

**UJI EKSTRAK FERMENTASI CAMPURAN PUPUK KANDANG SAPI
DAN DAUN AFRIKA (*Vernonia amygdalina*) SEBAGAI SUBSTITUSI
PARSIAL NUTRISI AB MIX PADA TANAMAN PAKCOY
(*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM HIDROPONIK**

(Skripsi)

Oleh

**EGA UTARI
NPM 1714121027**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

UJI EKSTRAK FERMENTASI CAMPURAN PUPUK KANDANG SAPI DAN DAUN AFRIKA (*Vernonia amygdalina*) SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL NUTRISI AB MIX PADA TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa L.*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK

Oleh

Ega Utari

Budidaya secara hidroponik umumnya masih menggunakan nutrisi anorganik, salah satunya yang sudah banyak beredar di pasar adalah AB Mix. Harga nutrisi anorganik termasuk mahal sehingga diperlukan alternatif untuk menggantikan nutrisi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui apakah pupuk organik cair (ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika) dapat dijadikan sebagai substitusi parsial nutrisi AB Mix. (2) Mengetahui berapa persen pupuk organik cair (ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika) yang dapat dijadikan sebagai substitusi parsial nutrisi AB Mix. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Februari sampai dengan Juni 2021. Rancangan yang digunakan ialah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 3 perlakuan yaitu P₀ (AB Mix 100%), P₁ (AB Mix 75% + pupuk organik cair 25%), dan P₂ (AB Mix 50% + pupuk organik cair 50%) dengan enam kelompok sehingga terdapat 18 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa POC dari campuran pupuk kandang sapi dengan daun afrika dapat dijadikan sebagai substitusi parsial AB Mix sebesar 25% pada budidaya pakcoy hidroponik.

Kata kunci: AB Mix, daun afrika, hidroponik, pupuk kandang sapi

**UJI EKSTRAK FERMENTASI CAMPURAN PUPUK KANDANG SAPI
DAN DAUN AFRIKA (*Vernonia amygdalina*) SEBAGAI SUBSTITUSI
PARSIAL NUTRISI AB MIX PADA TANAMAN PAKCOY
(*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM HIDROPONIK**

Oleh

EGA UTARI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **UJI EKSTRAK FERMENTASI CAMPURAN PUPUK KANDANG SAPI DAN DAUN AFRIKA (*Vernonia amygdalina*) SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL NUTRISI AB MIX PADA TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa L.*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK**

Nama Mahasiswa : **Ega Utari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714121027**


Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing


Ir. Yohannes Cahya Ginting, M.P.
NIP 19590122 198603 1 016


Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc.
NIP 19630131 198603 1 004

2. Ketua Jurusan Agroteknologi


Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 19630508 198811 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

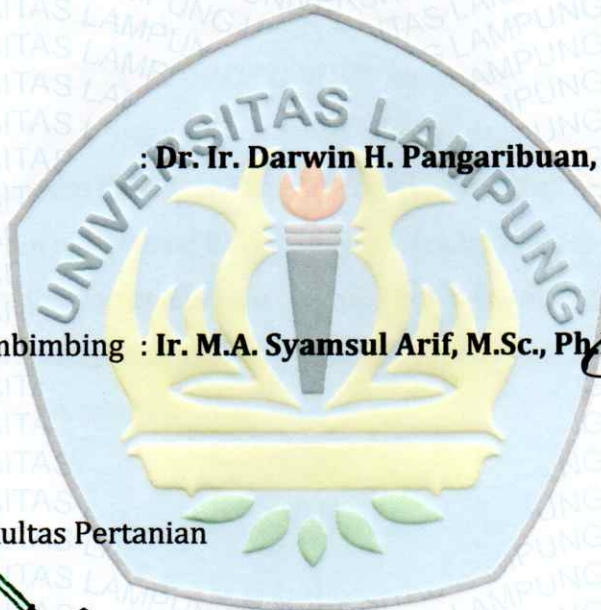
Ketua : Ir. Yohannes Cahya Ginting, M.P.



Anggota : Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc.



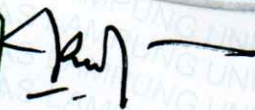
**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. M.A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Februari 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“UJI EKSTRAK FERMENTASI CAMPURAN PUPUK KANDANG SAPI DAN DAUN AFRIKA (*Vernonia amygdalina*) SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL NUTRISI AB MIX PADA TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DENGAN SISTEM HIDROPONIK”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini, saya kutip dari hasil karya orang lain, dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 17 Februari 2022
Pembuat Pernyataan,



Ega Utari
1714121027

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Penulis dilahirkan di Tanggamus, Lampung pada tanggal 07 Agustus 1999 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Amrin Zakaria dan Ibu Ratna Juwita.

Pendidikan formal penulis diawali dari pendidikan Sekolah Dasar di SD N 1 Banjar Negeri yang diselesaikan pada tahun 2011. Penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP N 1 GISTING dan selesai pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan pada tahun 2017 di SMA N 1 Talangpadang.

Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi Strata 1 (S1) Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjabat sebagai Sekretaris Umum dalam Organisasi UKMF LS-MATA (Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian) pada periode 2019/2020, menjadi asisten praktikum Biologi pertanian 1, telah melaksanakan Praktik Umum di Balai Pelatihan Pertanian (BPP) Lampung tahun 2020, dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Banjar Negeri pada tahun 2021.

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua, ayah dan ibu tercinta
yang telah mencurahkan seluruh kasih sayang, perhatian, motivasi, nasihat,
pendidikan, serta doa yang tiada henti;

Semua keluarga tercinta yang sangat saya sayangi
Terimakasih atas segala kasih sayang, dukungan, motivasi, nasihat, dan kerja keras

Sahabat-sahabat seperjuangan

Almamater tercinta
Universitas Lampung

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Allah lah hendaknya kamu berharap.

(Q.S. Al-Insyirah: 6-8)

Bukan masalah Anda gagal. Tidak pula rugi jika impian belum jadi kenyataan. Asalkan kita tidak berhenti dan terus berjalan, berjuang, dan tetap berusaha.

(Andrie Wongso)

Waktu adalah sebuah keajaiban. Jangan lagi menyesali yang lalu, jangan pula terlalu mengkhawatirkan esok hari. Hal terpenting adalah apa yang kamu lakukan dan perjuangkan hari ini. Buatlah dirimu di masa depan merasa bangga dan akan berterima kasih atas apa yang telah kamu mulai lakukan hari ini.

(Penulis)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala rahmat dan berkat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, dengan segenap rasa hormat, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir Setyo Dwi Utomo, M. Sc., selaku Ketua Bidang Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian.
4. Bapak Ir. Yohannes Cahya Ginting, M.P., selaku Pembimbing Utama atas ide, bimbingan, ilmu, nasihat, bantuan, dan motivasi selama penulis menjalankan penelitian dari awal sampai penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan M.Sc., selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan, ilmu, dan nasehat, selama penulis menjalankan penelitian hingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Bapak Ir. M.A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., selaku Pembahas atas segala bimbingan, ilmu yang bermanfaat, kritik, saran, serta nasehat dalam penulisan skripsi ini hingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini..
7. Ir. Sri Ramadiana, M.Si., selaku Pembimbing Akademik(PA) atas saran dan bimbingannya.
8. Ayahku tersayang dan tercinta Amrin Zakaria Alm. yang telah memberikanku semangat penuh, doa yang luar biasa dan dukungannya dari awal perkuliahanku, terima kasih ayah atas hadirmu walau tak sempat kau menyaksikanku menyelesaikan penulisan skripsi ini hingga akhir, namun

semangatku selalu ada atas segala harapan yang telah kau percayakan kepadaku selalu.

9. Ibuku tersayang dan tercinta yang telah memberikan doa yang luar biasa, rasa cinta, kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungannya dalam menjalankan perkuliahan dan penulisan skripsi ini hingga akhir.
10. Seluruh dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat selama penulis menempuh pendidikannya.
11. Kakak, adikku dan keluarga tersayang yang telah memberikan dukungan serta motivasinya untuk penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
12. Sahabat seperjuangan selama penelitian Fika Wulandini dan Yosephine Indah Aprilyani yang telah saling membantu dan bekerja sama dengan baik serta memberikan semangat penuh dalam menjalankan penelitian demi menyelesaikan penulisan skripsi ini.
13. Sahabat-sahabat terbaikku Riski Mardiana, Aidila Andhaya, Nur Baitullah Juniar, Agista Wanda Aulia Sari Ramadani dan Inda Permatasari yang selalu memberikan dukungan secara tenaga, doa, motivasi dan berbagi keluh kesah dikala menjalankan proses baik suka maupun duka dalam perkuliahan dan penyelesaian penulisan skripsi ini.
14. Kakak-kakak tingkat Agroteknologi yang telah memberikan arahan dan nasehat serta bimbingannya dalam menjawab kesulitan penulis dalam menyelesaikan alur penulisan skripsi ini.
15. Teman-teman Agroteknologi angkatan 2017 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih atas kebersamaannya dalam kerja sama dan kekompakannya saat berjuang untuk menuntut ilmu dan menyelesaikan tugas selama perkuliahan.
16. Teman-teman seperjuangan serta kakak adik di Organisasi UKMF LS-MATA (Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian), atas segala kekompakan dan kebersamaannya dalam membersamai penulis untuk menjalani segala momen baik suka dan duka dalam perjalanan dunia organisasi di kampus yang beriringan dalam pengembangan ilmu di perkuliahan.

17. Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat. Penulis juga berharap semoga Allah SWT memberikan balasan atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan.

Bandar Lampung,

2022

Penulis

Ega Utari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Landasan Teori dan Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Pakcoy	8
2.2 Sistem Hidroponik	9
2.3 Kandungan Nutrisi AB Mix.....	10
2.4 Pupuk Organik Cair	11
2.5 Kandungan Pupuk Kandang Sapi	12
2.6 Kandungan Daun Afrika	12
2.7 Fermentasi.....	13
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Pembuatan POC dari Ekstrak Fermentasi Pupuk Kandang Sapi dan Daun Afrika	17
3.4.2 Analisis Kandungan Unsur Hara Larutan Nutrisi Organik	17
3.4.3 Pembuatan Instalasi Hidroponik Sistem NFT	18
3.4.4 Penyemaian Benih	19
3.4.5 Penanaman pada Media	19
3.4.6 Pemberian Nutrisi	19
3.4.7 Pemeliharaan Tanaman.....	19
3.4.8 Pemanenan.....	20

3.5 Variabel Pengamatan	20
3.5.1 Tinggi Tanaman	20
3.5.2 Diameter Batang.....	20
3.5.3 Panjang Akar	20
3.5.4 Jumlah Daun	21
3.5.5 Lebar Daun.....	21
3.5.6 Panjang Daun	21
3.5.7 Tingkat Kehijauan Daun	21
3.5.8 Bobot Segar Tajuk.....	21
3.5.9 Bobot Kering Tajuk.....	22
3.5.10 Bobot Segar Daun	22
3.5.11 Bobot Segar Akar	22
3.5.12 Bobot Kering Akar.....	22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	23
4.1.1 Tinggi Tanaman	23
4.1.2 Diameter Batang.....	23
4.1.3 Panjang Akar	24
4.1.4 Jumlah Daun	24
4.1.5 Lebar Daun.....	25
4.1.6 Panjang Daun	25
4.1.7 Tingkat Kehijauan Daun	25
4.1.8 Bobot Segar Tajuk.....	26
4.1.9 Bobot Kering Tajuk.....	26
4.1.10 Bobot Segar Daun	27
4.1.11 Bobot Segar Akar	27
4.1.12 Bobot Kering Akar.....	27
4.2 Pembahasan	28

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32

DAFTAR PUSTAKA

33

LAMPIRAN.....

37

Tabel 5-43	38-50
Gambar 3-6.....	51-52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan unsur hara dari nutrisi AB Mix, pupuk kandang sapi dan daun afrika	5
2. Pengaruh perlakuan pada rata-rata hasil panen per tanaman terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan panjang akar.....	24
3. Pengaruh perlakuan pada rata-rata hasil panen per tanaman terhadap jumlah daun, lebar daun panjang daun, dan tingkat kehijauan daun	26
4. Pengaruh perlakuan pada rata-rata hasil panen per tanaman terhadap bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot segar akar,dan bobot kering akar	28
5. Hasil analisis laboratorium kandungan hara pupuk organik cair dari hasil fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika	38
6. Hasil perhitungan kandungan unsur hara N, P, dan K pada masing-masing perlakuan berdasarkan hasil analisis laboratorium	38
7. Data pengamatan tinggi tanaman 28 HST pada tanaman pakcoy	38
8. Hasil uji homogenitas tinggi tanaman 28 HST pada tanaman pakcoy.....	38
9. Analisis ragam tinggi tanaman 28 HST pada tanaman pakcoy	39
10. Data pengamatan diameter batang 28 HST pada tanaman pakcoy.....	39
11. Hasil uji homogenitas diameter batang 28 HST pada tanaman pakcoy.....	39
12. Analisis ragam diameter batang 28 HST pada tanaman pakcoy	40

13. Data pengamatan panjang akar 28 HST pada tanaman pakcoy.....	40
14. Hasil uji homogenitas panjang akar 28 HST pada tanaman pakcoy.....	40
15. Analisis ragam panjang akar 28 HST pada tanaman pakcoy	41
16. Data pengamatan jumlah daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	41
17. Hasil uji homogenitas jumlah daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	41
18. Analisis ragam jumlah daun 28 HST pada tanaman pakcoy	42
19. Data pengamatan lebar daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	42
20. Hasil uji homogenitas lebar daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	42
21. Analisis ragam lebar daun 28 HST pada tanaman pakcoy	43
22. Data pengamatan panjang daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	43
23. Hasil uji homogenitas panjang daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	43
24. Analisis ragam panjang daun 28 HST pada tanaman pakcoy	44
25. Data pengamatan tingkat kehijauan daun 28 HST pada tanaman pakcoy	44
26. Hasil uji homogenitas tingkat kehijauan daun 28 HST pada tanaman pakcoy	44
27. Analisis ragam tingkat kehijauan daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	45
28. Data pengamatan bobot segar tajuk 28 HST pada tanaman pakcoy.....	45
29. Hasil uji homogenitas bobot segar tajuk 28 HST pada tanaman pakcoy.....	45
30. Analisis ragam bobot segar tajuk 28 HST pada tanaman pakcoy	46

31. Data pengamatan bobot kering tajuk 28 HST pada tanaman pakcoy.....	46
32. Hasil uji homogenitas bobot kering tajuk 28 HST padatanaman pakcoy.....	46
33. Analisis ragam bobot kering tajuk 28 HST pada tanaman pakcoy.....	47
34. Data pengamatan bobot segar daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	47
35. Hasil uji homogenitas bobot segar daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	47
36. Analisis ragam bobot segar daun 28 HST pada tanaman pakcoy.....	48
37. Data pengamatan bobot segar akar 28 HST pada tanaman pakcoy.....	48
38. Hasil uji homogenitas bobot segar akar 28 HST pada tanaman pakcoy.....	48
39. Analisis ragam bobot segar akar 28 HST pada tanaman pakcoy	49
40. Data pengamatan bobot kering akar 28 HST pada tanaman pakcoy.....	49
41. Data transformasi \sqrt{x} bobot kering akar 28 HST pada tanaman pakcoy.....	49
42. Hasil uji homogenitas bobot kering akar 28 HST padatanaman pakcoy.....	50
43. Analisis ragam bobot kering akar 28 HST pada tanaman pakcoy.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tata Letak Percobaan pada penelitian dengan 3 perlakuan Pemberian nutrisi terhadap tanaman pakcoy sistem hidroponik.....	16
2. Instalasi Hidroponik Sistem NFT	18
3. (a) Pembuatan instalasi hidroponik sistem NFT(<i>Nutrient Film Technique</i>), (b) Instalasi hidroponik sistem NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>) yang siap digunakan	51
4. (a) Larutan nutrisi perlakuan AB Mix 100%, (b) Larutan nutrisi perlakuan AB Mix 75%+pupuk organik cair 25%, (c) Larutan nutrisi perlakuan AB Mix 50%+pupuk organik cair 50%	51
5. (a)Penyemaian benih tanaman pakcoy dengan media <i>rockwool</i> , (b)Hasil pertumbuhan tanaman pakcoy yang ditanam pada instalasi hidroponik sistem NFT	52
6. (a) Hasil tanaman pakcoy perlakuan AB Mix 100% (P ₁), (b) Hasil tanaman pakcoy perlakuan AB Mix 75%+pupuk organik cair 25% (P ₂), (c) Hasil tanaman pakcoy perlakuan AB Mix 50%+pupuk organik cair 50% (P ₂)	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sayuran mempunyai peranan penting sebagai bahan pangan karena kandungan vitamin dan mineralnya yang berguna untuk melancarkan fungsi biologis manusia. Seiring berkembangnya kesadaran masyarakat akan pentingnya mengonsumsi sayuran yang berkualitas dan sehat, membuat daya minat masyarakat untuk permintaan sayuran semakin meningkat. Salah satu sayuran yang mulai diminati di kalangan masyarakat adalah sayur pakcoy. Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan tanaman dari keluarga *Brassicaceae* yang sangat diminati karena mengandung protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, vitamin A, B, C, E dan K yang sangat baik untuk kesehatan, serta juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Barokah dkk., 2017).

