

**PENGARUH JENIS SUBSTRAT DAN KOMBINASI POC AMPAS TAHU  
DENGAN ABMIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
PRODUKSI KALE (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) DENGAN  
HIDROPONIK SISTEM SUBSTRAT**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
NAILA IMTIYAS HURIN'IN  
NIM. 18620097**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

**PENGARUH JENIS SUBSTRAT DAN KOMBINASI POC AMPAS TAHU  
DENGAN ABMIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
PRODUKSI KALE (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) DENGAN  
HIDROPONIK SISTEM SUBSTRAT**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
NAILA IMTIYAS HURIN'IN  
NIM. 18620097**

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

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

**PENGARUH JENIS SUBSTRAT DAN KOMBINASI POC AMPAS TAHU  
DENGAN ABMIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
PRODUKSI KALE (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) DENGAN  
HIDROPONIK SISTEM SUBSTRAT**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

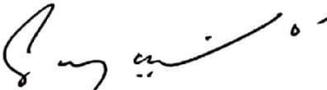
**NAILA IMTIYAS HURIN'IN**

**NIM. 18620097**

**telah diperiksa dan disetujui untuk diuji**

**tanggal: 30 Maret 2023**

**Pembimbing I**



**Suyono, M.P**

**NIP. 19710622 200312 1 002**

**Pembimbing II**



**Dr. M. Mukhlis fahrudin, M.S.I**

**NIPT. 201402011409**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Biologi**



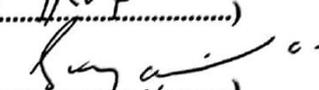
**Dr. Erika Sandi Savitri, M.P.**  
**NIP. 19741018 200312 2 002**

**PENGARUH JENIS SUBSTRAT DAN KOMBINASI POC AMPAS TAHU  
DENGAN ABMIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
PRODUKSI KALE (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) DENGAN  
HIDROPONIK SISTEM SUBSTRAT**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
NAILA IMTIYAS HURIN'IN  
NIM. 18620097**

**telah dipertahankan  
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai  
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 9 Mei 2023**

<b>Ketua Penguji</b>	<b>: Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.</b>	
	<b>NIP. 19741018 200312 2 002</b>	(.....)
<b>Anggota Penguji I</b>	<b>: Ruri Resmisari, M.Si</b>	
	<b>NIP. 19790123 2016080 1 2063</b>	(.....)
<b>Anggota Penguji II</b>	<b>: Suyono, M.P</b>	
	<b>NIP. 19710622 200312 1 002</b>	(.....)
<b>Anggota Penguji III</b>	<b>: Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I</b>	
	<b>NIPT. 201402011409</b>	(.....)

**Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Biologi**



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

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Puji Syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat, berkah dan hidayah serta kekuatan dan kesabaran sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi ini dipersembahkan untuk seluruh pihak yang telah mendukung penulis dalam menyusun dan menyelesaikannya, khususnya:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Suyono dan Ibu Siti Andayani yang telah merawat, mendidik, memberi motivasi dan mendukung serta mendoakan kebaikan anak-anaknya dalam menuntut ilmu yang bermanfaat dan menggapai cita-citanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan baik.
2. Kakak tersayang Ayub Al-Amin dan keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Teman-teman seperjuangan Booster 2018 dan kelas Biologi A yang selalu mendoakan, membantu, dan memberikan dukungan hingga saat ini.
4. Sahabat-sahabat tersayang yang memberikan semangat, dukungan, motivasi, bantuan, dan menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Begitu juga dengan seluruh pihak yang membantu dan menemani selama penelitian ini dan penulisan skripsi ini, yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Semoga senantiasa dalam lindungan Allah. Aamiin...

## MOTTO

**فَعَلَ شَاءَ وَمَا اللَّهُ قَدَّرَ**

**“Allah telah menakdirkannya, dan apa yang Dia kehendaki Dia Perbuat”**

**مَعَنَا اللَّهُ إِنَّ تَحْزَنُ لَا**

**“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah beserta kita”**

(Q.S At-Taubah: 40)

**“Menjadi manusia yang bermanfaat bagi diri sendiri, orang lain, dan lingkungan sekitar”**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naila Imtias Hurin'in  
NIM : 18620097  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Pengaruh Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat

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

Malang, 22 Mei 2023

Yang membuat pernyataan,



Naila Imtias Hurin'in  
NIM. 18620097

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

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

**PENGARUH JENIS SUBSTRAT DAN KOMBINASI POC AMPAS TAHU  
DENGAN ABMIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL  
PRODUKSI KALE (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) DENGAN  
HIDROPONIK SISTEM SUBSTRAT**

Naila Imtiyas Hurin'in, Suyono, M. Mukhlis Fahrudin

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

**ABSTRAK**

*Tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) adalah tanaman sayur yang tergolong dalam famili Brassicaceae, sayuran ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sayuran segar untuk masakan dan obat karena kaya akan antioksidan (vitamin C, vitamin E, dan karotenoid), mineral dan serat. Semakin berkembangnya zaman, masyarakat sadar terhadap bahaya yang ditimbulkan akibat residu bahan kimia dalam pertanian. Budidaya tanaman secara hidroponik merupakan solusi untuk memenuhi kebutuhan akan tanaman kale yang lebih berkualitas. Peningkatan produksi tanaman kale dilakukan melalui hidroponik sistem substrat. Diduga pemberian perlakuan jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix ini dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix dan dosis optimum kombinasi nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil produksi kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat. Rancangan penelitian eksperimental dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah jenis substrat dengan 3 taraf yaitu arang sekam (M1), cocopeat (M2), dan pasir malang (M3). Faktor kedua kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix dengan 5 taraf yaitu ABmix 5 ml/L (N0), POC 10 ml/L + ABmix 2,5 ml/L (N1), POC 20 ml/L + ABmix 2,5 ml/L (N2), POC 30 ml/L + ABmix 2,5 ml/L (N3), dan POC 20 ml/L. Parameter yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah. Data yang diperoleh menggunakan spss 29.0, DMRT 5% dan regresi linier. Hasil analisis pada jenis substrat memberikan pengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah. Kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix menunjukkan ada pengaruh nyata terhadap pertumbuhan kale pada semua parameter.*

**Kata kunci:** *Jenis Substrat, POC ampas tahu, ABmix, pertumbuhan tanaman kale, sistem substrat, hidroponik.*

# **THE EFFECT OF TYPE OF SUBSTRATE AND THE COMBINATION OF POC TOFU WASTE WITH ABMIX ON THE GROWTH AND PRODUCTION OF KALE (*Brassica oleracea var. Acephala*) WITH HYDROPONIC SUBSTRATE SYSTEMS**

Naila Imtiyas Hurin'in, Suyono, M. Mukhlis Fahrudin

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

## **ABSTRACT**

Kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) is a vegetable plant belonging to the Brassicaceae family, this vegetable is widely used by the public as fresh vegetables for input and medicine because it is rich in antioxidants (vitamin C, vitamin E and carotenoids), minerals and fiber. With the development of the times, people are aware of the dangers caused by chemical residues in agriculture. Hydroponic cultivation of plants is a solution to meet the need for higher quality kale plants. Increasing the production of kale plants is done through a hydroponic substrate system. It is suspected that the treatment of the type of substrate and the combination of POC tofu dregs with ABmix can affect the growth and yield of plant production. The purpose of this study was to determine the effect of the type of substrate and the combination of POC tofu dregs with ABmix and the optimal dose of the combination of nutrients on the growth and yield of kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) with a hydroponic substrate system. The experimental research design was carried out using a 2-factor completely randomized design (CRD) with 3 replications. The first factor is the type of substrate with 3 levels, namely husk charcoal (M1), *cocopeat* (M2), and poor sand (M3). The second factor was the combination of POC tofu dregs with ABmix with 5 levels, namely ABmix 5 ml/L (N0), POC 10 ml/L + ABmix 2.5 ml/L (N1), POC 20 ml/L + ABmix 2.5 ml/L (N2), POC 30 ml/L + ABmix 2.5 ml/L (N3), and POC 20 ml/L. Parameters observed consisted of plant height, number of leaves, leaf area, and fresh weight. Data obtained using SPSS 29.0, DMRT 5% and linear regression. The results of the analysis on the type of substrate have a significant effect on the parameters of plant height, number of leaves, leaf area, wet weight. The combination of POC tofu dregs with ABmix showed that there was a significant effect on kale growth for all parameters.

**Keywords:** *Substrate Type, POC tofu dregs, ABmix, growth of kale, substrate system, hydroponics.*

## تأثير نوع الركيزة وتجميع نفايات POC الثمالة التوفو مع ABmix على نمو وإنتاج الكالي (*Brassica oleracea var. Acephala*) مع أنظمة الركيزة المائية

نايلا امتياس حرينين ، سويونو ، مخلص فخر الدين

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

### الملخص

نبات اللفت (*Brassica oleracea var. Acephala*) هو نبات نباتي ينتمي إلى عائلة الكرنب ، ويستخدم على نطاق واسع من قبل الجمهور كخضروات طازجة للاستهلاك والأدوية لأنها غنية بمضادات الأكسدة (فيتامين C وفيتامين E والكاروتينات) والمعادن والألياف. مع تطور العصر ، أصبح الناس على دراية بالمخاطر التي تسببها المخلفات الكيميائية في الزراعة. تعتبر الزراعة المائية للنباتات حلاً لتلبية الحاجة إلى نباتات كالي عالية الجودة. تتم زيادة إنتاج نبات اللفت من خلال نظام الركيزة المائية. يُستنبه في أن معالجة نوع الركيزة والجمع بين تفل التوفو POC مع ABmix يمكن أن يؤثر على نمو وإنتاجية الإنتاج النباتي. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير نوع الركيزة والجمع بين تفل التوفو POC مع ABmix والجرعة المثلى من مزيج العناصر الغذائية على نمو وحاصل اللفت (*Brassica oleracea var. Acephala*) مع الزراعة المائية. نظام الركيزة. تم إجراء تصميم البحث التجريبي باستخدام التصميم العشوائي الكامل (RAL) من عاملين بثلاث مكررات. العامل الأول هو نوع الركيزة ذات 3 مستويات ، وهي قشر الفحم (M1) ، (M2) *cocopeat* ، والرمل الفقير (M3). كان العامل الثاني هو مزيج تفل التوفو POC مع ABmix مع 5 مستويات ، وهي ABmix 5 مل / لتر (N0) ، POC 10 مل / لتر + ABmix 2.5 مل / لتر (N1) ، POC 20 مل / لتر + ABmix 2.5 مل / لتر (N2) ، POC 30 مل / لتر + ABmix 2.5 مل / لتر (N3) ، و POC 20 مل / لتر. تتكون المعلمات الملاحظة من ارتفاع النبات وعدد الأوراق ومساحة الورقة والوزن الطازج. تم الحصول على البيانات باستخدام SPSS 29.0 ، DMRT 5٪ والانحدار الخطي. نتائج التحليل على نوع الركيزة لها تأثير معنوي على معاملات ارتفاع النبات ، عدد الأوراق ، مساحة الورقة ، الوزن الرطب. أظهر الجمع بين تفل التوفو POC مع ABmix أن هناك تأثيراً معنوياً على نمو اللفت لجميع المعلمات.

**الكلمات الرئيسية:** نوع الركيزة ، تفل التوفو ، ABmix ، POC ، نمو اللفت ، نظام الركيزة ، الزراعة المائية.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Bismillahirrahmaanirrahiim*, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Pengaruh Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat”. Tidak lupa pula shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin. Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P., selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Suyono, M.P dan M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I. selaku pembimbing I dan II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Ir. Liliek Harianie AR, M.P., selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat, bimbingan, dan arahan kepada penulis dari awal hingga akhir studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengajar dan menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium.
7. Bapak Suyono dan Ibu Siti Andayani selaku orang tua yang selalu memberikan dukungan baik berupa doa dan materil.
8. Teman-teman seperjuangan Booster 2018 dan Kelas Biologi A yang selalu menghibur dan memberikan semangat untuk menyelesaikan studi dengan baik.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Skripsi ini telah ditulis degan sebaik baiknya namun jika ada kekurangan, kesalahan, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan oleh penulis.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Malang, 22 Mei 2023



Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PESETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
MOTTO .....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
المخلص.....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian .....	9
1.4 Manfaat Penelitian .....	10
1.5 Batasan Masalah .....	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Kajian Keislaman Tentang Air dan Tumbuhan .....	12
2.2 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Kale.....	14
2.3 Manfaat dan Kandungan Kale .....	17
2.4 Hidroponik Tanaman Sayuran .....	18
2.5 Hidroponik Substrat.....	19
2.6 Penggunaan Pupuk Kimia dan Pupuk Organik Cair untuk Hidroponik .....	24
2.7 Penggunaan Limbah Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair .....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	32

