroponic. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 129: 1-6.
- Surtinah. 2016. Penambahan Oksigen Pada Media Tanam Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica Rapa*). *Jurnal Bibiet*.1 No 1: 37-35.
- Suryani, R. 2015. *Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah*. Arcitra, Yogyakarta.
- Suryawati, s dan Murniyanto E. 2011. Hubungan Sifat Tanah Madura dengan Kandungan Minyak Atsiri dan Tingkat Kelarutannya pada Jahe (*Zingiber officinale* L.). *Agrovigor*. 4 : 99-104.
- Susanti,H., Aziz S., and Melati M. 2008. Produksi Biomassa dan Bahan Bioaktif Kolesom (*Talinum triangulare* (Jacq) Willd) dari Berbagai Asal Bibit dan Dosis Pupuk Kandang Ayam. *Bul. Agron*. 36 : 48-55.
- Sutejo, M. 1999. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sutiardarma. 2004. Analisis Struktur Organik secara Spektroskopi. UGM Press, Yogyakarta.
- Sutiyoso, Y. 2004. *Hidroponik Ala Yos : Mengungkap Tuntas Cara Berhidroponik Yang Menguntungkan*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Taiz, L.,and Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology. 3rd Edition*. Sinauer Associates., Sunderland.

- Tan, H.L., Chan, K.G., Pusparajah, P., Lee, L.H., and Goh, B.H. 2016. *Gynura procumbens*: An Overview of the Biological Activities. *Front. Pharmacol.* 7:1-16
- Tapas, A., Sakarkar, D., and Kakde, R. 2008. Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Trop J Pharm Res.* 7. 1089–1099.
- Tindall, J. A., Mills H., Radcliffe D. 1990. The Effect of Root Zone Temperature on Nutrient Uptake of Tomato. *J Plant Nutr.* 13 : 939-959.
- Tongaram, D. 2007. Soils Culture. *Dee Publisher*, Bangkok.
- Valko, M., Morris, H., and Cronin, M.T.D. 2005. Metals, toxicity and oxidative stress. *Current medicinal chemistry.* 12:1161–1208.
- Vimolmangkang, S., Sitthithaworn, W., Vannavanich, D., Keattikunpaibroj, S., and Chittasupho, C. 2010. Extracted from *Mentha spicata* and *M. arvensis* var. *piperascens* Grown by a Hydroponic System using the Deep Flow Technique. *Journal of Natural Medicines* 64:, 31–35.
- Walters, K. and Christopher, J. 2015. Hydroponic Greenhouse Basil Production : Comparing Systems and Cultivars. *Hortechology.* 25 : 645-650.
- Wiat, C. 2006. *Medicinal Plants of Asia and the Pacific*. CRC Press., Boston.
- Wiendi, M.A., Wattimena, G.A., dan Gunawan. 1992. *Produksi senyawa metabolit sekunder dengan kultur jaringan*. Depdikbud Direktorat Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas., Bogor.
- Wientarsih, I. dan Prasetyo, B. 2006. *Diktat Farmasi dan Ilmu Resepsi*. Fakultas Kedokteran Hewan IPB, Bogor.
- Winarto, W.P. dan Tim Karyasari. 2003. *Sambung Nyawa: Budidaya dan Pemanfaatan Untuk Obat*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Windholz, M. 1983. *The Merck Index. 10th ed Merck and Company*. Rahway, New Jersey.
- Yaday, R.K., Goyal B., Sharma R., Dubey SK., and Minhas, PS. 2002. Post Irrigation Impact of Domestic Sewage Effluent on Composition of Soils, Crops and Ground Water- A case Study. *Environment International.* 28 : 481-486.

- Yoshikawa, M., Yamaoka, N., Takeuchi, Y. 1993. Elicitors: their significance and primary modes of action in the induction of plant defense reactions. *Plant Cell Physiol.* 34 : 63–173.
- Yudi, S., Novi, A. 2016. *Hidroponik Sayuran Di Perkotaan*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, ja.
- Zahra, A.A., Kadir, F.A., Mahmood, A.A., and Ketuly, K.A. 2011 Acute Toxicity Study And Wound Healing Potential of *Gynura procumbens* Leaf Extract In Rats 8. *Journal of Medicinal Plant Research.* 5 (12). 2551-2558.
- Zaker, A., Syikora, C., Abrisamchi, P.,and Gosnitzer, F. 2015. Effects Of Some Elicitors On Tanshinone Production In Adventitious Root Cultures Of *Perovskia abrotanoides* Karel. *Industrial Crops and Products.* 67: 97–102.
- Zheng, Youbin., Dizon M., and Saxena Praven. 2006. Growing Environment and Nutrien Availability Affect the Content of Some Phenolic Compounds in *Echinacea purpurea* and *Echinacea angustifolia*. *Planta Med.* 72 : 1407-1414.