Menanam sayuran yang berkualitas dan sehat dapat dilakukan dengan sistem budidaya secara hidroponik. Sayuran yang dibudidayakan secara hidroponik memiliki keunggulan, diantaranya adalah tanaman yang dibudidayakan tidak tergantung dengan musim dan juga tempat, hasil produksi lebih bersih, tidak mudah terserang organisme pengganggu tanaman. Semakin kecilnya kemungkinan serangan organisme pengganggu tanaman baik dari bahan tanam maupun lingkungan dengan penggunaan hidroponik ini maka tanaman yang dihasilkan menjadi lebih sehat dan kualitas lebih baik.

Budidaya tanaman secara hidroponik dilakukan dengan cara praktis dan mudah. Selain itu, terkait dengan produksi pertanian, saat ini tidak mudah untuk

mendapatkan lahan yang subur, produktif dan strategis dalam area luas. Oleh karena itu, solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut salah satunya ialah dengan menggunakan sistem budidaya secara hidroponik. Hidroponik semakin diterapkan dalam dunia pertanian, terlebih lagi di era modern ini karena memberikan keuntungan lingkungan yang lebih besar. Selain itu, hidroponik memainkan peran sosial dengan menciptakan pertanian keluarga, menghasilkan pendapatan untuk pusat-pusat komunitas dan menyediakan pangan dan keamanan nutrisi yang lebih besar (Souza *et al.*, 2019).

Keberhasilan budidaya tanaman sayuran secara hidroponik juga dipengaruhi oleh penggunaan pupuk sebagai nutrisi. Penyediaan nutrisi dalam budidaya secara hidroponik merupakan salah satu komponen pembudidayaan yang sangat penting. Nutrisi yang umum digunakan pada budidaya hidroponik adalah nutrisi AB Mix. Nutrisi AB Mix merupakan nutrisi yang sudah banyak dan mudah didapatkan di pasaran (Suryani, 2015).

Pemenuhan kebutuhan nutrisi merupakan salah satu komponen yang memiliki pengeluaran biaya paling besar dalam pembudidayaan secara hidroponik. Maka, diperlukan penggunaan lain selain nutrisi AB Mix dalam pembudidayaan hidroponik, sehingga dapat menekan biaya produksi. Salah satunya dengan menggunakan pupuk cair dari bahan-bahan organik. Menurut Setiawan (2007), pupuk organik cair adalah larutan hasil dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman atau kotoran hewan yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. Pupuk organik cair memiliki manfaat yang cukup baik pada tanaman dan lingkungan. Hal ini karena pupuk organik cair dari bahan organik mengandung unsur hara yang lengkap yang dibutuhkan tanaman. Akan tetapi, komposisinya tidak seperti komposisi nutrisi hidroponik AB Mix yang sudah diformulasikan.

Pupuk organik yang cukup efektif dan telah umum digunakan dalam dunia pertanian adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan ternak. Menurut Wiryanta dan Bernadinus (2002), mengemukakan bahwa pupuk kandang sapi

mengandung unsur hara yang lengkap untuk pertumbuhan tanaman. Kemudian, pupuk organik dari ekstrak dedaunan juga diketahui mengandung unsur hara baik makro maupun mikro yang cukup tinggi, seperti yang terkandung dalam ekstrak daun afrika (Aboyeji, 2019).

Penggunaan nutrisi organik sebagai nutrisi hidroponik belum berkembang karena sulitnya dalam pembuatan nutrisi organik yang sesuai dengan komposisi dan formulasi nutrisi AB Mix. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian dalam pemberian nutrisi dari ekstrak bahan organik sebagai substitusi nutrisi AB Mix. Maka, penelitian ini dilakukan untuk menjawab solusi pengurangan penggunaan larutan nutrisi AB Mix dengan pencampuran ekstrak fermentasi bahan organik dari pupuk kandang sapi dan daun afrika.

Berdasarkan hal-hal yang telah diuraikan diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah pupuk organik cair dari ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika dapat menjadi substitusi nutrisi AB Mix?
2. Berapakah persentase pupuk organik cair dari ekstrak fermentasi pupuk kandang sapi dan daun afrika dapat menggantikan nutrisi AB Mix?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan dari penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Mengetahui apakah pupuk organik cair (ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika) dapat dijadikan sebagai substitusi parsial nutrisi AB Mix
2. Mengetahui berapa persen pupuk organik cair (ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika) yang dapat dijadikan sebagai substitusi parsial nutrisi AB Mix.

1.3 Landasan Teori dan Kerangka Pemikiran

Budidaya secara hidroponik tentu memiliki perbedaan dengan budidaya secara konvensional, seperti pada pemberian nutrisi, dalam budidaya secara hidroponik umumnya menggunakan nutrisi AB Mix. Nutrisi AB Mix merupakan larutan nutrisi yang mengandung unsur hara yang lengkap, terdiri dari larutan pekatan A dan B. Larutan pekatan A dapat mengandung campuran kalsium nitrat, kalium nitrat, dan pengkelat Fe. Larutan pekatan B dapat mengandung campuran kalium di-hidro fosfat, ammonium sulfat, kalium sulfat, kalium nitrat, magnesium sulfat, mangan sulfat, tembaga sulfat, seng sulfat, serta beragam unsur mikro lainnya (Sastro dan Nofi, 2016).

Nutrisi tanaman selain menggunakan pupuk anorganik juga dapat berasal dari bahan-bahan organik. Menurut Yang *et al.* (2001), pupuk organik baik digunakan karena berasal dari alam dan diperoleh dari makhluk hidup yang bersifat alami. Pupuk organik cair yang digunakan dalam kegiatan budidaya secara hidroponik dapat berasal dari bahan alam seperti dari kotoran hewan maupun dari dedaunan yang mengandung unsur hara cukup lengkap yang dibutuhkan tanaman dan juga menjadikan praktik yang baik untuk mendaur ulang unsur hara dan bahan organik.

Pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan adalah bahan yang cukup efektif dalam penyediaan nutrisi tanaman, salah satunya pupuk organik yang berasal dari kotoran sapi. Banyak penerapan penggunaan pupuk dari kotoran sapi yang berhasil meningkatkan kecukupan nutrisi dan hasil panen tanaman, telah dilaporkan oleh penelitian Adekiya dan Agbede (2009).

Menurut Abdulgani (1988), bahwa kotoran sapi kandungannya akan bergantung pada kondisi hewan ternak itu sendiri. Pupuk kandang sapi mengandung unsur hara seperti nitrogen (N), fosfat (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan mangan (Mn) yang dibutuhkan tanaman serta berperan dalam memelihara keseimbangan hara.

Pupuk organik selain berasal dari kotoran hewan juga berasal dari dedaunan atau sisa tumbuhan. Aplikasi daun afrika (*Vernonia amygdalina*) sebagai kombinasi pupuk dapat meningkatkan dalam hal pertumbuhan vegetatif dan parameter hasil. Hal ini bisa terjadi akibat komposisi kimia yang terkandung dari daun afrika (*Vernonia amygdalina*) (Aboyeji, 2019). Respon parameter pertumbuhan ketiga sayuran berdaun dalam penelitian Fabunmi (2019) mengungkapkan bahwa ekstrak dari *Vernonia amygdalina* dapat digunakan sebagai sumber hara bagi tanaman. Hal ini dibuktikan dengan respon parameter pertumbuhan ketiga sayuran yang memiliki hasil yang hampir sama.