3.2 Variabel Penelitian.....	33
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....	34
3.4.1 Alat Penelitian.....	34
3.4.2 Bahan Penelitian .....	34
3.5 Prosedur Penelitian.....	35
3.5.1 Pembuatan Pupuk Organik Cair Ampas Tahu .....	35
3.5.2 Persiapan Media Tanam.....	36
3.5.3 Penanaman .....	37
3.5.4 Pemeliharaan dan Pemberian Nutrisi .....	37
3.5.5 Panen.....	37
3.5.6 Pengamatan .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
4.1 Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Kale ( <i>Brassica oleracea var. Acephala</i> ) dengan Hidroponik Sistem Substrat .....	40
4.2 Pengaruh Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Kale ( <i>Brassica oleracea var. Acephala</i> ) dengan Hidroponik Sistem Substrat .....	45
4.3 Pengaruh Interaksi Antara Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Kale ( <i>Brassica</i> <i>oleracea var. Acephala</i> ) dengan Hidroponik Sistem Substrat.....	54
4.4 Keragaan Tanaman Kale ( <i>Brassica oleracea var. Acephala</i> ) yang Diberi Perlakuan Jenis Substrat dan Kombinasi POC ampas Tahu dengan ABmix yang Dibudidayakan dengan Hidroponik Sistem Substrat.....	57
4.5 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam.....	66
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>74</b>
5.1 Kesimpulan .....	74
5.2 Saran .....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>89</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kandungan Unsur Hara ABmix (Syariefa, 2015).....	25
2.2 Standar Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan SNI 19-7030-2004.....	27
3.1 Kombinasi Perlakuan Media Tanam dan Konsentrasi Nutrisi .....	33
4.1 Ringkasan Hasil ANOVA taraf 5% Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST .....	40
4.2 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST .....	41
4.3 Ringkasan Hasil ANOVA taraf 5% Pengaruh Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST .....	46
4.4 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Pengaruh Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST.....	46
4.5 Kompilasi Dosis Optimum Penggunaan POC Ampas Tahu dengan ABmix.....	52
4.6 Ringkasan Hasil ANOVA taraf 5% Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST .....	54
4.7 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Pengaruh Interaksi Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST.....	55
4.8 Keragaan Tanaman Kale dari Perlakuan Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tanaman Kale (dokumen pribadi, 2022) .....	15
2.2 Akar dan Batang Tanaman (dokumen pribadi, 2022).....	16
2.3 Daun tanaman kale keriting (dokumen pribadi, 2022).....	16
2.4 Arang Sekam (Moesa,2016) .....	21
2.5 Media Cocopeat (Khomsah, 2021) .....	22
2. 6 Limbah Ampas Tahu (Sunartaty, 2021).....	30
4.1 Pengaruh jenis substrat terhadap pertumbuhan tanaman kale ( <i>Brassica oleracea var. Acephala</i> ) dengan hidroponik sistem substrat. (a) substrat arang sekam, (b) substrat cocopeat, (c) substrat pasir malang .....	42
4.2 Pengaruh kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap pertumbuhan tanaman kale ( <i>Brassica oleracea var. Acephala</i> ) dengan hidroponik sistem substrat. (a) N0 (kontrol positif 5 ml/L ABmix), (b) N1 (10 ml/L POC + 2,5 ml/L ABmix), (c) N2 (20 ml/L POC + 2,5 ml/L ABmix), (d) N3 (30 ml/L POC + 2,5 ml/L ABmix), (e) N4 (20 ml/L POC).....	47
4.3 Persamaan regresi linear kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap tinggi tanaman .....	51
4.4 Persamaan regresi linear kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap jumlah daun.....	51
4.5 Persamaan regresi linier kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap luas daun.....	51
4.6 Persamaan regresi linear kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap berat basah.....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel hasil pengukuran pH dan TDS larutan nutrisi kombinasi POC ampas tahu dengan ABMix sebelum penyiraman .....	89
2. Tabel hasil pengukuran pH larutan nutrisi kombinasi POC ampas tahu dengan ABMix setelah penyiraman .....	89
3. Tabel hasil pengamatan pertumbuhan tanaman kale ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Acephala</i> ) HST.....	60
4. Tabel Analisis Kandungan POC Ampas Tahu.....	91
5. Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Tinggi Tanaman Kale.....	92
6. Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Jumlah Daun Tanaman Kale .....	94
7. Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Luas Daun Tanaman Kale.....	97
8. Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Berat Basah Tanaman Kale.....	100
9. Berat Jenis Substrat Perpolybag.....	102
10. Denah Pengacakan Perlakuan Pada Ruang Percobaan .....	102
11. Hasil Analisis POC Ampas Tahu di Lab. Tanah UPTD. PATPH Lawang.....	103
12. Hasil Analisis POC Ampas Tahu di Lab. Sentral UMM .....	104
13. Gambar Alat dan Bahan.....	105
14. Pesiapan dan Proses Penelitian .....	108
15. Pengukuran Tanaman Kale .....	109
16. Pengamatan Tanaman Kale.....	110

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Masyarakat umum memiliki kebutuhan pokok, salah satunya yaitu berasal dari tanaman. Biji-bijian, sayuran, dan lainnya adalah contoh bagian tumbuhan yang dibutuhkan. Tumbuhan berperan penting dalam kehidupan semua makhluk hidup, terutama manusia. Ayat 24 sampai 32 surat Al-Qur'an Abasa menjelaskan hal tersebut sebagai berikut:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَلَكَهًا وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾

Artinya: "*Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami telah mencurahkan air (dari langit) dengan berlimpah. Kemudian, Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu, Kami tumbuhkan padanya biji-bijian, anggur, sayur-sayuran, zaitun, pohon kurma, kebun-kebun (yang) rindang, buah-buahan, dan rerumputan. (Semua itu disediakan untuk kesenanganmu dan hewan-hewan ternakmu).*"

Surat Abasa ayat 24-32 dmenjelaskan tumbuhan sangat penting bagi semua makhluk hidup. Semua kebutuhan makhluk hidup telah disediakan oleh Allah SWT. Manusia dan tumbuhan memiliki keterkaitan satu sama lain misalnya, mencegah tumbuhan dari kepunahan. Manfaat utama tanaman bagi manusia adalah menyediakan sumber makanan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. Menurut Ibnu Katsir yang menjelaskan ayat-ayat di atas ditafsirkan, Allah SWT mengingatkan akan karunia dan pemberian-Nya kepada manusia dalam ayat-ayat tersebut. Allah menciptakan berbagai jenis tumbuhan dengan beragam hasil, jenis, dan bentuk. Seperti yang disebutkan yaitu biji-bijian, sayur-sayuran, buah-buahan, kurma, zaitun dan lain-lainnya (Abdullah, 2004). Pertumbuhan tanaman dapat terjadi karena kehendak Allah yang mengerakkan dan menumbuhkan sel-sel di

dalam tanaman untuk terus bertumbuh. Dan manusia berperan untuk menanam, merawat, dan memelihara tanaman tersebut. Salah satunya adalah tanaman kale, yang mana dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sayuran yang sering dikonsumsi.

Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) adalah tanaman sayur yang termasuk famili Brassicaceae dengan karakteristik bentuk yang mirip seperti kol dan kubis, namun tanaman kale memiliki daun sejati yang tidak membentuk bola (Fajri, 2018). Tanaman kale berasal dari Negara Cina. Pada abad ke 17 kale telah masuk ke Indonesia, tetapi sayuran kale ini sudah cukup diminati dan populer di masyarakat. Pengembangan sayuran komersil dapat dijadikan usaha yang dapat meningkatkan pendapatan di bidang pertanian (Oktaviani, 2018). Umumnya masyarakat menyebut tanaman kale sebagai ratunya para sayuran (*superfood*) karena mengandung nutrisi dan gizi yang berupa vitamin A (7540 IU) dan C (115 mg), Ca (62 mg), Fe (2,2 mg), energi (kalori 35,00 kal), karbohidrat (6,80 mg), protein (3,00 mg), fosfor (56,00 mg), vitamin B1 (0,10 mg), vitamin B2 (0,3 mg), vitamin B3 (0,40 mg), serat (1,20 gram), lemak (40 gram), dan air (28,00 mg) (Irianto, 2008).

Jenis substrat menjadi faktor yang sangat menentukan keberhasilan tanaman dalam sistem hidroponik. Penelitian ini akan menggunakan tiga jenis substrat yaitu arang sekam, *cocopeat*, dan pasir malang dalam menopang pertumbuhan tanaman kale. Menurut Dalimoenthe (2013) menjelaskan bahwa arang sekam adalah media tanam yang memiliki karakteristik porous, ringan, dan cukup menahan air. Menurut Prihmantoro (2003), kelebihan dari media arang sekam yaitu dapat menyerap dan menyimpan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman, memiliki kadar ion garam yang rendah, dan bersifat netral dengan pH 6-

7. Lestari (2022) menggunakan media arang sekam untuk budidaya hidroponik tanaman pakchoi (*Brassica juncea* L.) yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun, luas daun, berat basah dan panjang akar pada umur 30 HST. Menurut Purba (2021) menggunakan media arang sekam untuk budidaya hidroponik tanaman selada yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada tinggi, jumlah daun, berat pucuk kering, berat kering akar, berat segar akar, volume akar, total berat basah, dan total berat kering.

*Cocopeat* adalah media tanam yang dengan karakteristik dapat menyimpan dan mengikat air dengan kuat (Dalimoenthe, 2013). Menurut Hamli (2015), kelebihan dari media *cocopeat* yaitu memiliki daya serap yang tinggi, memiliki pH cukup stabil sekitar 5-6,8. Ginanjar (2021) menggunakan media *cocopeat* untuk budidaya hidroponik tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada diameter tajuk, jumlah daun, luas daun tanaman. Menurut Chhetri (2022) menggunakan media *cocopeat* untuk budidaya hidroponik tanaman selada yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun, lebar daun, dan panjang akar tanaman.

Pasir dari lava vulkanik dikenal sebagai pasir malang. Pasir Malang memiliki karakteristik ringan dan sangat berpori atau porous. Tekstur pasir yang halus dan konsisten menjadi keuntungan lain. (Bachtiar, 2017). Menurut Karima (2018), media pasir memiliki keunggulan berupa bobot yang berat sehingga dapat mempermudah berdirinya batang tanaman dan kemudahan dalam pengguan sehingga meningkatkan sistem aerasi serta drainase media tanam. Wahyuningsih (2016) menggunakan media pasir untuk budidaya hidroponik tanaman pakcoy yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada luas daun, jumlah daun, berat total

segar tanaman, berat kering tanaman dan berat segar konsumsi. Menurut Yanti (2020) menggunakan media tanam pasir dengan kombinasi nutrisi R-Mix untuk budidaya hidroponik tanaman kale (*Brassica alboglabra L.*) yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada luas daun, jumlah daun, panjang akar, tinggi tanaman, dan bobot basah.

Salah satu unsur yang mempengaruhi performa tanaman dalam sistem hidroponik adalah nutrisi. Ada dua jenis nutrisi yang dibutuhkan untuk budidaya tanaman hidroponik yaitu nutrisi dengan komponen makro (N, P, K, Ca, S, dan Mg) dan mikro (Cu, Mn, Zn, Cl, Na, dan Fe) (Hidayanti, 2019). Semua unsur tersebut harus terdapat di dalam suatu formula nutrisi secara lengkap dengan komposisi yang seimbang. Pupuk dibagi menjadi dua jenis berdasarkan sifatnya yaitu, pupuk kimia dan pupuk organik. Pupuk kimia yang sering digunakan masyarakat adalah ABmix, yang mana memiliki komposisi nutrisi yang lengkap bagi pertumbuhan tanaman. Pada penelitian Sugiono (2022) pemberian perlakuan 5ml/L ABmix memberikan hasil terbaik pada semua parameter yaitu luas daun, panjang akar, dan berat kering tanaman caisim.

Pupuk kimia yang digunakan untuk tanaman hidroponik memiliki kelemahan yaitu dapat meninggalkan residu kimia pada tanaman sehingga memberi dampak negatif terhadap kesehatan dan tidak ramah lingkungan (Dahlianah, 2012). Kesadaran masyarakat terhadap residu bahan kimia yang berbahaya dalam pertanian sehingga dibutuhkan pertanian organik sebagai solusinya. Menurut pendapat Mayrowani (2012) menjelaskan bahwa metode pertanian yang dikenal sebagai "pertanian organik" adalah metode yang ramah lingkungan karena hanya bahan-bahan alami yang digunakan dan tanpa bahan kimia sintetis. Untuk

menciptakan hasil yang sehat, bergizi, dan aman untuk dikonsumsi pada pertanian organik.

Dewasa ini mulai banyak dikenal oleh masyarakat pertanian organik berupa penggunaan pupuk organik cair (POC) yang digunakan dalam praktik hidroponik tanaman. Menurut Suhedi (1995) pupuk organik cair merupakan pupuk yang mudah larut dalam tanah dan mengandung unsur hara yang sangat penting bagi perkembangan tanaman. Di antara banyak manfaatnya adalah peningkatan struktur tanah, peningkatan kapasitas menahan air, dan penambahan unsur hara makro dan mikro (Elfarisna, 2015). Bahan organik yang digunakan untuk membuat pupuk organik cair biasanya berasal dari berbagai sumber limbah, seperti sisa hewan, tanaman, atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, atau limbah industri. Pengolahan berbagai limbah menjadi pupuk organik cair (POC) akan menjadi solusi bagi dampak lingkungan akibat limbah tersebut. Pupuk organik cair juga mendukung praktik pertanian organik dan menghasilkan bahan pangan yang berkualitas bebas residu pestisida.

Pupuk organik cair selain digunakan pada pertanian konvensional di lahan tanah dan juga mulai digunakan pada pertanian hidroponik yang dikelola secara organik. Susilo (2019) menggunakan POC urin kelinci untuk budidaya hidroponik tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada konsentrasi 20 ml/L yang diberikan dengan interval 6 hari sekali memberikan hasil pertumbuhan tertinggi pada berat segar tajuk, jumlah klorofil daun, volume akar, berat kering tajuk, jumlah klorofil daun, shoot root ratio, berat kering akar, berat segar akar, dan berat total tanaman. Ali (2020) menggunakan POC limbah cair ikan tuna pada konsentrasi 20 ml/L untuk budidaya hidroponik tanaman pakcoy mendapatkan hasil pertumbuhan

tertinggi pada jumlah daun, panjang akar, dan berat basah per tanaman. Menurut Jupry (2020) menggunakan pupuk organik cair limbah ampas tahu pada konsentrasi  $10 \text{ ml L}^{-1}$  untuk budidaya hidroponik tanaman sawi hijau yang memberikan hasil pertumbuhan tertinggi pada jumlah daun.

Berbagai sumber hara yang ada di alam dapat digunakan oleh masyarakat untuk diubah menjadi pupuk organik cair yaalah satunya adalah pupuk organik cair (POC) yang terbuat dari limbah ampas tahu dan memiliki unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Menurut Jumiati (2009) menyatakan bahwa kandungan ampas tahu setelah di fermentasi yaitu N 1,20%, P 0,10%, dan K 0,12%. Hal ini juga didukung dengan hasil penelitian Karimah (2022), setelah proses fermentasi ampas tahu menjadi pupuk organik cair memiliki C-organik 1,83% dan CN rasio sebesar 2.

Pupuk organik limbah ampas tahu dibuat dengan cara dilakukan proses fermentasi pada ampas tahu menggunakan bantuan mikroorganisme. Menurut Broto (2021) menjelaskan bahwa ampas tahu difermentasi dengan cara dicampurkan dengan beberapa bahan lainnya, seperti air, molase, dan EM4. Air dan molase di campurkan terlebih dahulu sebelum dicampurkan dengan EM4. Setelah pH ampas tahu netral atau sesuai, EM4 dihomogenkan dengan cara diaduk hingga merata. Selanjutnya ditutup dengan rapat dan ditunggu selama kurang lebih 15 hari. POC ampas tahu matang dapat ditandai dengan warna yang berubah menjadi kecoklatan, memiliki bau seperti tape, dan gas yang ada didalamnya berkurang.

Standar kadar bahan kimia dan pH yang terdapat dalam pupuk organik cair harus diperhatikan saat pembuatan pupuk tersebut. Departemen Pertanian Republik Indonesia telah menetapkan standar teknis pupuk organik cair pada tahun 2019.

Pada pupuk organik cair memiliki standar kualitas mutu dengan parameter meliputi N organik minimum 0,5%, C organik sebesar minimum 10%, rasio C/N sebesar 15-25%, zat hara makro (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) sebesar 2-6%, dan pH sebesar 4-9 .