Tabel 1. Kandungan unsur hara dari nutrisi AB Mix, pupuk kandang sapi dan daun afrika

No.	Jenis Unsur Hara	Bentuk ion yang diserap	Kandungan Unsur Hara AB Mix ⁽¹⁾ (ppm)	Kandungan Unsur Hara Pukan Sapi ⁽²⁾ (ppm)	Kandungan Unsur Hara Daun Afrika (ppm)
1.	Nitrogen	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	100-250	233	443 ⁽³⁾
2.	Fosfor	H ₂ PO ₄ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , HPO ₄ ²⁻	30-50	61	195 ⁽³⁾
3.	Kalium	K ⁺	100-300	158	62 ⁽³⁾
4.	Kalsium	Ca ²⁺	80-140	104	152 ⁽³⁾
5.	Magnesium	Mg ²⁺	30-70	38	97 ⁽³⁾
6.	Sulfur	SO ₄ ²⁻	50-120	-	-
7.	Besi	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	1,0-3,0	-	1,42 ⁽⁴⁾
8.	Tembaga	Cu ²⁺	0,08-0,2	-	-
9.	Mangan	Mn ²⁺	0,5-1,0	1,79	0,55 ⁽⁴⁾
10.	Zinc	Zn ²⁺	0,3-0,6	0,71	0,8 ⁽⁴⁾
11.	Molibdenum	MoO ₄ ²⁻	0,04-0,08	-	-
12.	Boron	BO ₃ ²⁻ , B ₄ O ₇ ²⁻	0,2-0,5	0,37	-
13.	Klorida	Cl ⁻	<75	-	-
14.	Sodium	Na	<50	-	-

Sumber:

1. Kandungan unsur hara AB Mix (Syariefa, 2014).
2. Kandungan pupuk kandang sapi (Wiriyanta dan Bernadinus, 2002).
3. Kandungan unsur hara makro daun afrika (Aboeyeji, 2019).
4. Kandungan unsur hara mikro daun afrika (Alara *et al.*, 2017)

Pupuk organik cair adalah sumber nutrisi yang kurang efektif untuk dijadikan sebagai nutrisi tunggal dalam budidaya hidroponik. Hasil penelitian Levinia (2020), menunjukkan bahwa perlakuan nutrisi organik ekstrak campuran rumput

laut coklat yang dikombinasikan dengan beberapa jenis daun hijau (daun kelor, daun lamtoro, daun afrika) belum dapat menyamai kandungan nutrisi dan kualitas tanaman yang dihasilkan oleh perlakuan nutrisi AB Mix. Hal ini terlihat pada semua hasil variabel pengamatan bahwa larutan nutrisi organik jauh lebih rendah dari hasil pengamatan dengan perlakuan larutan nutrisi AB mix.

Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik cair sebaiknya dikombinasikan dengan nutrisi AB Mix agar dapat menghasilkan kandungan hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Menurut penelitian Muhadiansyah dkk. (2016), bahwa penggunaan pupuk organik cair tanpa AB Mix mengakibatkan rendahnya pertumbuhan dan hasil tanaman sayuran. Namun dalam penelitiannya, pada komposisi pupuk 50% POC dan 50% AB Mix menunjukkan pengaruh yang baik pada hasil pertumbuhan bobot basah dan kering daun. Sehingga menggunakan perlakuan pencampuran AB Mix 50% atau lebih dapat memberikan pengaruh yang nyata dalam pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut ini kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoritis terhadap rumusan masalah. Larutan nutrisi AB Mix merupakan bahan penting dalam budidaya secara hidroponik, larutan tersebut mengandung unsur hara mikro dan makro yang lengkap, karena kelebihan tersebut maka harga AB Mix dijual cukup mahal, sehingga dapat meningkatkan biaya dalam budidaya secara hidroponik. Oleh karena itu, perlu diupayakan untuk mencari alternatif penggunaan nutrisi AB Mix dalam budidaya hidroponik, sehingga dapat menekan biaya produksi.

Bahan organik merupakan bahan yang berasal dari alam dan mudah untuk didapatkan, bahan organik ini dapat menjadi solusi bagi penggunaan pupuk pengganti AB Mix, karena harganya cukup terjangkau. Pupuk kandang sapi merupakan bahan organik yang mengandung unsur hara cukup lengkap dan dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman, dan diketahui bahwa daun afrika mengandung beberapa unsur hara penting bagi pertumbuhan tanaman.

Oleh karena itu, campuran antara pupuk kandang sapi dan daun afrika yang difermentasikan akan mengandung unsur hara yang baik untuk dikombinasikan dengan nutrisi hidroponik.

Pupuk kandang sapi mengandung unsur hara makro yang lengkap, namun kandungan unsur hara makronya tidak terlalu tinggi, sedangkan pada daun afrika mengandung sedikit kandungan unsur mikronya, akan tetapi kadar kandungan unsur hara makronya cukup tinggi. Oleh karena itu, jika ekstrak fermentasi dari pupuk kandang sapi dikombinasikan dengan daun afrika akan menghasilkan kandungan unsur hara yang sesuai kebutuhan tanaman.

Dalam hal ini, pupuk organik kurang efektif dalam memengaruhi pertumbuhan tanaman dikarenakan beberapa faktor yaitu pupuk organik tidak selalu tersedia dan memerlukan proses dekomposisi agar kandungan unsur hara dalam pupuk organik dapat diserap dengan baik oleh tanaman serta membutuhkan formulasi dan teknik khusus untuk mendapatkan manfaat yang baik dari unsur hara yang terkandung dalam bahan alami tersebut. Oleh karena itu, pupuk organik cair ini perlu dijadikan sebagai substitusi bagi nutrisi AB Mix dan tidak hanya dijadikan sebagai nutrisi tunggal. Untuk mencapai hasil yang optimal, maka diharapkan agar kombinasi antara nutrisi AB Mix dan pupuk organik cair tersebut dapat memberikan nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan tanaman.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan uraian dari kerangka pemikiran, maka hipotesis yang dapat diajukan yaitu:

1. Pupuk organik cair hasil ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika dapat dijadikan sebagai substitusi parsial nutrisi AB Mix.
2. Pupuk organik cair hasil ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika dapat mensubstitusi hingga mencapai 50% nutrisi AB Mix.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pakcoy

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah tanaman jenis sayuran yang termasuk keluarga *Brassicaceae*. Tumbuhan pakcoy masih memiliki kerabat dekat dengan sawi. Pakcoy dengan sawi merupakan satu genus yang berbeda spesies. Perbedaan Pakcoy dengan sawi terletak pada bentuk pakcoy yang lebih pendek dan kompak penampilannya, bentuk daun pakcoy lebar dan kokoh, serta memiliki ketebalan yang lebih dari daun sawi (Haryanto, 2006).

Pakcoy termasuk dalam famili *Brassicaceae*, berumur pendek \pm 30-40 hari setelah tanam. Sayuran ini umumnya digunakan untuk bahan sup, untuk hiasan (*garnish*), tapi jarang dimakan mentah. Pakcoy cocok ditanam di dataran tinggi (1000-1200 m dpl), cukup sinar matahari, aerasi sempurna (tidak tergenang air) dan pH tanah 5,5–6. Suhu optimal untuk pertumbuhan pakcoy 20-25°C. Pakcoy dapat dipanen pada umur \pm 25-35 hari setelah tanam. Untuk luasan satu hektar, produksi mencapai 10-20 ton (pakcoy jenis kecil) dan 20-30 ton (pakcoy jenis besar). Sayuran ini tidak mendukung penyimpanan jangka panjang dan transportasi jarak jauh. Jika disimpan pada suhu 0°C dan RH 95%, pakcoy mempunyai umur simpan sekitar 10 hari. Untuk mempertahankan kualitas, pakcoy sebaiknya ditempatkan dalam wadah yang berlubang (Setiawati dkk., 2007). Kemudian pada budidaya pakcoy hidroponik, tanaman pakcoy tumbuh dengan baik pada kepekatan larutan nutrisi sebesar 1050-1400 ppm (Susilawati, 2019). Menurut Istarofah dan Salamah (2017), pH yang baik untuk pertumbuhan tanaman pakcoy adalah pH 6-7.

2.2 Sistem Hidroponik

Hidroponik mulai resmi diterapkan oleh kalangan masyarakat sekitar tahun 1980. Hidroponik merupakan salah satu solusi bercocok tanam tanpa tanah. Dengan metode hidroponik ini dimungkinkan untuk menanam sayuran di tempat-tempat yang tanahnya kurang subur, lahannya terbatas, dan penduduknya padat (Suryani, 2015).

Hidroponik adalah metode penanaman tanaman dalam larutan nutrisi mineral menggunakan air sebagai pelarut (Rakocy, 2012). Metode Hidroponik ini dianggap sebagai alternatif produksi yang efektif dengan mempromosikan kemandirian dengan cara yang ramah lingkungan (Alshrouf, 2017). Hidroponik mencakup teknologi produksi pangan yang diakui sebagai inovatif, ramah lingkungan, berkelanjutan, andal dan fleksibel, dengan demikian menjadi lebih efisien dalam mengoptimalkan sumber daya daripada praktik pertanian berbasis tanah (Li *et al.*, 2018).