Hidroponik merupakan kegiatan yang digunakan dalam pertanian yang menggunakan air atau media selain tanah. Dua komponen konsep hidroponik adalah NFT/air (*Nutrient Film Technique*) dan substrat. Budidaya tanaman menggunakan sistem hidroponik memiliki banyak kelebihan. Beberapa keunggulan yang dimiliki sistem hidroponik, antara lain produksi dan pertumbuhan tanaman lebih terjamin, perawatan lebih praktis, hama lebih terkendali, penggunaan pupuk lebih efektif, penggantian tanaman mati dengan yang baru lebih mudah, dan pengoperasiannya tidak memakan banyak tenaga karena metode kerja lebih efektif. Dibandingkan dengan pertanian berbasis tanah (konvensional), tanaman yang ditanam dalam sistem hidroponik dapat tumbuh lebih cepat, berkelanjutan, dan dengan hasil yang lebih besar. Selain itu harga jualnya juga lebih tinggi, tidak musiman, dan tidak ada risiko banjir, erosi, kekeringan atau ketergantungan cuaca, dan lahan yang terbatas dapat digunakan untuk menanam tanaman hidroponik (Roidah, 2014).

Hidroponik substrat adalah metode hidroponik sederhana yang banyak digunakan. Hidroponik ini tidak menggunakan tanah maupun air sebagai medianya, namun menggunakan media padat lainnya sebagai penopang berdirinya tanaman. Media padat selain tanah yang dapat menyediakan dan menyerap nutrisi, air, dan oksigen serta mendukung pertumbuhan akar. Macam-macam media yang dapat digunakan pada hidroponik sistem substrat yaitu gambut, arang sekam, pasir, serbuk gergaji, batu apung, *cocopeat* dan lain-lainnya (Lingga, 2009).

Penentuan media tanam yang tepat menjadi faktor penting bagi budidaya tanaman hidroponik. Menurut Susanto (2002) menjelaskan bahwa prinsip dasar media yang dapat digunakan sebagai media tanam hidroponik adalah dapat menyimpan nutrisi, air, oksigen, dan mendukung akar tanaman bertumbuh dengan baik. Dan media tanam juga harus memiliki drainase yang baik. Dan yang paling penting substrat yang digunakan sebagai media tidak mengandung zat racun. Media tanam yang tepat yaitu media yang dapat mempertahankan kelembapan secara optimal di sekitar tanaman.

Berdasarkan informasi di atas untuk mengetahui konsentrasi nutrisi dan jenis media tanam yang tepat, maka perlu adanya perbandingan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix dan jenis substrat yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dalam budidaya hidroponik sistem substrat dengan substrat arang sekam, *cocopeat*, dan pasir malang. Dalam penelitian ini menggunakan limbah ampas tahu yang difermentasi dengan EM4 selama 15 hari sebagai pupuk organik cair yang diaplikasikan pada tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) pada sistem budidaya hidroponik substrat. Dan menggunakan 3 jenis media substrat yaitu arang sekam, *cocopeat*, dan pasir malang untuk membandingkan pertumbuhan tanaman kale yang maksimal.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jenis substrat terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat ?

2. Bagaimana pengaruh kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat ?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat ?
4. Bagaimana keragaan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) yang diberi perlakuan jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix yang dibudidayakan dengan hidroponik sistem substrat ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang terdapat pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh jenis substrat terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat.
2. Mengetahui pengaruh kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat.
3. Mengetahui pengaruh interaksi antara jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat.
4. Mengetahui keragaan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) yang diberi perlakuan jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix yang dibudidayakan dengan hidroponik sistem substrat.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberi manfaat bagi :

1. Bagi instansi penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk menambahkan kepustakaan dan referensi.
2. Bagi ilmu pengetahuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi manfaat hidroponik sistem substrat pada pertumbuhan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*).
3. Bagi masyarakat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada petani perkebunan sayuran tentang pertumbuhan dan hasil tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) menggunakan hidroponik sistem substrat.
4. Bagi pendidikan ini diharapkan untuk digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran mata kuliah hortikultura.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah :

1. Pertumbuhan tanaman adalah bertambahnya ukuran tanaman sebagai tanda bertambahnya jumlah masa sel yang membelah pada tanaman yang diukur berdasarkan tinggi tanaman (cm), jumlah daun, luas daun (cm<sup>2</sup>), dan berat basah hasil panen (gr).
2. Keragaan tanaman adalah tanda-tanda morfologi yang menunjukkan gejala defisiensi yang mungkin terjadi sebagai akibat defisiensi unsur hara tertentu yang ditunjukkan dengan gambar.
3. Nutrisi yang digunakan pada penelitian ini yaitu pupuk organik cair yang terbuat dari limbah ampas tahu dan kombinasi ABmix dengan berbagai taraf.

4. Tanaman yang diamati pada penelitian ini adalah kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*).
5. Usia tanam kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) selama 60 HST

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Keislaman Tentang Air dan Tumbuhan

Semua makhluk hidup memiliki kebutuhan air yang sangat esensial. Manusia, hewan, tumbuhan, dan organisme lainnya membutuhkan air untuk keberlangsungan hidup. Tumbuhan menjadi salah satu makhluk hidup yang membutuhkan air untuk kehidupannya, bahkan dalam proses fotosintesis juga membutuhkan air sebagai bahan baku. Allah SWT berfirman dalam surat Luqman ayat 10 berikut ini:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَالْأَرْضَ فِي الْأَرْضِ رَواسِيَ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ رَوْحٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾

Artinya: *“Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik”*.

Surat Luqman ayat 10 di atas menjelaskan bahwa air yang diturunkan Allah SWT dari langit berguna untuk menumbuhkan berbagai tumbuhan di bumi. Air adalah salah satu komponen yang penting bagi perkecambahan tanaman. Adanya air menjadi faktor untuk pertumbuhan tanaman agar optimal. Dan menghasilkan tanaman-tanaman yang bermanfaat bagi makhluk hidup lainnya. Contohnya sebagai sumber makanan bagi manusia, hewan dan lain-lainnya. Semua ciptaan-Nya memiliki manfaatnya masing-masing dan tidak ada yang sia-sia. Pertumbuhan tanaman tersebut dapat berlangsung karena kehendak Allah untuk mengerakkan dan menghidupkan sel-sel yang ada didalam tanaman agar dapat

bertumbuh. Manusia juga berperan untuk menanam, memelihara, dan menjaga tanaman untuk tumbuh dan hidup. Salah satu tanaman yang memiliki banyak manfaat yaitu kale (*Brassica oleracea var. Achepala*).

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir menjelaskan terkait penggalan ayat ﴿وَأَنْزَلْنَا﴾ ﴿مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ﴾ yang bermakna Allah menurunkan air hujan dari langit untuk membudidayakan berbagai tanaman yang baik dan indah dipandang. Dan bermanfaat bagi makhluk hidup lainnya, termasuk manusia (Abdullah, 2004). Pada sistem hidroponik, air digunakan untuk mengatasi kekurangan lahan pertanian saat ini, sebagai media pengganti tanah. Alih fungsi lahan pertanian ke arah pembangunan infrastruktur, industri, dan perumahan merupakan salah satu unsur penyumbang penurunan jumlah lahan pertanian yang tersedia. (Apriliani, 2021). Dan kunci dalam keberhasilan budidaya hidroponik dibagi menjadi tiga unsur utama yaitu terdiri dari air, cahaya, dan nutrisi (Sholihat *et. al*, 2018). Salah satu tanaman yang dapat dibudidayakan secara hidroponik yaitu kale (*Brassica oleracea var. Achepala*).

Sebagaimana salah satu hadist Rasulullah yang menganjurkan menanam tumbuhan dan manfaatnya. Dari Jabir bin Abdullah *Rodhiyallohu 'Anhu* bercerita bahwa Rasulullah *Shallahu 'Alaihi Wa Sallam* bersabda:

صَدَقَّةٌ لَهُ فَهُوَ الطَّيْبُ أَكَلْتِ مَا وَ صَدَقَّةٌ لَهُ مِنْهُ سُرِقَ مَا وَ صَدَقَّةٌ لَهُ مِنْهُ أُكِلَ مَا كَانَ إِلَّا عَرَسًا يَغْرَسُ مُسْلِمٌ مِنْ مَا  
صَدَقَّةٌ لَهُ كَانَ إِلَّا أَحَدٌ يَرِزُوهُ لَا وَ

Artinya : “Tidaklah seorang muslim menanam suatu pohon melainkan apa yang dimakan dari tanaman itu sebagai sedekah baginnya, dan apa yang dicuri dari tanaman tersebut sebagai sedekah baginya dan tidaklah kepunyaan seorang itu dikurangi melainkan menjadi sedekah baginya.” (HR. Imam Muslim Hadits no. 1552).

Hadist diatas menjelaskan bahwa tanaman yang ditumbuhkan oleh Allah memiliki manfaat yang banyak. Selain sebagai sumber makanan untuk menambah energi atau nutrisi tubuh baik hewan ataupun manusia, tanaman yang di tanam oleh manusia juga dapat menjadi pahala baginya. Dari tanaman tersebut dapat menjadi sedekah bagi yang menanamnya karena memiliki manfaat bagi yang lainnya, salah satunya sebagai makanan. Menurut Nurdianna (2018), budidaya tanaman atau yang dapat disebut bertani merupakan sektor yang luar meliputi kebutuhan manusia sampai ketahanan sebuah negara tahu peradaban. Dari zaman terdahulu ilmu pertanian berkembang hingga saat ini. Di zaman nabi dan para sahabat juga banyak dijelaskan tentang bercocok tanam atau pertanian. Seiring zaman ilmu petanian semakin maju dengan ide-ide meningkatkan produksi tanpa merusak alam.

## **2.2 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Kale**

Menurut Pasaribu (2009), Tanaman kale diklasifikasikan menjadi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Cruciferales

Famili : Cruciferae

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica oleracea var. Acephala*

Umumnya sayuran kale dibudidayakan di wilayah Eropa Tengah, Eropa Utara, dan Amerika Utara (Neugart, 2012). Menurut Lawrence (1964) menjelaskan

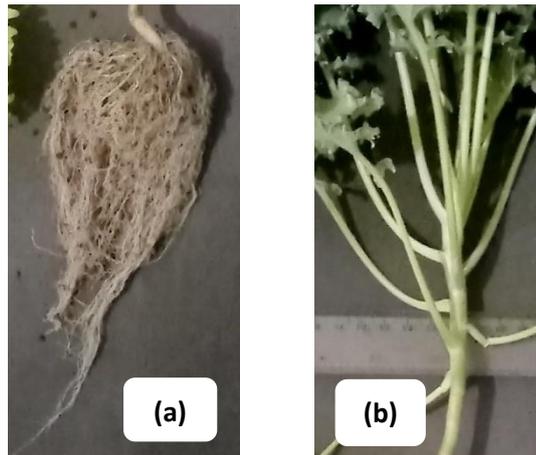
bahwa kale berasal dari kubis liar yang tumbuh disepanjang pantai Inggris, pantai Laut Tengah, Denmark, dan sebelah Utara Perancis Barat. Menurut Arifin (2016), yaitu diantaranya *B. oleracea* kelompok italic (brokoli), *B. oleracea* kelompok alboglabra (kalian), *B. oleracea* kelompok capitata dan lain-lainnya.



**Gambar 2.1 Tanaman Kale (dokumen pribadi, 2022)**

Akar tanaman kale memiliki akar tunggang dengan dengan akar serabut yang banyak. Panjang akar tunggang kale dapat mencapai 40 cm. Sedangkan akar serabut kale memiliki panjang mencapai 25 cm (Pracaya, 2005).

Batang tanaman kale merupakan batang sejati yang tidak keras, beruas-ruas, tegak, berwarna hijau muda, dan berdiameter 3-4 cm (Pracaya, 2005). Walaupun kale berasal dari kubis liar, kale memiliki bentuk batang yang beruas panjang. Sedangkan kubis liar memiliki batang yang berbentuk roset (ruas batang rapat) (Lawrence, 1964).



**Gambar 2.2 Akar dan Batang Tanaman (dokumen pribadi, 2022)**

Tanaman kale mempunyai daun tebal, datar, keras, mengkilap, letaknya berseling, dan berwarna hijau kebiruan. Daunnya berbentuk roset, melebar dan panjang seperti caisim. Selain itu warna daunnya mirip dengan daun kembang kol. Sayuran ini memiliki permukaan daun yang lebar dan rata. Beberapa varietas dibedakan dengan memiliki daun yang tersusun secara spiral yang selalu tumpang tindih di puncak cabang tanpa batang (Rubatzky, 1998). Bentuk daun sayuran kale yaitu daunnya tidak datar kurang lebih besar dengan lembaran yang dibengkokkan, dilipat berkali-kali, dan ikal bergelombang sehingga disebut kale keriting (Helm, 1963).



**Gambar 2.3 Daun tanaman kale keriting (dokumen pribadi, 2022)**

Bunga kale lebih banyak memiliki warna kuning namun juga ada yang berwarna putih. Bunga tanaman ini memiliki enam benang sari dengan dua lingkaran. Dibagian lingkaran dalam terdapat enam benang sari dan sisanya berada di lingkaran luar (Sunarjono, 2003). Buah kale memiliki bentuk seperti polong, ramping berisi dan panjang. Dan biji kale berwarna coklat kehitaman berbentuk bulat. Biji ini yang akan digunakan sebagai benih perbanyakan tanaman (Rukmana, 2005).

### **2.3 Manfaat dan Kandungan Kale**

Kale sangat cocok untuk dimasak menjadi berbagai masakan seperti makanan sup/berkuah bisa juga dimakan mentah sebagai lalapan dan salad. Sayuran ini juga dapat diolah sebagai minuman seperti smoothies dan jus (Fajri, 2018). Kale dapat menjadi makanan sehat yang mengenyangkan karena kandungan karbohidratnya (Migliozzi *et. al*, 2015).

Kale juga disebut sebagai ratu sayur dunia karena mengandung banyak nutrisi di dalamnya seperti zat anti kanker (sulphoraphane) yang dapat muncul ketika sayuran dipotong. Kale juga memiliki kandungan zeaxhantin, vitamin beta karoten, lutein, dan flavanoid yang lebih tinggi dari sayuran lainnya (Korus, 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Krumbein (2010), menjelaskan bahwa kale mengandung flavonoid yang terdiri dari kuersetin, kaempferol dan isorhamnetin. Sayuran kale kaya dengan serat makanan yang berpotensi dapat mengurangi risiko penyakit seperti diabetes, kanker, obesitas, dan jantung (Migliozzi *et. al*, 2015). Kale kaya akan antioksidan yang terdiri dari vitamin C, vitamin E, dan karotenoid. Vitamin C yang tinggi pada kale menjadi kelebihan bagi tanaman ini yang dapat mencapai 109,43 mg/100 g kale (Acikgoz, 2011). Sayuran kale mengandung

kalium, kalsium, mangan, vitamin A dan zat besi (Agustin, 2018). Dan juga mengandung protein, lemak, potasium, sulfur, dan tiamin dalam 100 gram kale (Rana, 2007).

## **2.4 Hidroponik Tanaman Sayuran**

Istilah "hidroponik" berasal dari kata Yunani "hydroponick", yang menggabungkan istilah "hydro" yang berarti air dan "onos" yang berarti kerja. Hidroponik adalah praktik menanam tanaman di air. Pada umumnya media tanah digunakan untuk membudidayakan tanaman. Namun dalam hidroponik, nutrisi dimasukkan ke dalam air sebagai media dan digunakan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman (Jones, 2005). Rumah kaca. (*green house*) biasanya digunakan untuk pertumbuhan tanaman hidroponik. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan perkembangan tanaman yang ideal sekaligus melindunginya dari pengaruh faktor lingkungan seperti cuaca, hujan, hama, penyakit, dan faktor lainnya (Roidah, 2014).

Kelebihan dari sistem hidroponik yaitu dapat diusahakan di kota, di desa, lahan terbuka atau diatas bangunan sekalipun seperti apartemen. Sistem hidroponik dapat dilakukan tanpa mengenal musim atau sepanjang tahun. Perawatan tanaman dengan sistem ini lebih mudah dan lebih cepat matang karena serangan hama dan penyakit relatif kecil, media tanamnya steril, budidayanya relatif bersih, dan tanaman terlindung dari hujan. Tanaman hidroponik lebih vigor, lebih sehat, dan produktivitasnya lebih tinggi (Hartus, 2008). Pada kepadatan tinggi dan kadar garam mineral yang rendah tanaman dapat tumbuh karena garam mineral tidak diresap/tidak larut dalam tanah. Selain itu kelebihan pada sistem ini yaitu pemakaian air lebih efisien, pemakaian pupuk lebih hemat, lingkungan kerja lebih

bersih, kontrol air, tenaga kerja yang diperlukan lebih sedikit, hara dan pH lebih teliti (Istiqomah, 2007).

Sistem hidroponik dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan jenis media dan sistem irigasi. Berdasarkan jenis media hidroponik dibagi menjadi dua yaitu *root system* (kultur air) dan *agregate culture* (kultur substrat). Hidroponik sistem kultur air dibagi lagi menjadi beberapa bagian yang terdiri dari *Deep Water Culture* (DWC), *Floating Hydroponic System* (FHS) atau sistem rakit apung, *Nutrient Film Technique* (NFT), *Deep Floating Technique* (DFT), *Ebb and Flow* atau sistem pasang surut dan aeroponik. Sedangkan hidroponik sistem kultur substrat misalnya *sand culture* (media pasir), *coco coir culture* (media sabut kelapa), *gravel culture* (media kerikil), *sawdust culture* (media serbuk gergaji), *rockwool culture* (media rockwool), dan lain-lainnya. Dan berdasarkan sistem irigasinya hidroponik dibagi menjadi dua yaitu sistem terbuka dan tertutup (Aini, 2018).

## **2.5 Hidroponik Substrat**

Hidroponik substrat adalah metode yang menggunakan media padat pada substrat porous dengan diberi larutan nutrisi sehingga tanaman memiliki cukup oksigen, air, dan nutrisi untuk pertumbuhannya. (Nelson, 2009). Karakteristik hidroponik substrat yaitu tanaman ditanam dalam wadah dengan media yang bersifat porous, dijaga tetap tegak dengan benang, tali, atau ajir, larutan nutrisi diteteskan ke dalam media dan dibiarkan menyebar dan merembes keluar wadah, serta penggunaan air dan nutrisi secara proporsional. Selain itu nutrisi yang relatif efisien karena pupuk dan air ekstra serta didaur ulang atau dikompresi menjadi ukuran sekecil mungkin (Tanjung, 2007).

Media tanam menjadi salah satu faktor penting dalam budidaya tanaman hidroponik substrat. Menurut Wijayanti (2013) menjelaskan bahwa pertumbuhan yang optimal pada tanaman membutuhkan media tanam yang ringan, memiliki porositas dan aerasi yang baik. Hal tersebut bertujuan agar mampu menjaga kelembaban, menyimpan air, dan akar tanaman kuat dan tidak mudah rusak. Media tanam hidroponik substrat yang paling banyak digunakan yaitu arang sekam, *cocopeat*, dan rockwool.

Hidroponik substrat dapat menggunakan bahan anorganik atau organik sebagai media tanam. Media tanam anorganik adalah media yang sebagian besar komponennya terdiri dari benda mati, berpori makro yang seimbang, aerasi yang baik, menyediakan nutrisi ke tanaman, dan tidak mengalami pelapukan jangka pendek. Media tanam anorganik terbagi beberapa macam, antara lain kerikil, pasir malang, batu sungai, kerikil sintetik, spon, bata pecah/ubin, zeolit, serabut batuan (rockwool), batu apung, dan perlit. (Israhadi, 2009).

Bahan tumbuh yang bersifat organik (media tanam organik) terbuat dari unsur-unsur makhluk hidup. Seresah, arang sekam, daun, bunga, batang, buah, *cocopeat*, dan kulit kayu adalah contoh komponen tumbuhan yang dapat digunakan sebagai media tanam. Dibandingkan dengan media tanam anorganik, media tanam organik lebih baik. Hal ini disebabkan distribusi pori-pori makro dan mikro yang hampir merata pada media organik. sehingga menghasilkan sirkulasi udara yang cukup baik dan daya serap udara yang tinggi (Sukawati, 2010). Arang sekam, *cocopeat*, dan rockwool adalah bahan tanam yang paling populer dan banyak digunakan.

Gustia (2013) menjelaskan media arang sekam berasal dari sekam padi yang telah melalui proses pembakaran yang tidak sempurna. Pembuatan arang sekam dapat dilakukan dengan membakar atau menyangrai sehingga menjadi media steril. Kelebihan arang sekam adalah memiliki sifat fisik dan kimia yang dapat memperbaiki tanah dan melindungi tanaman. Warna hitam dari arang sekam berasal dari proses pembakaran yang tidak sempurna dan bukan abu sekam yang berwarna putih. Sekam padi memiliki karakteristik aerasi dan drainasi yang baik.

Komposisi terbanyak yang ada di dalam arang sekam yaitu 52% SiO<sub>2</sub> dan 31% C. Dan terdapat beberapa komponen lainnya yaitu K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu, CaO, MgO, dan MnO dengan jumlah relatif kecil serta bahan organik lainnya. Ciri-ciri arang sekam yaitu sangat ringan dan kasar sehingga sirkulasi udara yang tinggi. Kemudian dapat menahan air dengan kapasitas yang tinggi, banyak pori, pH tinggi (8,5-9,0). Warna hitamnya sehingga berguna untuk mengabsorpsi sinar matahari secara efektif, dan dapat menghilangkan pengaruh penyakit khususnya bakteri dan gulma (Istiqomah, 2007).



**Gambar 2.4 Arang Sekam (Moesa,2016)**

*Cocopeat* adalah media tanam yang berasal dari bahan organik. Serbuk sabut kelapa digunakan untuk membuat media *cocopeat*. Terkadang arang sekam

juga ditambahkan atau dicampurkan dengan *cocopeat*. Selain memiliki sifat yang ramah lingkungan, *cocopeat* juga memiliki daya serap air yang tinggi (Sani, 2015). *Cocopeat* juga dapat menyimpan dan mengikat air dengan kuat (Dalimoenthe, 2013). Kelebihan media *cocopeat* adalah frekuensi pemupukan dapat dikurangi, menyimpan air yang mengandung unsur hara, dan menampung air di dalam pori-pori sehingga menyimpan pupuk cair. Selain itu di dalam *cocopeat* mengandung unsur hara yang berasal dari alam dan sangat dibutuhkan oleh tanaman, daya serap yang tinggi pada air bagus untuk pembibitan karena menunjang pertumbuhan akar, pH netral dan menggemburkan tanah (Agoes, 2010). Media tanam *cocopeat* memiliki beberapa unsur hara esensial yaitu kalium (K), kalsium (Ca), fosfor (P), natrium (N), magnesium (Mg) (Muliawan, 2009).



**Gambar 2.5 Media Cocopeat (Khomsah, 2021)**

Pasir yang berasal dari lava gunung berapi merupakan pasir Malang. Sifat pasir ini memiliki rongga-rongga halus sehingga ringan dan sangat porous. Selain itu pasir ini mudah basah namun juga mudah kering (Purwanto, 2006). Ciri-ciri pasir Malang yang baik adalah memiliki tekstur halus dan seragam. Maka dari itu sebelum digunakan pasir ini sebaiknya dilakukan proses penyaringan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan pasir Malang yang seragam.

(Sukawati, 2010). Keunggulan media pasir adalah mudah diperoleh, harga tergolong sedang, dan dapat digunakan secara berulang kali setelah dibersihkan lagi. Media pasir biasanya digunakan untuk membudidayakan tanaman selada, kangkung, sawi, dan masih banyak lainnya secara hidroponik (Wahyuningsih, 2016).

Warman (2016) menggunakan media tanam arang sekam padi untuk budidaya hidroponik tanaan sawi (*Brassica juncea* L.) yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada lebar daun, jumlah daun, berat per sempel dan berat per plot. Menurut Nurjamah (2022) menggunakan media tanam *cocopeat* untuk budidaya hidroponik tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun dan tinggi tanaman. Menurut Mas'ud (2009) menggunakan media tanam pasir dengan kombinasi nutrisi buatan untuk budidaya hidroponik tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) memberkan hasil pertumbuhan terbaik pada luas daun, panjang akar, berat kering tajuk, berat segar tajuk, tinggi tanaman dan jumlah daun (7MST).



**Gambar 2.6 Pasir Malang (dokumen pribadi, 2022)**

## 2.6 Penggunaan Pupuk Kimia dan Pupuk Organik Cair untuk Hidroponik

Penggunaan dan pemberian nutrisi pada budidaya tanaman hidroponik lebih efisien. Nutrisi menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan dalam sistem hidroponik. Larutan Hoagland menjadi larutan pertama atau sebagai pedoman bagi larutan nutrisi lainnya untuk hidroponik hingga saat ini. Menurut Setianingrum (2017), larutan Hoagland adalah larutan yang memiliki unsur esensial yang diperlukan tanaman. Menurut Epstein (1972) menjelaskan bahwa larutan Hoagland dapat menjadi solusi dalam mengatasi kekurangan unsur hara karena memiliki kandungan unsur hara makro (N, P, K, Ca, S, dan Mg) dan mikro (Cl, B, Mn, Zn, Cu, Mo, dan Fe) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Larutan nutrisi hidroponik di pasaran memiliki berbagai jenis yang telah dimodifikasi berdasarkan larutan Hoagland. Terdapat banyak jenis larutan nutrisi yaitu ABmix, ABmix Hydro J, pupuk lewatir HD-5, Nutrimax, POC Margaflo, nutrisi hidroponik anorganik dan gandasil D, pupuk NPK, NutriNik Ijo nutrisi hidroponik ABmix sayuran daun dan lain-lainnya. Menurut Pang *et al.* (2008), larutan nutrisi yang digunakan berasal dari pupuk anorganik yang mengandung garam-garam mineral. Larutan nutrisi yang biasanya digunakan di masyarakat berasal dari racikan pupuk standar hidroponik seperti ABmix. ABmix memiliki kandungan unsur hara yang lengkap dan komposisi yang tepat. Menurut Iqbal (2016) menjelaskan bahwa terdapat 16 unsur hara yang dibutuhkan tanaman pada nutrisi ABmix yaitu terdiri dari unsur hara makro (N, P, K, Mg, Ca, S), unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo), dan unsur H, C, O yang tersedia dari udara dan air. Jika ketersediaan unsur hara makro dan mikro tidak lengkap akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhambat.

Budidaya tanaman hidroponik secara komersial biasanya menggunakan larutan nutrisi atau larutan hara standar yaitu pupuk ABmix. Pupuk ABmix adalah larutan nutrisi yang berasal dari larutan hara stok A yang didalamnya mengandung unsur hara makro dan stok B yang di dalamnya mengandung unsur hara mikro. Unsur hara makro pada larutan A terdiri dari kalsium nitrat, dan Fe EDTA. Sedangkan unsur hara mikro pada larutan B terdiri dari magnesium, asam borat, sulfat, fosfat, dan hara mikro lainnya (Liferdi, 2016). Berdasarkan hasil penelitian dari Indrawati (2012) menjelaskan bahwa Penggunaa nutrisi ABmix lebih dari 5 ml.l<sup>-1</sup> akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan meningkatkan kandungan gula pada tanaman.

**Tabel 2.1 Kandungan Unsur Hara ABmix (Syariefa, 2015)**

<b>Elemen</b>	<b>Bentuk Ion yang Diserap</b>	<b>Batasan Umum (ppm=mg/L)</b>
Fosfor	2PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , O <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	30-50
Potassium	K <sup>+</sup>	100-300
Kalsium	Ca <sup>2+</sup>	80-140
Nitrogen	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	100-250
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	30-70
Sulfur	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	50-120
Besi	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	1,0-3,0
Tembaga	Cu <sup>2+</sup>	0,08-0,2
Mangan	Mn <sup>2+</sup>	0,5-1,0
Zinc	Zn <sup>2+</sup>	0,3-0,6
Molibdenum	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,04-0,08
Boron	BO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , BO <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	0,2-0,5
Klorida	Cl <sup>-</sup>	<75
Sodium	Na	<50

Pupuk kimia memiliki kelemahan yang dapat ditimbulkan yaitu penggunaan pupuk kimia yang terserap tidak semuanya ikut dalam proses reaksi metabolisme di dalam tumbuh-tumbuhan. Residu bahan kimia tersebut akan berpengaruh terhadap kandungan sayuran sehingga membahayakan kesehatan pangan yang akan di konsumsi oleh masyarakat (Cholvistaria, 2021). Kesadaran masyarakat terhadap residu bahan kimia yang dapat menimbulkan bahaya dalam pertanian menjadikan pertanian organik sebagai solusi yang tepat. Penggunaan pupuk organik cair dapat menggantikan pupuk kimia pada pertanian. Menurut Mufida (2013), pupuk organik cair merupakan jenis pupuk yang berbentuk cair atau tidak padat dan mudah larut ke dalam tanah dan membawa unsur-unsur yang penting bagi pertumbuhan tanaman.

Laksono (2020) menggunakan ABmix pada konsentrasi 5 ml/L untuk budidaya hidroponik tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea L. var. Botrytis, subvar. Cauliflora DC*) yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada berat basah tanaman. Menurut Manurung (2020) menggunakan pupuk gandasil D dengan konsentrasi 3 g/L untuk budidaya hidroponik tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena kj Voss*) yang memberikan hasil pertumbuhan tertinggi pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah. Menurut Maitimu (2018) menggunakan pupuk ABmix pada konsentrasi 14 ml L<sup>-1</sup> untuk budidaya hidroponik tanaman kubis bunga (*Brassica juncea var. botrytis L.*) yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, berat per sampel dan bobot segar tanaman. Menurut Sarida (2021) menggunakan pupuk gandasil-D pada konsentrasi 6 gram/L untuk budidaya hidroponik tanaman pakcoy yang

memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun, tinggi tanaman, dan berat segar tanaman.