Menurut Muller *et al.* (2017), hidroponik adalah metode produksi tanaman paling maju dalam skala besar tanpa tanah. Meskipun dikritik oleh para pendukung pendekatan agroekologi, hidroponik cukup menjanjikan sebagai teknik perlindungan tanah karena minimnya penggunaan tanah (NOSB, 2010). Metode yang sering digunakan dalam budidaya sistem hidroponik antara lain: Sistem Sumbu (*Wick System*), Sistem Rakit Apung (*Water culture system*), Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*), Sistem Irigasi Tetes (*Drip System*), Sistem Pasang surut (*Ebb and Flow system*), dan Aeroponik (Susilawati, 2019).

Salah satu sistem yang cukup mumpuni untuk diterapkan adalah Sistem NFT. Hidroponik dengan Sistem NFT dilakukan dengan konsep yaitu, suatu metode budidaya tanaman dengan akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh cukup air, nutrisi, dan oksigen. Tanaman tumbuh di lapisan plastik dengan akar terendam air yang mengandung larutan nutrisi yang dipompa terus menerus. Zona akar dalam larutan

nutrisi dapat tumbuh dan berkembang dalam larutan nutrisi yang dangkal, sehingga puncak akar terletak di permukaan antara larutan nutrisi dan media tanamnya, keberadaan akar ini di udara memungkinkan oksigen untuk mencapai dan cukup untuk pertumbuhan normal. Nutrisi yang dipasok ke tanaman akan terus diterima oleh akar oleh pompa air yang ditempatkan di tangki nutrisi yang diatur untuk drainase yang efisien. Juga diperlukan *timer* untuk mengatur air yang mengalir, dan aerator untuk menunjang pertumbuhan akar (Susilawati, 2019).

Sistem hidroponik NFT memiliki beberapa kelebihan yaitu, sangat cocok untuk tanaman yang membutuhkan banyak air, perawatan, pengontrolan dan pemantauan aliran maupun kondisi nutrisi lebih mudah dikarenakan nutrisi ditempatkan dalam satu tempat atau wadah sehingga tidak perlu mengecek berulang kali. Sistem NFT mencapai aliran nutrisi yang stabil di jalur nutrisi sehingga kondisi nutrisi di semua bagian seragam, nutrisi yang seragam akan memungkinkan tanaman mencapai kebutuhannya secara merata dan menyatu. Namun sistem ini juga memiliki beberapa kekurangan yang harus diperhatikan antara lain yaitu, perlengkapan untuk membuat hidroponik NFT tergolong sangat mahal, bergantung pada penggunaan listrik, dan rentan terhadap penyakit apabila beberapa tanaman terkena penyakit. Akar tanaman yang terintegrasi dengan aliran nutrisi akan lebih mudah menyebarkan penyakit ke tanaman lain yang berada pada jalur atau wadah tersebut (Susilawati, 2019).

2.3 Kandungan Nutrisi AB Mix

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman didorong dan didukung oleh ketersediaan unsur hara. Dalam hal ini, ada 16 unsur yang merupakan unsur hara esensial yang dapat dibagi menjadi unsur hara makro dan mikro. Tanaman membutuhkan unsur hara makro dalam jumlah yang relatif tinggi seperti: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, sedangkan unsur hara mikro sama pentingnya dengan unsur hara makro. Namun dibutuhkan dalam jumlah yang rendah, seperti: Fe, Mn, Bo, Mo, Co, Zn dan Cl (Sutejo dan Kartasapoetra, 2010).

Penerapan kegiatan budidaya hidroponik yang paling dibutuhkan adalah nutrisi/pupuk. Umumnya nutrisi yang digunakan dan efektif dalam pemberi nutrisi tanaman hidroponik adalah larutan nutrisi AB Mix. Nutrisi AB Mix dibuat dalam dua kemasan yang berbeda yaitu Mix A dan Mix B, keduanya mengandung masing-masing unsur hara makro maupun mikro (Sastro dan Nofi, 2016). Menurut Dewi (2020), pupuk/nutrisi hidroponik AB Mix adalah pupuk yang telah diformulasikan khusus dari garam-garam mineral yang larut dalam air, mengandung unsur-unsur hara penting yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan perkembangan tanaman.

2.4 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair (POC) adalah pupuk organik yang tersedia dalam bentuk cair, di dalamnya terkandung unsur hara yang terlarut sehingga sangat mudah diserap tanaman. Pupuk organik cair dapat digunakan dengan cara ditaburkan pada tanaman atau disemprotkan pada daun dan batang. Bahan baku pupuk organik cair tersedia dalam bentuk limbah, antara lain limbah rumah tangga, limbah restoran, pasar tani, ternak dan limbah organik lainnya (Nasaruddin dan Rosmawati, 2011).

Menurut Poerwanto dan Susila (2014), bahwa pemberian pupuk cair merupakan alternatif nutrisi bagi tanaman. Pupuk cair lebih disukai karena dalam bentuk cair, mikroorganisme dapat bertahan hidup selama bertahun-tahun. Oleh karena itu, aplikasi pupuk organik cair dengan ekstrak tumbuhan sangat dianjurkan dalam budidaya tanaman untuk memberikan nutrisi pada tanaman.

Pupuk organik cair yang baik adalah bila rasio C/N antara 12 – 15. Unsur hara yang ada dalam pupuk cair tergantung dari bahan dasar dan cara pembuatannya. Nasaruddin dan Rosmawati (2011) melakukan penelitian POC dari hasil fermentasi beberapa bahan organik dari alam dengan perbandingan 1:1:1. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa pemberian pupuk daun organik dari hasil fermentasi tersebut menghasilkan respon pertumbuhan bibit tanaman yang lebih baik.

2.5 Kandungan Pupuk Kandang Sapi

Upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kandungan nutrisi dalam meningkatkan produksi tanaman adalah dengan pemberian pupuk kandang. Untuk mempercepat produksi maksimal dilakukan pemberian nutrisi pada tanaman salah satunya adalah pemberian pupuk kandang. Pupuk kandang tidak hanya mengandung unsur makro seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K), tetapi pupuk kandang juga mengandung unsur mikro seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium, mangan (Mn) yang diperlukan untuk tanaman juga berperan dalam menjaga keseimbangan unsur hara, karena pupuk kandang mempunyai pengaruh yang tahan lama dan merupakan sumber makanan cadangan bagi tanaman (Tarigan dan Wiryanta, 2003).

Salah satu pupuk kandang yang efektif dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah pupuk kandang sapi. Pupuk kandang sapi mengandung cukup banyak unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Kandungan unsur hara kotoran sapi yang cukup tinggi berpotensi sebagai alternatif media dan nutrisi dalam produksi tanaman pakcoy pada sistem hidroponik. Unsur hara yang terdapat pada pupuk kandang sapi yakni N 2,33 %, P_2O_5 0,61 %, K_2O 1,58 %, Ca 1,04 %, Mg 0,33 %, Mn 179 ppm dan Zn 70,5 ppm (Wiryanta dan Bernadinus, 2002).

2.6 Kandungan Daun Afrika

Daun afrika, juga dikenal sebagai daun pahit adalah semak biasa atau pohon kecil yang tumbuh di Afrika tropis. Mereka juga terdistribusi dengan baik di Asia dan umumnya ditemukan di sepanjang jalur drainase dan di hutan alam atau perkebunan komersial. Daun afrika merupakan keluarga *Asteraceae* dan populer disebut daun pahit Afrika. Daunnya berwarna hijau dengan bau khas dan rasa pahit (Akpasu *et al.*, 2011).

Aplikasi daun afrika tunggal dalam hal pertumbuhan vegetatif, dan parameter hasil, menunjukkan bahwa, ketika tingkat daun afrika (*Vernonia amygdalina*)

meningkat dalam kombinasi pupuk, semakin baik kinerja tanaman. Ini bisa jadi sebagai akibat komposisi kimia yang melekat dari daun afrika (*Vernonia amygdalina*). Ini juga bisa sebagai akibat dari karbon organik yang tinggi. Laju mineralisasi daun afrika bervariasi secara signifikan yang memiliki tingkat mineralisasi yang lebih tinggi. Ini dapat dikaitkan dengan nilai N yang lebih tinggi dan rasio C/N yang lebih rendah dari daun afrika (*Vernonia amygdalina*). Dalam percobaan mereka menemukan bahwa tingkat dekomposisi serasah tergantung pada rasio C/N dan kandungan nitrogen serasah daun (Aboyeji, 2019).

2.7 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik. Menurut Suprihatin (2010), fermentasi terjadi melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Fermentasi membutuhkan starter bakteri untuk tumbuh di substrat. Starter adalah populasi mikroorganisme yang jumlah dan kondisi fisiologisnya siap untuk diinokulasikan ke dalam media fermentasi (Rasmito dkk., 2019).