Penguraian bahan organik yang diambil dari limbah kaya nutrisi seperti sisa tanam, kotoran hewan dan manusia menjadi bahan pembuatan pupuk organik cair. Pupuk organik cair memiliki bahan pengikat yang mana apabila diaplikasikan pada permukaan tanah akan digunakan tanaman secara langsung. Beberapa jenis pupuk organik, antara lain pupuk cair, sisa padatan dan cairan dari pembuatan biogas, dan pupuk cair yang terbuat dari sampah/limbah organik. (Hadisuwito, 2007).

Keunggulan pupuk organik cair yaitu mengandung hara yang mudah diserap oleh tanaman. Selain itu memiliki harga yang ekonomis serta mudah diaplikasikan (Salpiyana, 2019). Hadisuwito (2007) menjelaskan keunggulan pupuk organik cair yaitu secara cepat dapat menangani defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara serta menyediakan hara secara cepat. Dibandingkan dengan pupuk anorganik cair, pupuk organik cair memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini karena pupuk organik cair tidak merusak tanah dan tanaman meskipun digunakan berulang kali.

**Tabel 2. 2 Standar Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan SNI 19-7030-2004**

No.	Parameter	SNI
1.	N	>0,20%n
2.	P	>0,10%a
3.	K	>0,20%i
4.	C	9,80-32,00l%
5.	C/N	11-30a
6.	Ph	6,8-7,4k

Limbah adalah bahan sisa dari proses manufaktur seperti rumah tangga, industri, pertanian, peternakan, pertambangan, dan lainnya. Limbah terbagi menjadi dua kategori berdasarkan komposisinya yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Apabila diolah menjadi pupuk organik, limbah tersebut mengandung hara yang tinggi yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Limbah organik adalah limbah yang cepat terurai dan sempurna melalui proses biologis (aerobik/anaerobik). Misalnya sisa makanan, potongan kayu, sayur-sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. ketika limbah organik membusuk atau terurai dan pelapukan (dekomposisi) akan menjadi bahan kecil yang berbau menyengat. (Latifah, 2011).

Moi (2015) menggunakan POC eceng gondok pada konsentrasi 40% untuk budidaya hidroponik tanaman sawi yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun, tinggi tanaman, berat kering dan berat basah tanaman. Menurut Aisyah (2011) menggunakan POC urin sapi pada konsentrasi 45% yang diberikan interval 2 hari untuk budidaya hidroponik tanaman sawi memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada bobot kering dan basah tajuk tanaman. Menurut Arinong (2011) menggunakan POC kotoran sapi pada konsentrasi 75 ml untuk budidaya hidroponik tanaman sawi yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun, tinggi tanaman, hasil produksi tanaman. Menurut Hairuddin (2019) menggunakan POC kotoran kambing pada konsentrasi 250 ml/L tanaman yang diberikan interval 1 minggu untuk budidaya hidroponik tanaman seledri yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada jumlah daun dan tinggi tanaman.

## 2.7 Penggunaan Limbah Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair

Tahu merupakan produk olahan biji kedelai yang banyak dikenal masyarakat. Kedelai menjadi bahan baku pembuatan tahu yang mana adalah jenis tanaman yang banyak mengandung protein, kalori, vitamin B, dan kaya akan mineral. Limbah tahu terbagi menjadi dua yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah padat dihasilkan dari proses pembuatan tahu dalam tahap penyaringan. Sedangkan limbah cair dihasilkan dari proses perendaman, pencucian, penggumpalan, dan percetakan (Anugrah, 2021).

Limbah tahu berasal dari proses produksi tahu yang mana dibagi menjadi dua jenis yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah padat ampas tahu biasanya digunakan lagi sebagai pakan ternak. Sedangkan limbah cair tahu hasil produksi kebanyakan langsung dibuang ke saluran pembuangan tanpa adanya pengolahan. Limbah cair yang dibuang akan berpotensi mencemari lingkungan sekitarnya. Hal ini disebabkan di dalam limbah cair tahu terdapat kandungan protein dan senyawa karbohidrat yang dapat terfermentasi sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap (Handayani, 2018). Komposisi gizi yang terkandung dalam ampas tahu dalam bentuk kering menurut Arbaiyah (2003) yaitu 5,6 g protein, 2,1 g lemak, 8,1 g karbohidrat, 460 mg kalsium, 1,0 mg besi, 1,0 SI vitamin A, 0,7 mg vitamin B1, dan 84,1 g air dalam 100 gram.

Limbah padat atau ampas tahu berasal dari proses pengepresan sisa bubur kedelai. Jika tidak segera digunakan ampas tahu akan cepat berbau busuk dan basi. Setelah 12 jam, aroma ampas tahu akan berubah. (Suprapti, 2005).



**Gambar 2. 6 Limbah Ampas Tahu (Sunartaty, 2021)**

Pupuk organik cair dibuat dari unsur organik yang sebelumnya telah difermentasikan menjadi larutan. Setiap prosedur yang digunakan untuk membuat produk dari budidaya mikroorganisme dikenal sebagai fermentasi (Hidayanto, 2017). EM4 merupakan mikroorganisme yang dapat dimasukan dan digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan pupuk. Pupuk organik yang difermentasi menggunakan larutan EM4 (Effective Microorganism 4) dapat bermanfaat untuk menyuburkan tanah. Selain untuk mengurangi perkembangan patogen di dalam tanah, hal tersebut juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Penguraian bahan organik lebih cepat dengan penambahan EM4 pada proses fermentasi dibandingkan dengan tidak ditambahkan EM4 pada proses fermentasi (Windusari, 2012). Menurut Aliyenh (2015) proses pembuatan POC limbah tahu dalam penelitiannya menggunakan bantuan mikroorganisme EM4 dalam proses fermentasinya selama 15 hari.

Menurut Saptorini (2021) menggunakan POC limbah tahu pada konsentrasi 20% untuk budidaya hidroponik tanaman sawi (*Brassica chinensis* L.) yang memberikan hasil pertumbuhan tertinggi pada berat basah tanaman. Menurut Ma'ruf (2021) menggunakan POC limbah cair tahu pada konsentrasi 10% untuk budidaya hidroponik tanaman kubis bunga yang memberikan hasil pertumbuhan

tertinggi pada diameter kubis, bobot kubis bunga, dan bobot kubis bunga tanpa daun tanaman. Menurut Rahmawati (2018) menggunakan POC limbah tahu pada konsentrasi 300 ml untuk budidaya hidroponik tanaman seledri (*Apium graveolens L.*) memberikan hasil pertumbuhan tertinggi pada jumlah daun dan tinggi tanaman. Menurut Jatsiyah (2020) menggunakan POC limbah industri tahu pada konsentrasi 75% untuk budidaya hidroponik tanaman bibit kopi robusta memberikan hasil pertumbuhan tertinggi pada tinggi bibit, panjang akar, jumlah daun, berat kering bibit, dan berat basah tanaman.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor sebagai berikut:

Faktor A adalah jenis media substrat (M) yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Media arang sekam (M1)
2. Media *cocopeat* (M2)
3. Media pasir Malang (M3)

Faktor B adalah konsentrasi nutrisi (N) yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. 10 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix (N1)
2. 20 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix (N2)
3. 30 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix (N3)
4. 20 ml/L POC ampas tahu (N4)
5. 5 ml/L ABmix (N0)

Kedua faktor diatas menghasilkan 15 kombinasi penelitian dan diulang sebanyak 3 kali ulangan. Sehingga total semua didapat sebanyak 45 percobaan. Sehingga diperoleh seperti berikut.

**Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Media Tanam dan Konsentrasi Nutrisi**

No.	Media Tanam	Konsentrasi Nutrisi				
		N0	N1	N2	N3	N4
1.	M1	M1N0	M1N1	M1N2	M1N3	M1N4
2.	M2	M2N0	M2N1	M2N2	M2N3	M2N4
3.	M3	M3N0	M3N1	M3N2	M3N3	M3N4

Keterangan:

M1 : Media arang sekam

M2 : Media *cocopeat*

M3 : Media pasir Malang

N0 : Konsentrasi 5 ml/L ABmix

N1 : Konsentrasi 10 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix

N2 : Konsentrasi 20 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix

N3 : Konsentrasi 30 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix

N4 : Konsentrasi 20 ml/L POC ampas tahu

U1 : Ulangan 1

U2 : Ulangan 2

U3 : Ulangan 3

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas meliputi : jenis substrat yaitu arang sekam, *cocopeat*, dan pasir malang. Dan jenis kombinasi nutrisi yaitu komposisi POC (pupuk organik cair)

ampas tahu dan ABmix adalah, 10 ml/L + 2,5 ml/L, 20 ml/L+ 2,5 ml, 30 ml + 2,5 ml/L, 20 ml/L POC ampas tahu, dan 5 ml/L AB mix (kontrol).

2. Variabel terikat yaitu pertumbuhan tanaman terdiri atas tinggi tanaman (cm), jumlah daun, luas daun (cm<sup>2</sup>), bobot basah hasil panen, dan keragaan tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*).

### **3.3 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Green House Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium UPT PATH Bedali Lawang, pada bulan September-November 2022.

### **3.4 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.4.1 Alat Penelitian**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah polybag 30 x 30 cm 45 buah, nampan 45 buah, pegaduk 1 buah, pH meter 1 buah, TDS meter 1 buah, galon 1 buah, kertas label 45 lembar, penggaris 1 buah, gelas ukur 1000 ml 1 buah, gelas ukur 50 ml 1 buah, gelas ukur 10 ml 1 buah, timbangan digital 1 buah, ember 1 buah, kamera 1 buah, dan 1 set alat tulis.

#### **3.4.2 Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini benih kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*), ampas tahu 6 kg, EM4 150 ml, gula pasir 450 gram, air 15 L, NaOH, ABmix, pestisida organik sistematis, arang sekam, *cocopeat*, dan pasir Malang.

### 3.5 Prosdur Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan Pupuk Organik Cair Ampas Tahu

- Penyiapan Bahan dan Alat

Bahan utama berupa ampas tahu yang diambil dari pabrik tahu di Malang. Pembuatan pupuk organik cair ampas tahu dalam penelitian ini dilakukan dengan skala kecil untuk kebutuhan penelitian. Terdiri dari 6 kg ampas tahu, 15 L air, 150 ml EM4, dan 450 gram gula pasir. Peralatan yang digunakan yaitu galon, pengaduk, dan timbangan. Menurut Kusumaningtyas (2015), dosis EM yang digunakan untuk membuat pupuk organik dari limbah cair tahu sebesar 10 ml setiap 1 liter limbah cair tahu.

- Pembuatan Molase

Molase dibaut dengan cara menambahkan gula sebanyak 450 gram dalam air dan diaduk hingga larut secara merata. Menurut Huda (2020), Cairan molase digunakan sebagai asupan nutrisi bagi bakteri pada saat proses pembuatan pupuk cair. Perbandingan yang digunakan antara gula dan aquades yaitu 1 : 1 yaitu 1500 gram gula dalam 1500 ml aquades (Huda, 2020).

- Fermentasi POC Ampas Tahu

Pembuatan 15 L POC ampas tahu dilakukan dengan cara 15 L air ditambahkan dengan ampas tahu sebanyak 6 kg, molase yang telah disiapkan dan diaduk hingga merata. Lalu dilakukan pengukuran pHnya, diupayakan pH berada pada kisaran Ph 6,5-7,5. Setelah pH optimal masukkan EM4 sebanyak 150 ml dan diaduk hingga merata.

- Pengontrolan pH

Pengontrolan pH dilakukan setiap 24 jam sekali menggunakan pH meter. Apabila terjadi penurunan pH maka ditambahkan NaOH hingga kembali ke pH optimal. Sebaliknya bila pH terlalu basa ditambahkan HCl sampai pH optimal kembali. Sebaiknya ditambahkan lagi EM4 dengan volume yang sama. Pengontrolan ini dilakukan hingga proses fermentasi selesai yang memiliki indikator yang ditandai dengan tidak mengeluarkan gas, gejala tumbuhnya jamur, berwarna kecoklatan, memiliki bau seperti tape, tekstur cair, dan memiliki pH antara 4-9. Masa fermentasi pupuk organik cair ampas tahu dilakukan selama kurang lebih 15 hari.

- Pengamatan Kandungan Nutrisi POC

Pengamatan kadar nutrisi POC dilakukan dengan cara pengujian kandungan POC ampas tahu yang telah matang di laboratorium UPT PATH Bedali Lawang dan laboratorium Sentral UMM. Beberapa metode yang digunakan dalam pengujian kandungan yaitu metode destilasi destruksi, spektrofotometer, titrasi dan perhitungan manual.

### **3.5.2 Persiapan Media Tanam**

Perisapan pertama yaitu menyiapkan hidroponik sistem substrat yang akan digunakan yaitu substrat. Peralatan yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu agar terhindar dari bibit penyakit tanaman. Media yang digunakan adalah arang sekam, *cocopeat*, dan pasir Malang. Untuk media pasir dilakukan pensterilan terlebih dahulu dengan cara dicuci bersih menggunakan air dan ditiriskan. Kemudian media yang telah tersedia diisikan ke dalam polybag dengan ukuran diameter 30 cm.

Selanjutnya diberi keterangan dengan cara memberi label pada setiap polybag sesuai dengan perlakuan.

### **3.5.3 Penanaman**

Penanaman kale dilakukan dengan cara memuat lubang pada setiap polybag yang telah berisi media. Kemudian setiap lubang diisi dengan benih kale 2-3 biji dan ditutup kembali dengan media di atasnya. Media yang digunakan adalah arang sekam, *cocopeat*, dan pasir Malang.

### **3.5.4 Pemeliharaan dan Pemberian Nutrisi**

Pemeliharaan tanaman kale dilakukan dengan mengontrol larutan nutrisi pada penampung larutan di bawah polybag tanaman. Pengontrolan dengan melihat volume larutan, pH dan konsentrasi nutrisi yang dilakukan sebelum pemberian nutrisi yang diukur dengan TDS meter. Pemberian nutrisi dilakukan 3 hari sekali atau ketika kondisi menunjukkan berkurangnya konsentrasi, volume nutrisi, dan gejala kekeringan.

Pengendalian penyakit dan hama dilakukan dengan cara pembersihan gulma yang tumbuh disekitar tanaman. Apabila terserang hama dan penyakit maka akan dilakukan penyemprotan pestisida organik.

### **3.5.5 Panen**

Tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dapat di dilakukan pemanenan pada umur 60 HST. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut semua kale yang telah tumbuh dari media tanamnya secara hati-hati. Kemudian kale yang telah dicabut dibersihkan dari sisa-sisa media yang masih menempel pada tanaman dan ditempatkan pada wadah.

### 3.5.6 Pengamatan

Pengamatan pada penelitian ini adalah pertumbuhan dan hasil produksi kale (*Brassic oleacea var. Acephala*). Pengamatan ini dilakukan berdasarkan variabel-variabel yang diamati yaitu :

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan menggunakan penggaris. Tinggi tanaman diukur dengan satuan (cm). Pengukuran tinggi tanaman kale dimulai dari pangkal batang tanaman hingga ujung daun termuda setelah panen.

2. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan secara langsung (manual). Hal ini dilakukan dengan cara menghitung daun yang telah tumbuh pada setiap tanaman dengan satuan helai setelah panen.

3. Luas Daun

Pengamatan luas daun tanaman dilakukan menggunakan aplikasi image J. Pengukuran luas daun tanaman dengan cara memfoto salah satu daun terbesar yang terdapat pada setiap tanaman kale dengan satuan (cm<sup>2</sup>) setelah panen.

4. Berat Basah

Pengamatan berat basah dilakukan dengan cara menimbang tanaman kale setelah panen. Kale yang telah dicabut dibersihkan pertanaman dan ditimbang beratnya, satuan berat yang digunakan adalah gram (gr).

5. Keragaan Tanaman

Data kualitatif dianalisis menggunakan visualisasi dan analisis data kuantitatif menggunakan analisis metode dua arah ANOVA dengan bantuan software SPSS 29.0. Apabila perlakuan tersebut menunjukkan dihasilkan

berpengaruh nyata terhadap variabel, maka dilanjutkan dengan uji duncan multiple range test (DMRT) taraf 5%. Dan untuk memperoleh dosis optimum penggunaan komposisi nutrisi untuk tanaman kale dilakukan analisis regresi.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) menggunakan spss 29.0 menunjukkan bahwa perlakuan jenis substrat arang sekam, *cocopeat*, dan pasir malang berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah tanaman kale pada pengamatan 60 HST. Ringkasan hasil analisis seluruh varian variabel penelitian yang disajikan pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Ringkasan Hasil ANOVA taraf 5% Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST**

Variabel Pengamatan	Fhitung	Ftabel (5%)
Tinggi Tanaman	15,183*	3,316
Jumlah Daun	12,070*	3,316
Luas Daun	233,806*	3,316
Berat Basah	16,587*	3,316

Keterangan: tanda (\*) perlakuan jenis substrat berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan.

Selanjutnya, karena hasil analisis menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjut DMRT pada taraf 5%, yang hasilnya disajikan pada tabel 4.2.

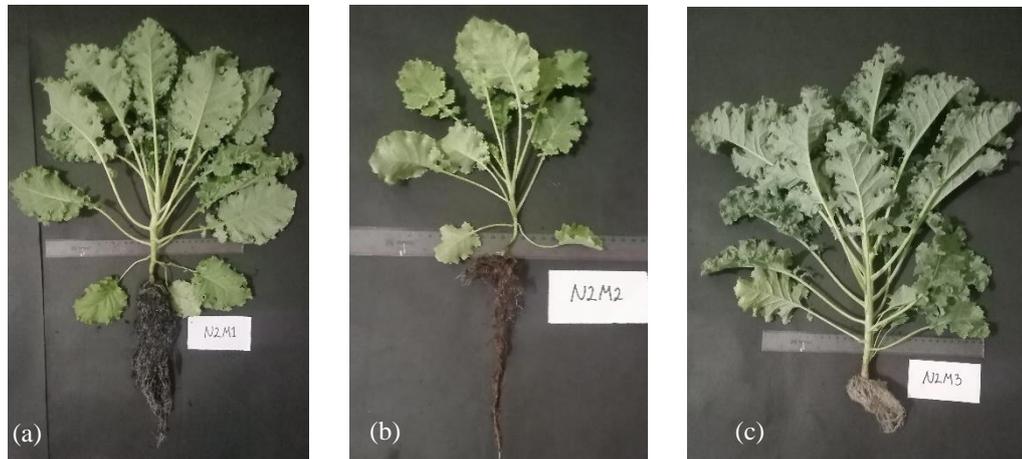
**Tabel 4.2 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST**

<b>Media Tanam</b>	<b>Tinggi Tanaman (cm)</b>	<b>Jumlah Daun (helai)</b>	<b>Luas Daun (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Berat Basah (gr)</b>
M1 ( <i>Arang Sekam</i> )	13,300 b	13,53 b	177,46880 b	39,87 b
M2 ( <i>Cocopeat</i> )	8,167 a	9,80 a	49,21300 a	8,80 a
M3 ( <i>Pasir Malang</i> )	<b>14,033 b</b>	<b>14,47 b</b>	<b>206,55193 c</b>	<b>48,40 b</b>

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda pada uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan hasil DMRT taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan pasir malang memberikan hasil tertinggi pada variabel tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah. Sementara perlakuan dengan media *cocopeat* memberikan hasil terendah pada semua variabel. Perbedaan hasil rata-rata pada pertumbuhan tanaman kale disebabkan karena setiap media memiliki kemampuan menyerap dan menghantarkan nutrisi yang berbeda-beda untuk tanaman. Hal ini dijelaskan oleh Ingels (1985) bahwa salah satu syarat keberhasilan pertumbuhan tanaman, khususnya budidaya dalam wadah, adalah penggunaan media tanam yang tepat. Perkembangan akar tanaman dapat digunakan untuk mengukur seberapa baik pertumbuhannya. Area akar tanaman berada harus dapat memberikan dukungan struktural. ketersediaan nutrisi yang memadai, pH yang baik dan memungkinkan absorpsi air serta drainase bagi tanaman. Hal ini juga didukung dengan penjelasan Prayugo (2007) bahwa media tanam yang baik harus dapat menyediakan unsur hara dan air yang dibutuhkan tanaman serta berfungsi sebagai tempat tanaman dapat berdiri, memiliki aliran udara dan ketersediaan yang sangat baik, dapat menahan

kelembapan di sekitar akar tanaman, tahan terhadap pembusukan, dan mampu mengatur kelebihan air. Pada gambar 4.1 menampilkan hasil pertumbuhan tanaman kale dengan berbagai perlakuan substrat.



**Gambar 4.1 Pengaruh jenis substrat terhadap pertumbuhan tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat. (a) substrat arang sekam, (b) substrat cocopeat, (c) substrat pasir malang**

Hasil terbaik pada media tanam pasir malang karena dapat menyimpan dan menyerap nutrisi dengan baik dan memiliki porositas yang baik bagi pertumbuhan akar tanaman. Menurut Sari (2022) media tanam pasir malang memiliki porositas sehingga memudahkan akar dapat menjalar dalam wadah. Selain itu, memiliki aerasi yang baik sehingga dapat menyimpan dan memberikan oksigen yang optimal bagi proses respirasi aerobik untuk pertumbuhan batang dan akar tanaman. Menurut Febrianto (2019) bahwa aerasi dan pori yang besar pada pasir malang bagus untuk pertumbuhan awal tanaman sehingga oksigen yang dibutuhkan oleh akar dapat terpenuhi untuk melangsungkan respirasi aerobik dalam pertumbuhan akar dan batang tanaman. Menurut Sofyan (2006) menjelaskan bahwa aerasi dan tekstur pada pasir bagus untuk perkembangan akar tetapi tidak memiliki unsur hara. Tinggi

tanaman dan luas daun sayuran dapat meningkat dengan penggunaan media pasir dalam budidaya hidroponik. Bobot pasir yang berat dapat membantu batang tanaman tetap tegak. Aerasi yang baik pada pasir malang mendukung proses respirasi akar dan kapasitas kation pada media tanam untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Menurut Nugroho (2009) menjelaskan kapasitas tukar kation (KTK) merupakan kapasitas tanah atau media tanam untuk menyerap dan mempertukarkan kation-kation, dan menahan kation-kation tukar yang berfungsi untuk penyediaan unsur hara. Menurut Tambunan (2008) menjelaskan nilai KTK suatu tanah atau media tanam dipengaruhi kandungan bahan organik, tingkat pelapukan, dan jumlah kation basa dalam media tanam atau tanah. Tanah atau media tanam dengan kandungan bahan organik yang tinggi memiliki KTK yang lebih tinggi. Sedangkan tanah atau media tanam dengan tingkat pelapukan baru dimulai dibandingkan dengan tanah lainnya memiliki KTK yang rendah.

Media tanam *cocopeat* memiliki hasil rata-rata pertumbuhan paling rendah dari arang sekam dan pasir malang. Hal ini dikarenakan media tanam *cocopeat* memiliki pori-pori yang mudah terisi air, menahan air lebih banyak dan lama, dan cadangan udara yang rendah sehingga mengganggu respirasi akar dan kapasitas tukar kation (KTK). Selain itu, keasaman media *cocopeat* juga menjadi salah satu penyebab rendahnya hasil pertumbuhan tanaman kale (Lampiran 2). Taofik *et al* (2019) hasil analisis laboratorium terhadap kemampuan menyimpan air pada media tanam menjelaskan bahwa 100% *cocopeat* memiliki daya menyimpan air lima kali lebih banyak dari berat awalnya. Menurut Yau (2000) pemanfaatan *cocopeat* sebagai media tanam secara langsung tidak dianjurkan karena *cocopeat* mengandung senyawa yang bersifat racun dan mengambat pertumbuhan tanaman.

Hal ini juga didukung Abad *et al* (2002) menjelaskan bahwa Klorida ( $\text{Cl}^-$ ) dan natrium ( $\text{Na}^+$ ) ion lebih tinggi dari gambut sehingga konsentrasi  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{Na}^+$  dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Menurut Jones (2016) bahwa unsur Cl pada tumbuhan dapat menghambat pembuatan  $\text{NO}_3$  sehingga warna daun menguning dan pertumbuhan tanaman terhambat. Menurut Tomasic (2013) menjelaskan bahwa kapasitas tukar kation (KTK) di dalam tanah atau media tanam berkorelasi dengan pH tanah atau media tanam, apabila pH tanah tinggi dapat meningkatkan muatan negatif pada koloid dan KTK. Hal ini didukung dengan pernyataan Nurhidayati (2017) bahwa KTK tanah tergantung dengan besar permukaan gugus hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) dan humus (bahan organik yang disebut dengan muatan yang bergantung dengan pH).

Unsur hara yang diserap akar tanaman memiliki beberapa tahapan agar ion hara tersebut dapat diangkut sampai kebagian daun, ada tiga tahap diantaranya penyerapan aktif (*active root uptake*), penyerapan tidak pasif (*passive root uptake*), dan alih tempat (*translocation*). Penyerapan pasif merupakan aktifitas kapasitas pertukaran kation akar yang terdapat di dinding sel, dan gerakan pasif khususnya ion, akan melewati epidermis dan kemudian secara berurutan menembus korteks endodermis, apoplast (*apparent freespace*), dan ruang antar sel (*extracellular within and between cell walls*). ). Penyerapan aktif merupakan aktivitas ion yang harus memasuki membran sel secara symplast agar gerakan aktif dapat terjadi. Hal ini dicapai melalui jalur sitoplasmik intraseluler yang saling terhubung dan pengambilan hara secara selektif. Transpor aktif memungkinkan tanaman untuk memilih unsur hara mana yang dapat mencapai akar, mempertahankan netralitas muatan dalam sel akar, dan melepaskan  $\text{H}^+$  (serapan kation) dan  $\text{OH}^-$  dari akar.

(penyerapan anion). Sedangkan pergerakan alih tempat dan pengambilan unsur hara dipengaruhi sifat genetik. Pergerakan serapan unsur hara tersebut akan mempengaruhi kapasitas tukar kation (KTK) pada tanaman (Sutarman 2019). Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan kemampuan koloid tanah untuk mengikat kation. Kapasitas ini bergantung pada jumlah muatan negatif dari koloid tanah dan sangat ditentukan oleh tipe koloid yang terdapat pada tanah (Novizan, 2005).

Berdasarkan hasil penelitian diatas media pasir malang dapat direkomendasikan sebagai media terbaik untuk hidroponik substrat tanaman kale. Hasil penelitian diatas sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya Ardianta (2021) menggunakan media pasir malang untuk budidaya hidroponik tanaman pakcoy memberikan hasil terbaik pada berat segar total 240,72 g dan berat kering total 12,42 g. Penelitian Uluputty (2015) menggunakan media tanam pasir dengan pupuk gandasil D untuk budidaya hidroponik tanaman seledri yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada tinggi tajuk, banyaknya anakan, jumlah daun, dan bobot segar tajuk. Menurut Hamzah (2017) menggunakan media tanam pasir untuk budidaya hidroponik tanaman seledri yang memberikan hasil pertumbuhan terbaik pada tinggi tanaman 23,43 cm, jumlah anakan 0,70, dan berat basah 36,67 g.

#### **4.2 Pengaruh Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat**

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan spss 29.0 menunjukkan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix berpengaruh nyata pada berbagai konsentrasi terhadap semua variabel pengamatan, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah tanaman kale pada pengamatan 60 HST. Ringkasan hasil analisis varian variabel penelitian disajikan pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Ringkasan Hasil ANOVA taraf 5% Pengaruh Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST**

Variabel Pengamatan	Fhitung	Ftabel (5%)
Tinggi Tanaman	11,679*	2,690
Jumlah Daun	11,793*	2,690
Luas Daun	75,241*	2,690
Berat Basah	14,253*	2,690

Keterangan: tanda (\*) perlakuan jenis substrat berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan.

Selanjutnya, untuk melihat beda antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan DMRT pada taraf 5%, yang hasilnya disajikan pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Pengaruh Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST**

Konsentrasi Nutrisi	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Berat Basah (gr)
N0 (5 ml ABmix)	11,333 bc	11,78 b	175,12122 c	25,22 ab
N1 (10 ml POC + 2,5 ml ABmix)	13,333 c	12,78 b	91,79211 a	21,11 a
N2 (20 ml POC + 2,5 ml ABmix)	<b>17,056 d</b>	<b>17,44 c</b>	<b>235,32844 d</b>	<b>76,44 b</b>
N3 (30 ml POC + 2,5 ml ABmix)	10,000 ab	12,33 b	128,30700 b	23,78 a
N4 (20 ml POC)	7,444 a	8,67 a	91,50744 a	15,22 a

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda pada DMRT taraf 5%.

Berdasarkan hasil DMRT 5% pada Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa perlakuan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix memberikan hasil tertinggi pada semua variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun. Untuk variabel berat basah, perlakuan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix memberikan hasil yang sama tinggi dibandingkan pada perlakuan kontrol positif 5 ml/L ABmix.



**Gambar 4.2 Pengaruh kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap pertumbuhan tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) dengan hidroponik sistem substrat. (a) N0 (kontrol positif 5 ml/L ABmix), (b) N1 (10 ml/L POC + 2,5 ml/L ABmix), (c) N2 (20 ml/L POC + 2,5 ml/L ABmix), (d) N3 (30 ml/L POC + 2,5 ml/L ABmix), (e) N4 (20 ml/L POC)**

Perlakuan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix memiliki hasil rata-rata tertinggi pada semua variabel yaitu tinggi tanaman sebesar 17,056 cm, jumlah daun sebesar 17,44 helai, luas daun sebesar 235,32844 cm<sup>2</sup> dan berat basah sebesar 76,44 gr. Hal ini dikarenakan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix memiliki kandungan unsur hara yang lengkap dan maksimal untuk memenuhi kebutuhan tanaman daripada perlakuan kontrol dan kombinasi lainnya. Berdasarkan hasil analisis POC Ampas tahu yang telah difermentasi memiliki kandungan nitrogen sebesar 2,20% dan C organik sebesar 10,32% yang memenuhi standar SNI pupuk organik. Sutanto (2002) menjelaskan bahwa pupuk organik memiliki sumber nitrogen yang cukup besar untuk pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan produksi pertanian baik dalam segi kuantitas atau kualitas.