Fermentasi dilakukan oleh mikroorganisme yang dapat mengubah atau mentransformasikan senyawa kimia kompleks menjadi lebih sederhana. Hal tersebut bertujuan agar mempercepat penyerapan nutrisi pada tanaman. Selain itu, proses fermentasi akan menghasilkan senyawa organik lain seperti asam laktat, asam nukleat, karbohidrat, protein, dan lainnya (Naswir, 2008).

Menurut Nugroho (2013), fermentasi terbagi dua tipe berdasarkan kebutuhan akan oksigen yaitu.

1. Tipe aerobik

Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Dalam mempertahankan hidup, organisme memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, dimana organisme itu berada.

2. Tipe anaerobik

Fermentasi anaerobik adalah jenis fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen dalam prosesnya. Beberapa mikroorganisme dapat mencerna energi tanpa adanya

oksigen. Jadi hanya sebagian dari materi energik yang terurai, yang dihasilkan adalah energi, karbon dioksida dan air, termasuk beberapa asam laktat, asam asetat, etanol, asam volatil, alkohol, dan ester.

Effective microorganisms (EM4) merupakan salah satu aktivator yang dapat membantu mempercepat proses pengkomposan dan bermanfaat meningkatkan unsur hara kompos, berdasarkan penelitian Budihardjo (2006), penambahan *effective microorganism* (EM4) berpengaruh terhadap kualitas kompos matang yang relatif lebih baik daripada pengkomposan alami. Menurut Manuputty *et al.* (2012), *effective microorganism 4* (EM4) adalah kultur campuran dari berbagai mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. EM4 ini mengandung *Lactobacillus* sp dan sejumlah kecil bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp dan ragi. Menurut Dewi (2014), *Effective Microorganisms* (EM4) memiliki banyak jenis mikroorganisme yang membantu menguraikan sampah organik sehingga dapat digunakan dalam proses pengomposan.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini mulai dilaksanakan di bulan Februari-Juni 2021. Lokasi penelitian bertempat di Laboratorium Rumah Kaca L, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum, timbangan analitik, bak penampung nutrisi hidroponik, plastik besar, *stryofoam*, kain flanel, *rockwool*, selang, paralon, pompa air, alat ukur (meteran, penggaris), pH meter, TDS meter, EC meter, jangka sorong, *netpot*, *hand sprayer*, ember besar, dan alat SPAD atau *clorophilmeter*. Sedangkan, bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih tanaman pakcoy varietas gardena, larutan AB Mix, air, EM4, gula pasir, pupuk kandang sapi dan daun afrika.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 6 kelompok. Terdapat 3 perlakuan yang diberikan pada pemberian nutrisi hidroponik tanaman pakcoy. Dengan demikian satuan percobaan dari penelitian ini adalah sebanyak 18 satuan percobaan. Perlakuan yang digunakan yaitu :

Perlakuan 1 : AB Mix 100% (P₀)

Perlakuan 2 : AB Mix 75% dan pupuk organik cair (ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika) 25% (P₁)

Perlakuan 3 : AB Mix 50% dan pupuk organik cair (ekstrak fermentasi campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika) 50% (P₂)

Data yang diperoleh pada penelitian ini diuji homogenitas ragamnya menggunakan uji Barrlet dan uji Tukey untuk menguji aditifitas data. Kemudian bila asumsi yang diperoleh terpenuhi maka selanjutnya akan dilakukan Analisis Ragam (ANARA), dan pemisahan nilai tengah menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Tata letak percobaan yang akan digunakan disajikan dalam Gambar 1.

K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
P ₁	P ₀	P ₂	P ₀	P ₁	P ₀
P ₀	P ₂	P ₁	P ₂	P ₀	P ₂
P ₂	P ₁	P ₀	P ₁	P ₂	P ₁

Gambar 1. Tata letak percobaan pada penelitian dengan 3 perlakuan pemberian nutrisi terhadap tanaman pakcoy sistem hidroponik

Keterangan:

P₀ = AB Mix 100%

P₁ = AB Mix 75% + pupuk organik cair 25%

P₂ = AB Mix 50% + pupuk organik cair 50%

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan POC dari Ekstrak Fermentasi Pupuk Kandang Sapi dan Daun Afrika

Langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat POC dari pupuk kandang sapi dan daun afrika adalah :

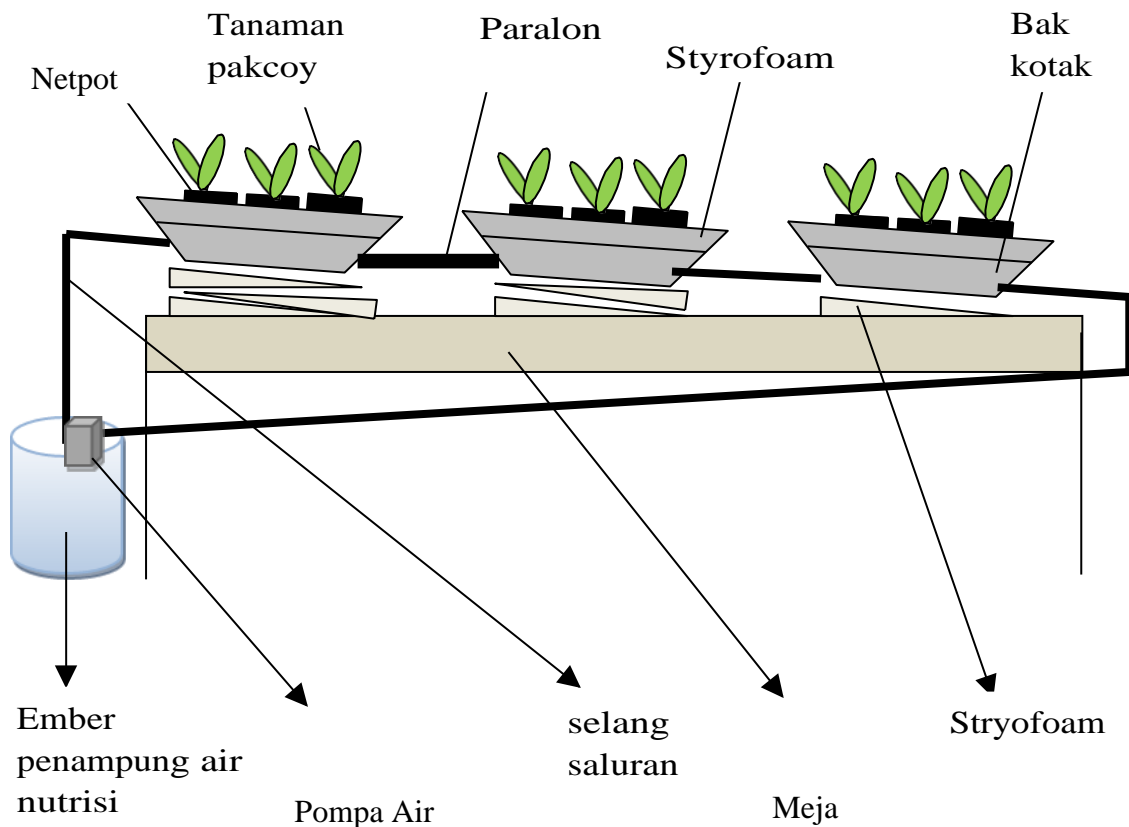
1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Alat yang digunakan adalah plastik, drum, botol plastik, selang, pisau, dan alat pengaduk. Bahan yang digunakan adalah 7 kg daun afrika, 3.5 kg pupuk kandang sapi, air, gula, dan EM4. Dicampur dengan perbandingan berdasarkan petunjuk pada kemasan botol EM4 yaitu dengan perbandingan 1 liter EM4+1 liter gula+50 liter air+20 kg bahan.
2. Daun afrika dicacah menjadi potongan kecil-kecil dan dicampur dengan pupuk kandang sapi.
3. Seluruh bahan dicampur dalam sebuah plastik dan difermentasi secara aerob selama 40 hari.
4. Setelah itu, dilanjutkan dengan perendaman selama 10 hari tertutup didalam drum.
5. Ekstrak POC dibuat dengan mengencerkan hasil fermentasi POC dengan perbandingan air dan hasil fermentasi yaitu 1:4.

3.4.2 Analisis Kandungan Unsur Hara Larutan Nutrisi Organik

Analisis kandungan unsur hara pada larutan nutrisi organik dilakukan setelah fermentasi. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui kandungan unsur hara N, P, dan K pada larutan nutrisi organik cair yang telah dibuat. Hasil analisis laboratorium kandungan unsur hara N, P, dan K pada pupuk organik cair yaitu terlampir dalam Tabel 5.