Menurut Setyamidjaja (1986) unsur nitrogen berguna dalam merangsang pertumbuhan vegetatif yang berfungsi untuk meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, menyusun protein, dan menyusun klorofil untuk meningkatkan fotosintesis. Menurut Yusrianti (2012) bahwa semakin tinggi unsur hara yang digunakan, maka akan meningkatkan bentuk fisiologi tanaman seperti jumlah dan luas daun. Menurut Asmoro (2008) limbah tahu kandungan organik tinggi antara lain protein, karbohidrat, lemak, fosfor, nitrogen, dan sulfur dalam air. Senyawa N yang dilepaskan dalam limbah tahu akan diserap akar sehingga mendukung proses pembelahan dan perpanjangan sel. Menurut Hugar *et. al* (2012), menjelaskan nilai C-organik pada pupuk menentukan produksi yang dihasilkan oleh tanaman. Kandungan C-organik yang optimal dapat meningkatkan hasil produksi karena tC-

organik dapat meningkatkan tekstur tanah dan agregasi tanah yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

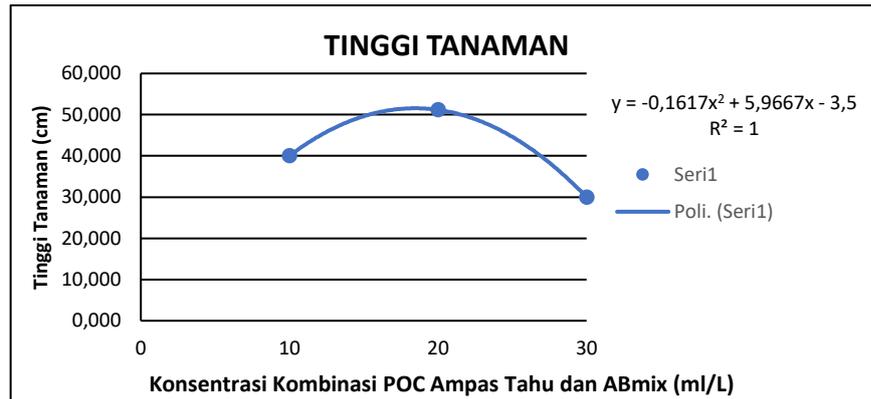
Sedangkan kombinasi 30 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix mengalami penurunan pada semua variabel yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah. Hal tersebut terjadi karena konsentrasi nutrisi yang terlalu tinggi dan pekat sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Menurut Rezaldi (2022) menjelaskan bahwa penurunan pertumbuhan tanaman dapat terjadi dikarenakan konsentrasi pupuk yang terlalu pekat sehingga menghambat penyerapan unsur hara dan air yang berhubungan erat dengan fotosintesis, selain itu juga berdampak pada terhambatnya fase vegetatif. Hal tersebut juga didukung dengan pernyataan Nuryani (2019), apabila konsentrasi nutrisi yang diberikan melebihi kebutuhan tanaman maka berakibat menurunkan atau menekan tinggi tanaman dan jumlah daun. Pemberian pupuk yang terlalu pekat juga menyebabkan menghambat proses osmosis dan keracunan pada tanaman. Menurut Anita dkk. (2016), pemberian pupuk yang terlalu banyak mengakibatkan larutan tanah menjadi pekat dan garam-garam mineral tidak dapat diserap oleh akar sehingga terjadi penimbunan garam atau ion-ion di permukaan akar.

Dan perlakuan 20 ml/L POC ampas tahu (POC murni) memiliki hasil rata-rata terendah pada tanaman, hal ini dikarena kandungan unsur hara dari POC ampas tahu murni belum mampu memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman kale (Lampiran 4). POC ampas tahu memiliki kandungan kadar kalium yang lebih rendah dari SNI pupuk organik cair yaitu 0,1072% (1072 ppm). Mahanani (2003) menjelaskan bahwa unsur K (kalium) sangat dibutuhkan oleh metabolisme untuk fotosintesis dan respirasi. Kalium berfungsi sebagai pembentukan protein dan karbohidrat,

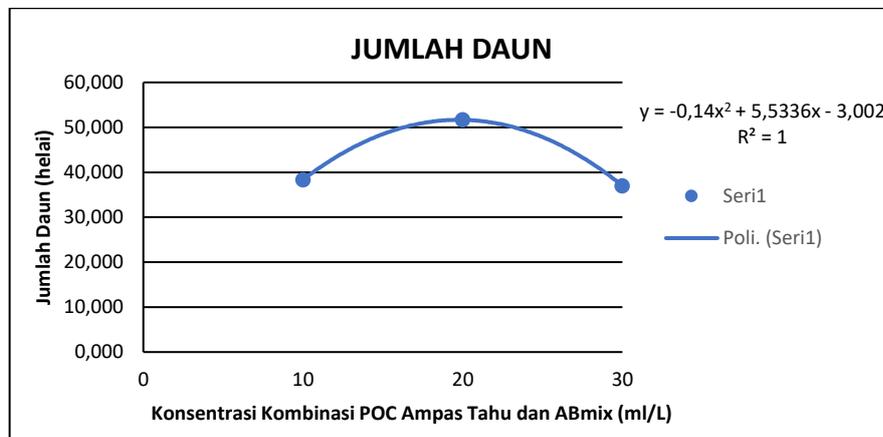
membantu pertumbuhan jaringan meristematik, dan meningkatkan resistensi tanaman pada penyakit. Apabila tanaman mengalami kekurangan kalium akan menjadi kerdil dan menghambat pertumbuhan daun. Menurut Salisbury and Ross (1992) kalium juga berfungsi dalam pembukaan stomata agar lebih optimal. Pembukaan stomata yang optimal berpengaruh terhadap proses fotosintesis melalui serapan gas CO<sub>2</sub>. Apabila CO<sub>2</sub> yang diserap meningkat, maka akan meningkatkan laju fotosintesis sehingga akan meningkatkan pertumbuhan daun.

Sagala dkk (2022) menjelaskan bahwa tanaman yang kekurangan unsur hara atau nutrisi akan mengganggu pertumbuhan tanaman sehingga tidak tumbuh optimum. Tanaman juga akan mengalami defisiensi unsur hara yaitu kekurangan material yang berupa makanan untuk melangsungkan metabolisme tanaman sehingga tanaman akan kurang produktif dan rentan penyakit. Selain itu juga akan berdampak pada kerja enzim akan terganggu, sintesis protein terbatas, sistem perakaran tanaman kurang berkembang.

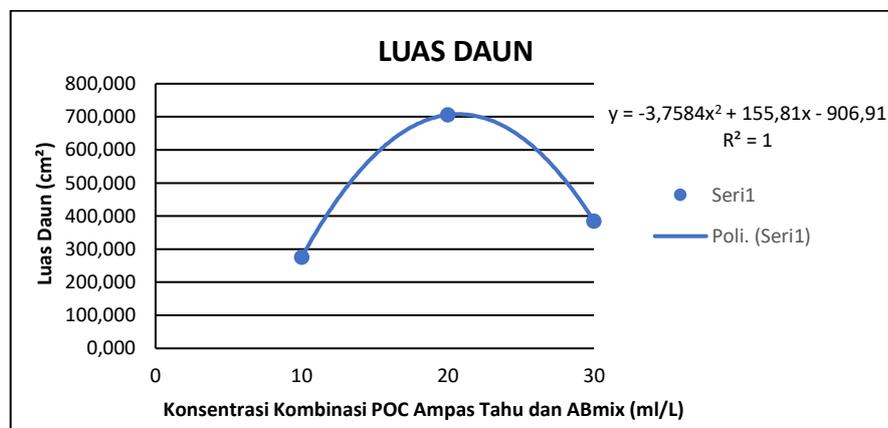
Kadar kebutuhan nutrisi pada setiap tanaman berbeda-beda untuk mendukung pertumbuhan yang optimal bagi tumbuhan. Dan begitu juga dengan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*). Untuk mengetahui dosis optimum yang dapat diterima oleh tanaman kale sehingga dapat memberikan hasil produksi yang baik, maka dilakukan uji regresi linear terhadap hasil pengamatan selama 60 HST semua variabel. Kurva uji regresi linier kombinasi nutrisi antara POC ampas tahu dan ABmix disajikan pada gambar 4.3-4.6.



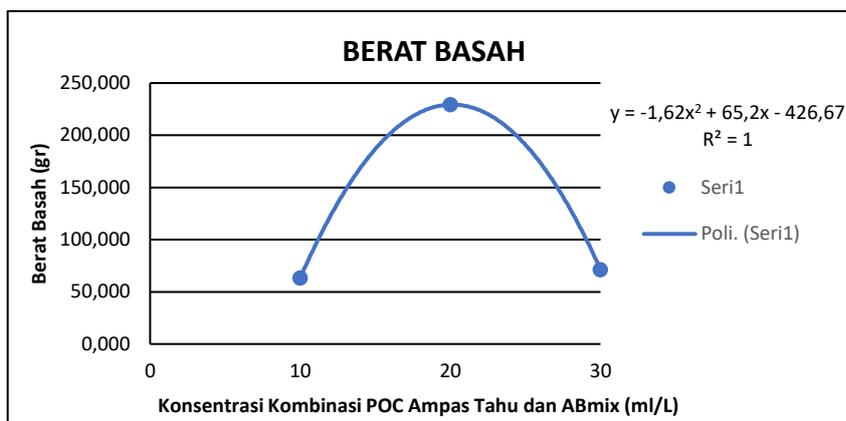
**Gambar 4.3** Persamaan regresi linear kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap tinggi tanaman



**Gambar 4.4** Persamaan regresi linear kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap jumlah daun



**Gambar 4.5** Persamaan regresi linier kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap luas daun



**Gambar 4.6** Persamaan regresi linear kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap berat basah

Berdasarkan kurva di atas didapatkan titik optimal penggunaan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix pada pertumbuhan kale budidaya hidroponik sistem substrat. Tabel kompilasi pengaruh kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix terhadap tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) pada semua variabel yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah disajikan pada tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Kompilasi Dosis Optimum Penggunaan POC Ampas Tahu dengan ABmix

Parameter	Dosis Optimum	Hasil Capaian
Tinggi Tanaman	18,4499 ml/L	51,5426 cm
Jumlah Daun	19,7628 ml/L	51,6779 helai
Luas Daun	20,7282 ml/L	707,9235 cm <sup>2</sup>
Berat Basah	20,1234 ml/L	229,3547 gr

Berdasarkan hasil kompilasi diatas (Tabel 4.5) penggunaan perlakuan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix dapat

direkomendasikan sebagai larutan nutrisi untuk hidroponik substrat tanaman kale. Penelitian diatas sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi yang tepat pada POC ampas tahu dapat memberikan pertumbuhan yang terbaik dan optimal pada tanaman. Penggunaan POC cair tahu untuk budidaya hidroponik tanaman sawi hijau dengan konsentrasi 20% memberikan hasil terbaik pada lebar helai daun, panjang helai daun, panjang daun, jumlah daun, dan berat panen (Aarden, 2020). POC limbah cair tahu digunakan untuk budidaya hidroponik tanaman pakcoy dengan konsentrasi 25% memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah tanaman (Al Amin, 2017). Penggunaan limbah cair tahu sebagai POC untuk budidaya hidroponik tanaman selada merah memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar (Raharjeng, 2018). Gultom (2018) menggunakan kombinasi 50% POC limbah cair tahu dengan 50% ABmix untuk budidaya hidroponik tanaman tomat memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang. Aliyena (2015) menggunakan POC limbah cair tahu dengan konsentrasi 15% untuk budidaya tanaman kangkung darat memberikan hasil terbaik pada berat basah dan berat kering.

Konsentrasi nutrisi yang tepat menjadi faktor yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Menurut Rinsema (2010) sebaiknya penggunaan pupuk disesuaikan dengan kebutuhan pada tanaman. Hal ini dikarenakan apabila dosis nutrisi terlalu tinggi akan mengakibatkan keracunan pada tanaman. Dan pemberian dosis nutrisi yang sesuai bagi tanaman akan menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Hal ini juga didukung oleh Wijayani (2005) bahwa pemberian konsentrasi nutrisi yang terlalu tinggi akan menyebabkan plasmolisis pada sel tanaman, yaitu

keluarnya sel karena tertarik dengan larutan unsur hara yang pekat. Dan apabila konsentrasi nutrisi terlampaui rendah akan memberikan pengaruh larutan nutrisi yang tidak nyata. Sutedjo (1987) menjelaskan bahwa kebutuhan berbagai proses fisiologi tanaman membutuhkan unsur hara yang cukup, pemberian pupuk sesuai dengan keadaan media, jenis pupuk, dan kondisi tanaman. Salah satunya unsur nitrogen pada larutan nutrisi yang berfungsi dalam pertumbuhan tanaman.