3.4.3 Persiapan Instalasi Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

Instalasi hidroponik sistem NFT dibuat dengan keadaan tanaman tumbuh dengan akar tanaman terendam dalam air yang berisi larutan nutrisi yang disirkulasikan secara terus menerus dengan pompa. Daerah perakaran dalam larutan nutrisi dapat berkembang dan tumbuh dalam larutan nutrisi yang dangkal sehingga bagian atas akar tanaman berada di permukaan antara larutan nutrisi dan *styrofoam*, adanya bagian akar dalam udara ini memungkinkan oksigen masih bisa terpenuhi dan mencukupi untuk pertumbuhan secara normal. Nutrisi yang disediakan untuk tanaman akan diterima oleh akar secara terus menerus menggunakan pompa air yang ditempatkan pada penampung nutrisi yang disusun sedemikian rupa agar pengaliran menjadi efektif. Berikut konsep instalasi hidroponik sistem NFT disajikan dalam gambar 2.



Gambar 2. Instalasi Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

3.4.4 Penyemaian Benih

Benih pakcoy disemai pada media *rockwool* yang diletakkan pada nampan. Wadah penyemaian harus disimpan di tempat yang tidak terkena cahaya matahari langsung agar tetap menjaga kondisi kelembaban saat proses penyemaian. Namun setelah benih berkecambah (2-3 hari), maka semaian siap dipindahkan ke tempat yang terkena sinar matahari dan media disiram rutin agar tetap lembab. Setelah benih tumbuh dan memiliki 2-3 helai daun, bibit dapat dipindahkan ke instalasi.

3.4.5 Pemberian Nutrisi

Larutan nutrisi yang digunakan ialah nutrisi AB Mix dan ekstrak fermentasi pupuk organik cair dengan takaran pembuatan larutan sebanyak 1 liter. Larutan nutrisi AB Mix 100% (P_0) dibuat dengan takaran 1 L air dicampur 10 mL AB Mix (5 mL larutan mix A dan 5 mL Larutan mix B), untuk perlakuan AB Mix 75% dengan POC 25% (P_1) maka dibuat dengan takaran 750 mL air dicampur dengan 7,5 mL AB Mix dan kemudian air 200 mL dicampur dengan 50 mL POC, dan untuk perlakuan AB Mix 50% (P_2) maka dibuat dengan takaran 500 mL air dicampur dengan 5 mL AB Mix dan kemudian 400 mL air dicampur dengan 100 mL POC. Larutan nutrisi diberikan secara berkala pada saat tanaman pakcoy dipindahkan ke media tanam hingga panen.

3.4.6 Penanaman pada Instalasi Hidroponik

Setelah semaian berumur 2 minggu (14 hari), maka tanaman hasil semaian tersebut dipindahkan ke instalasi hidroponik NFT dengan meletakkannya dalam *netpot* dan diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari langsung agar tanaman tumbuh dengan baik.

3.4.7 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan bertujuan agar tanaman tumbuh sehat dan optimal. Pemeliharaan tanaman yang dilakukan meliputi pengecekan suhu larutan nutrisi, pengecekan pH

larutan nutrisi, pengecekan kepekatan terhadap larutan nutrisi (ppm) dengan menggunakan alat TDS (*Total Dissolve Solid*), penggantian air nutrisi, penyulaman, dan pengendalian hama serta penyakit pada tanaman.

3.4.8 Pemanenan

Pemanenan dilakukan saat tanaman pakcoy berumur 28 hari setelah tanam (HST). Pemanenan dilakukan dengan mencabut tanaman dari *netpot* kemudian melepaskannya dari media hidroponik (*rockwool*).

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang diamati pada penelitian ini meliputi tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, jumlah daun, lebar daun, panjang daun, tingkat kehijauan daun, bobot segar tajuk, bobot segar daun, bobot segar akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar.

3.5.1 Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan menggunakan penggaris. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga ujung daun. Satuan yang digunakan dalam pengamatan tinggi tanaman adalah cm. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada saat panen.

3.5.2 Diameter Batang

Pengukuran diameter batang menggunakan alat jangka sorong dengan satuan mm, batang yang diukur adalah bagian batang yang tepat dibawah sampel daun yang diamati, pengukuran dilakukan pada saat panen.

3.5.3 Panjang Akar

Panjang akar diamati pada saat panen, pengukuran menggunakan penggaris dengan satuan pengukuran cm.

3.5.4 Jumlah Daun

Jumlah daun diamati dengan menghitung jumlah helai daun yang telah muncul sempurna. Pengamatan jumlah daun dilakukan saat panen.

3.5.5 Lebar Daun

Pengamatan lebar daun dilakukan dengan dengan mengukur daun secara horizontal menggunakan alat ukur penggaris dengan satuan pengukuran cm, lebar daun yang diamati pada tanaman adalah menggunakan sampel daun yang sama di setiap tanaman yang diamati saat panen.

3.5.6 Panjang Daun

Pengamatan panjang daun dilakukan dengan mengukur daun secara vertikal menggunakan alat ukur penggaris dengan satuan pengukuran cm, panjang daun daun yang diamati pada tanaman adalah menggunakan sampel daun yang sama di setiap tanaman yang diamati saat panen.

3.5.7 Tingkat Kehijauan Daun

Tingkat kehijauan daun diukur dengan menggunakan alat SPAD atau *clorophilmeter* dengan satuan unit. Pengukuran tingkat kehijauan daun bertujuan untuk mengetahui nilai kehijauan daun dari masing-masing sampel.

3.5.8 Bobot Segar Tajuk

Bobot segar tajuk diamati ketika panen, dilakukan dengan mengambil bagian seluruh tanaman tanpa akarnya, kemudian ditimbang menggunakan timbangan dengan satuan gram.

3.5.9 Bobot Segar Daun

Bobot segar daun diamati ketika panen, dilakukan dengan mengambil bagian daun dari tanaman, kemudian ditimbang menggunakan timbangan dengan satuan gram.

3.5.10 Bobot Segar Akar

Bobot segar akar diamati ketika tanaman telah dipanen, pengamatan dilakukan dengan mengambil setiap tanaman pada perlakuan, akar ditimbang dengan satuan gram.

3.5.11 Bobot Kering Tajuk

Bobot kering tajuk diamati dengan menimbang bagian seluruh tanaman tanpa akarnya di setiap tanaman pada masing-masing perlakuan yang telah dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C selama 3x24 jam.

3.5.12 Bobot Kering Akar

Bobot kering akar diamati dengan menimbang akar di setiap tanaman pada masing-masing perlakuan yang telah dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C selama 3x24 jam.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pupuk organik cair dari campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika dapat dijadikan sebagai substitusi parsial nutrisi AB Mix, sehingga dapat mengurangi penggunaan nutrisi AB Mix pada kegiatan budidaya pakcoy secara hidroponik.
2. Pupuk organik cair dari campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika tidak dapat mensubstitusi AB Mix hingga mencapai 50%.
3. Pupuk organik cair dari campuran pupuk kandang sapi dan daun afrika yang disubstitusikan sebanyak 25% pada nutrisi AB Mix mampu memberikan hasil yang sama seperti pada perlakuan nutrisi AB Mix 100%, terutama pada pengamatan bobot segar tajuk tanaman pakcoy sistem hidroponik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan untuk perlu dilakukannya pengamatan atau analisis lebih lanjut terkait kandungan unsur hara bahan organik (pupuk kandang sapi dan daun afrika). Penambahan jumlah atau jenis bahan organik lain pada pembuatan pupuk organik cair juga dapat dilakukan dengan tujuan mendapatkan formula kandungan unsur hara berdasarkan kandungan yang sesuai dengan AB Mix.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, I. K. 1988. *Seluk Beluk Kotoran Sapi serta Manfaat Praktisnya*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aboyeji, C. M. 2019. Impact of green manures of *Vernonia amygdalina* and *Chromolaena odorata* on growth, yield, mineral and proximate composition of Radish (*Raphanus sativus L.*). *Scientific Reports*. 9:17659.
- Adekiya, A. O. and Agbede, T. M. 2009. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*) as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. *Emirates Jurnal Food Agric*. 21 (1): 10–20.
- Adewole, E., Ojo, A., Ogunmodede, T. O., and Adewumi, D. F. 2015. antioxidant activities and nutritional compositions of *Vernonia Amygdalina*. *International Journal of Basic and Applied Science*. 4(1): 9-16.
- Akpaso, M. I., Atangwho, I. J., Akpantah, A., Fischer, V.A., Igiri, A., and Ebong, E. 2011. Effect of combined leaf extracts of *Vernonia amygdalina* (Bitter Leaf) and *Gongronema latifolium* (Utazi) on the pancreatic β -Cells of streptozotocin. *Brit J Med & Medical Reseach*. 1 (1): 24-34.
- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., Mudalip, S. K. A., and Olarele, O. A. 2017. phytochemical and pharmalogical properties of *Vernonia amygdalina*: a review. *Journal of Chemical Engineering and Industrial Biotechnology*. 2: 80-96.
- Alshrouf, A. 2017. Hydroponics, aeroponic and aquaponic as compared with conventional farming. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*. 27 (1): 247–255.
- Barokah, R., Sumarsono, dan Darmawati, A. 2017. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman sawi pakcoy (*Brassica chinensis L.*) akibat pemberian berbagai jenis pupuk kandang. *Jurnal Agro Complex*. 1 (3): 120-125.
- Budihardjo, M. A. 2006. Studi potensi pengomposan sampah kota sebagai salah satu alternatif pengelolaan sampah di TPA dengan menggunakan aktivator EM4 (Effective Microorganism). *Jurnal PRESIPITASI*. 1 (1): 25-30.

- Dewi, A. K. 2020. Efektifitas Pupuk Organik Cair (POC) dari Batang Pisang terhadap Pertumbuhan Bayam Hijau (*Amaranthus sp.*) dan Bayam Merah (*Alternanthera ficoidea*) secara Hidroponik. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Dewi, C. K. 2014. Pembuatan gas bio dari serbuk gergaji, kotoran sapi, dan larutan EM4. *Jurnal Teknik Kimia*. 20 (1): 1-9.
- Fabunmi, T. O. 2019. Organic fertilizer potentials of aqueous waste extract of *Vernonia amygdalina* leaves for leafy vegetables production. *African Journal of Organic Agriculture and Ecology*. 1 (1): 71-77.
- Gardner, F. B., Pearce, R. B., and Mitchell R.L. 1991. *Physiology of Crop Anatomy*. Diterjemahkan oleh H. Susilo. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 327 hlm.
- Hanafiah, A. K. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Pers. Jakarta. 360 hlm..
- Haryanto. 2006. *Teknik budidaya sayuran pakcoy (sawi mangkok)*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Huang, J., Gu, M., Lai, Z., Fan, B., Shi, K., Zhou, Y. H., Yu, J. Q., and Chen, Z. 2010. Functional analysis of the Arabidopsis PAL gene family in plant growth, development, and response to environmental stress. *Plant Physiology*. 153: 1526–1538.
- Husnaeni, F. dan Setiawati, M. R. 2018. Pengaruh pupuk hayati dan anorganik terhadap populasi Azobacter, kandungan N, dan hasil pakcoy pada sistem nutrient film technique. *Jurnal Biodjati*. 3(1): 90-98.
- Istarofah, I. dan Salamah, Z. 2017. Pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) dengan pemberian kompos berbahan dasar daun paitan (*Thitinia diversifolia*). *Jurnal BIO-SITE Biologi Sains Terapan*. 3(1): 39-46.
- Lubis, L.W. K. dan Suwanto. 2018. Pengaruh jarak tanam dan dosis pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan produksi talas belitungwi (*Xanthosoma sagittifolium* (L.)). *Bul Agrohorti*. 6(1): 87-98.
- Levinia, A. 2020. Pengaruh Nutrisi Hasil Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp.*) yang Dikombinasikan dengan Beberapa Jenis Daun Hijau pada Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) dengan Sistem Hidroponik. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi Fakulal Pertanian. Universitas Lampung. Lampung. 56 hlm.
- Li, G., Tao, L., Li, X.L., Peng, L., Song, C.F., Dai, L.L., Wu, Y., and Xie, L. 2018. Design and performance of a novel rice hydroponic biofilter in a pond-scale aquaponic recirculating system. *Ecol. Eng.* 125 : 1–10.

- Manuputty, M. C., Jacob, A., dan Haumahu, J. P. 2012. Pengaruh effective inoculant promi dan EM-4 terhadap laju dekomposisi dan kualitas kompos dari sampah kota ambon. *Jurnal Agrologia*. 1 (2): 143-151.
- Muhadiansyah, O. T., Setyono, S., dan Adimihardja, S. A. 2016. Efektifitas pencampuran pupuk organik dalam nutrisi hidroponik pada pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa L.*). *Jurnal Agronida*. 2 (1): 37-46.
- Muller, A., Ferré, M., Engel, S., Gattinger, A., Holzkämper, A., Huber, R., Müller, M., and Six, J. 2017. Can soil-less crop production be a sustainable option for soil conservation and future agriculture. *Land Use Policy*. 69: 102–105.
- Nasaruddin dan Rosmawati. 2011. Pengaruh pupuk organik cair (POC) hasil fermentasi daun gamal, batang pisang dan sabut kelapa terhadap pertumbuhan bibit kakao. Makassar: Universitas Hasanuddin. *Jurnal Agrisistem*. 7 (1): 1858-4330.
- Naswir. 2008. *Pemanfaatan Urine Sapi Yang Dipermentasi sebagai Nutrisi Tanaman Pengantar Falsafah Sains*. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- National Organic Standards Board (NOSB). 2010. *Recommendation on Production Standards for Terrestrial Plants in Containers and Enclosures*. National Organic Standards Board of the US NOBS. US.
- Novizan. 2003. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pusaka. Jakarta. 116 hlm.
- Nugroho, P. 2013. *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 204 hlm.
- Poerwanto, R. dan Susila, A.D. 2014. *Seri 1 Hortikultura Tropika, Teknologi Hortikultura*. IPB Press. Bogor.
- Rakocy, J. E. 2012. *Aquaponics-integrating fsh and plant culture. Chapter 14 In: Tidwell, J.H. (Ed.), Aquaculture Production Systems*. Wiley-Blackwell, Oxford. UK 344-386.
- Rasmito, A., Hutomo, A., dan Hartono, A. P. 2019. Pembuatan pupuk organik cair dengan cara fermentasi limbah cair tahu, starter filtrat Kulit pisang dan kubis, dan bioaktivator EM4. *Jurnal IPTEK*. 23(1) : 55-62.
- Sastro, Y. dan Nofi, A.R. 2016. *Hidroponik Sayuran di Perkotaan*. BPTP. Jakarta. 28 hlm.
- Sembiring, G. M. dan Maghfoer, M. D. 2018. Pengaruh komposisi nutrisi dan pupuk daun pada pertumbuhan dan hasil tanamn pakcoy sistem hidroponik rakit apung. *Juornal of Agricultural Science*. 3(2) : 103-109.

- Setiawan, L. 2007. Optimasi konsentrasi larutan hara pada budidaya selada (*Lactuca Sativa* L. Var Gand Rapids) dengan teknologi hidroponik sistem terapung (THST). *Skripsi*. Progam Studi Hortikultura Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Setiawati, W., Murtiningsih, R., Shopa, G.A., dan Handayani, T. 2007. *Petunjuk Teknis : Budidaya Tanaman Sayuran*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. 135 hlm.
- Silvikultur. 2007. *Sumber Cahaya Matahari*. Pakar Raya Jakarta.
- Souza, S. V., Gimenes, R., and Binotto, E. 2019. Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. *Land Use Policy*. 83: 357–369.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA Pres .Surabaya. 43 hlm.
- Suryani, R. 2015. *Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah*. Arcitra. Yogyakarta. 191 hlm.
- Susilawati. 2019. *Dasar-Dasar Bertanam secara Hidroponik*. Universitas Sriwijaya. Palembang.177 hlm.
- Sutejo, M. M. dan Kartasapoetra, A. G. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. 177 hlm.
- Syarief, D., Angkasa, dan Aprianti. 2014. *Hidroponik Praktis*. PT Trubus Swadaya. Jakarta. 57 hlm.
- Tarigan, S. dan Wiryanta, W. 2003. *Bertanam Cabai Hibrida Secara Intensif*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 47 hlm.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., Sutiarto, L., dan Falah, M. A. F. 2016. Studi pola pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica rapa var. parachinensis* L) hidroponik dalam greenhouse terkontrol. *Jurnal Agritech*. 36(1): 104-110.
- Wiryanta, W. dan Bernadinus, T. 2002. *Bertanam Cabai Pada Musim Hujan*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 92 hlm.
- Yang, C., Prasher, S. O., Whalen, J., and Goel, P. K. 2001. Application of data mining technology for hyperspectral imagery classification in agricultural fields. ASAE Annual Meeting-2001, *Paper number 013116*.