#### **4.3 Pengaruh Interaksi Antara Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat**

Berdasarkan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan menggunakan spss 29.0 menunjukkan bahwa perlakuan jenis substrat (arang sekam, *cocopeat*, dan pasir malang) dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman kale pada pengamatan 60 HST. Ringkasan hasil analisis seluruh varian variabel penelitian disajikan pada tabel 4.6

**Tabel 4.6 Ringkasan Hasil ANOVA taraf 5% Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST**

<b>Variabel Pengamatan</b>	<b>Fhitung</b>	<b>Ftabel (5%)</b>
Tinggi Tanaman	2,001	2,266
Jumlah Daun	1,073	2,266
Luas Daun	16,084*	2,266
Berat Basah	2,647	2,266

Keterangan: tanda (\*) perlakuan interaksi jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Selanjutnya, karena hasil analisis menunjukkan yang nyata maka dilakukan uji lanjut dengan DMRT pada taraf 5%., yang hasilnya disajikan pada tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Hasil Uji Lanjut DMRT 5% Pengaruh Interaksi Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix Terhadap Tanaman Kale Umur 60 HST**

<b>Interaksi</b>	<b>Luas Daun (cm<sup>2</sup>)</b>
M1N0 (Arang sekam dan 5 ml ABmix)	2,4206 hi
M1N1 (Arang sekam dan kombinasi 10 ml POC + 2,5 ml ABmix)	2,0113 ef
M1N2 (Arang sekam dan kombinasi 20 ml POC + 2,5 ml ABmix)	2,4464 i
M1N3 (Arang sekam dan kombinasi 30 ml POC + 2,5 ml ABmix)	2,1815 g
M1N4 (Arang sekam dan 20 ml POC)	1,9414 de
M2N0 ( <i>Cocopeat</i> dan 5 ml ABmix)	1,5357 b
M2N1 ( <i>Cocopeat</i> dan kombinasi 10 ml POC + 2,5 ml ABmix)	1,7039 c
M2N2 ( <i>Cocopeat</i> dan kombinasi 20 ml POC + 2,5 ml ABmix)	1,8938 d
M2N3 ( <i>Cocopeat</i> dan kombinasi 30 ml POC + 2,5 ml ABmix)	1,7541 c
M2N4 ( <i>Cocopeat</i> dan 20 ml POC)	1,3954 a
M3N0 (Pasir Malang dan 5 ml ABmix)	2,3556 h
M3N1 (Pasir Malang dan Kombinasi 10 ml POC + 2,5 ml ABmix)	2,0804 f
<b>M3N2 (Pasir Malang dan Kombinasi 20 ml POC + 2,5 ml ABmix)</b>	<b>2,5356 j</b>
M3N3 (Pasir Malang dan Kombinasi 30 ml POC + 2,5 ml ABmix)	2,2425 g

M3N4 (Pasir Malang dan 20 ml POC)	2,2098 g
-----------------------------------	----------

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda pada uji DMRT taraf 5%

Berdasarkan hasil DMRT 5% pada Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa perlakuan interaksi antara jenis substrat dan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix terhadap pertumbuhan tanaman kale selama 60 HST memberikan hasil yang berbeda. Pada parameter luas daun, hasil rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan M3N2 (Pasir malang dan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix) yaitu 2,5356 cm<sup>2</sup> yang melampaui hasil rata-rata perlakuan kontrol positif menggunakan nutrisi ABmix serta nutrisi murni POC ampas tahu murni. Untuk perlakuan M1N2 (Arang sekam dan kombinasi kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix) yaitu 2,4464 cm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil rata-rata terendah terdapat pada perlakuan M2N4 (*Cocopeat* dan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix) sebesar 1,8938 cm<sup>2</sup>.

Uji lanjut pada perlakuan interaksi hanya dapat dilakukan pada parameter luas daun karena memiliki hasil berbeda nyata pada analisis ANOVA sebelumnya (Tabel 4.6). Perlakuan interaksi pasir malang dan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix memberikan hasil terbaik. Hal ini dikarenakan pada perlakuan tersebut memiliki sifat saling mendukung. Kombinasi nutrisi tersebut memiliki unsur hara yang optimal dan mencukupi kebutuhan nutrisi bagi tanaman daripada perlakuan yang lain. Dan media pasir malang memberikan pengaruh terbaik dikarenakan media yang sesuai bagi budidaya hidroponik tanaman kale. Dwidjosoepuro (1994) menjelaskan bahwa unsur hara optimum dan seimbang

pada nutrisi berperan penting dalam menentukan pertumbuhan tanaman. Ketika unsur hara yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang cukup dan dalam bentuk yang sesuai untuk penyerapan tanaman, maka tanaman akan tumbuh subur. Menurut Lingga (2006) pasir memiliki karakteristik dapat meningkatkan sistem aerasi dan drainase media tanam dan memiliki sifat kapilaritas yang tinggi yaitu mampu menghantarkan air ke akar tanaman.

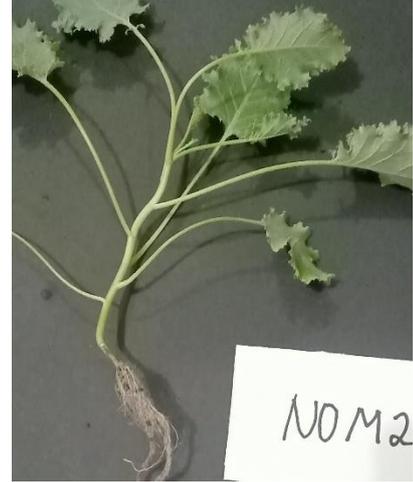
#### **4.4 Keragaan Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) yang Diberi Perlakuan Jenis Substrat dan Kombinasi POC ampas Tahu dengan ABmix yang Dibudidayakan dengan Hidroponik Sistem Substrat**

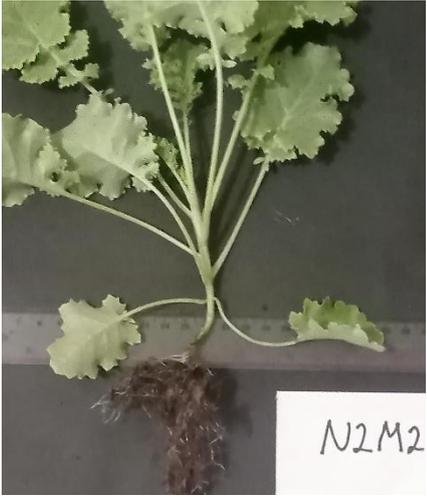
Pemberian jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix memberikan pengaruh yang berbeda-beda pada keragaan tanaman kale tergantung jenis substrat dan konsentrasi nutrisi yang diberikan. Gambar tanaman yang diberi perlakuan disajikan pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Keragaan Tanaman Kale dari Perlakuan Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABmix**

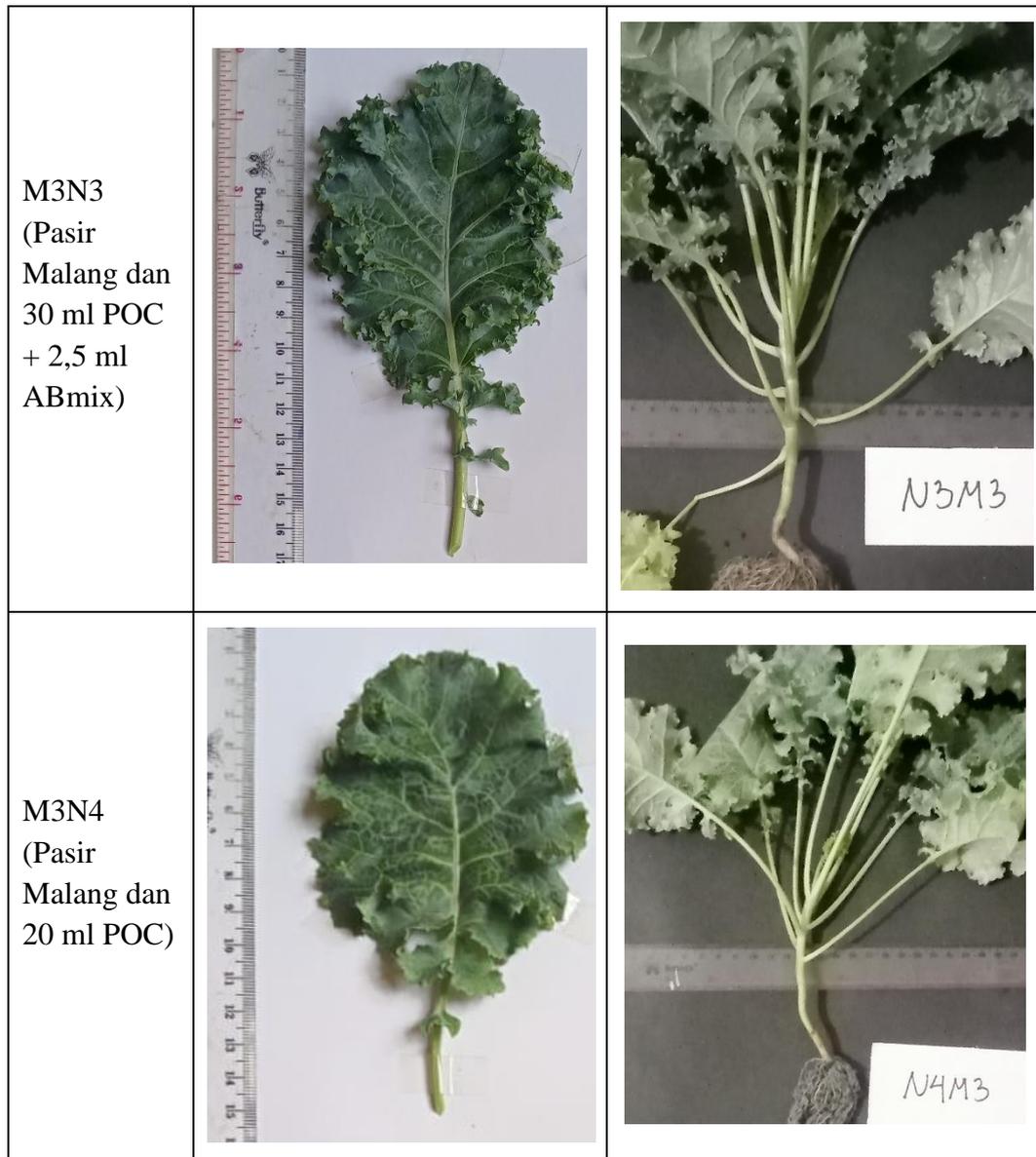
Perlakuan	Daun	Batang
M1N0 (Arang Sekam dan 5 ml ABmix)		

<p>M1N1 (Arang Sekam dan 10 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		
<p>M1N2 (Arang Sekam dan 20 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		
<p>M1N3 (Arang Sekam dan 30 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		

<p>M1N4 (Arang Sekam dan 20 ml POC)</p>		
<p>M2N0 (Cocopeat dan 5 ml ABmix)</p>		
<p>M2N1 (Cocopeat dan 10 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		

<p>M2N2 (Cocopeat dan 20 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		
<p>M2N3 (Cocopeat dan 30 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		
<p>M2N4 (Cocopeat dan 20 ml POC)</p>		

<p>M3N0 (Pasir Malang dan 5 ml ABmix)</p>		
<p>M3N1 (Pasir Malang dan 10 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		
<p>M3N2 (Pasir Malang dan 20 ml POC + 2,5 ml ABmix)</p>		



Keragaan tanaman kale yang diberikan perlakuan jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix ditunjukkan pada tabel 4.8. Setiap perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh yang berbeda-beda pada morfologi tanaman kale seperti yang terlihat pada bentuk dan warna daun serta batang tanaman. Keragaan tanaman kale pada perlakuan jenis substrat pasir malang (M3) menunjukkan hasil terbaik dibandingkan perlakuan jenis substrat arang sekam (M1) dan *cocopeat* (M2) berdasarkan warna daun hijau yang sedikit tua dan batang.

Jenis substrat arang sekam rata-rata memiliki warna daun dan batang hijau muda. Sedangkan jenis substrat *cocopeat* rata-rata memiliki warna daun dan batang hijau kekuningan. Visualisasi warna hijau daun dan batang pada perlakuan pasir malang dan arang sekam menunjukkan tanaman normal. Namun visualisasi warna hijau kekuningan yang menunjukkan tanaman abnormal pada perlakuan *cocopeat* menunjukkan adanya gejala defisiensi unsur hara dan tidak sesuainya media tanam. Hal ini dikarena tidak dapat menyamai warna daun dan batang tanaman kale pada umumnya (Tabel 4.8). Menurut Tama (2012) menjelaskan bahwa kale memiliki daun majemuk menyirip dengan anak daun berseling dan berbentuk menjorong. Selain itu bentuk daunnya membulat merata dan panjang, ujung daun membulat, pangkal daun, dan permukaan serta serta sembir daun rata, namun tepi daun keriting (bergelombang).

Kondisi tersebut dikarenakan jenis substrat yang tidak sesuai bagi tanaman kale yaitu media tanam *cocopeat*. Valentino (2012) kadar air dan daya simpan yang terdapat pada *cocopeat* yaitu 119% dan 695,4% sehingga dapat menghambat gerakan air lebih tinggi dan ketersediaan air yang tinggi. Irawan (2014) menambahkan bahwa pada kondisi tertentu daya tahan dan simpan air yang tinggi dapat mengakibatkan pertukaran gas pada media menjadi terhambat sehingga media mulai jenuh oleh air. Hal tersebut dikarenakan ruang pori yang seharusnya terisi udara untuk pernafasan akar menjadi terhambat. Media tanam memiliki dua pori-pori yaitu pori makro untuk penyimpanan udara dan pori mikro untuk menyimpan air. Apabila kondisi air berlimpah maka pori-pori makro akan terisi air sehingga udara semakin berkurang dan pertumbuhan akan menjadi tidak baik karena respirasi yang terhambat. Ramadhan *et al.* (2018) zat tanin yang banyak

terkandung dalam *cocopeat* merupakan senyawa penghalang mekanis dalam penyerapan unsur hara sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Keasaman media tanam yang digunakan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kale (Lampiran 2.). Permanasari dkk. (2012) media *cocopeat* memiliki rentang pH antara 5,0-6,8. Pandebesie (2012) menjelaskan kandungan C/N yang tinggi pada *cocopeat* sebesar 136,8 dapat menyebabkan lambatnya pertumbuhan karena konsentrasi unsur nitrogen akan berkurang didalam tanah. Hal tersebut terjadi karena aktivitas mikroorganisme tanah yang cenderung menghabiskan nitrogen untuk pertumbuhan tanaman.

Perlakuan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix menjadi hasil terbaik dan normal keragaan tanaman kale disetiap jenis media berdasarkan warna dan bentuk daun serta batang tanaman. Pada perlakuan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix memiliki warna hijau yang tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua pada daun dan batang. Sedangkan bentuk daunnya lebih luas dan batangnya lebih tebal disetiap media dibandingkan perlakuan lainnya. Selain itu perlakuan arang sekam dan 5 ml/L ABmix (LM1N0), arang sekam dan kombinasi 10 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix (M1N1), *cocopeat* dan 5 ml/L ABmix (M2N0), *cocopeat* dan 20 ml/L POC ampas tahu (M2N4), pasir malang dan 5 ml/L ABmix (M3N0), pasir malang dan kombinasi 10 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix (M3N1) juga termasuk tanaman yang bertumbuh normal berdasarkan warna daun dan batang. Sedangkan pada beberapa perlakuan mengalami pertumbuhan abnormal yaitu arang sekam dan kombinasi 30 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix (M1N3) memiliki warna daun hijau muda namun berwarna kekuningan di daerah

dekat tulang daun, arang sekam dan 20 ml/L POC ampas tahu (M1N4), *cocopeat* dan 10 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix (M2N1), *cocopeat* dan 30 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix (M2N3) memiliki warna daun kekuningan dan warna batang hijau kekuningan, pasir malang dan 30 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix (M3N3), dan pasir malang dan 20 ml/L POC ampas tahu (M3N4) memiliki warna daun hijau tua dibanding yang lainnya. Hal ini menunjukkan gejala adanya defisiensi unsur hara karena tidak dapat menyamai tanaman kale normal pada umumnya (Tabel 4.8).

Jeyalakshmi (2017) sayuran berdaun biasanya menunjukkan tanda-tanda defisiensi unsur hara yang jelas dan dapat diamati pada daunnya. Gejala yang dapat ditimbulkan yaitu klorosis marginal, klorosis interveinal, klorosis rata, nekrosis, penurunan ukuran daun, dan sebagainya. Lisa (2020) menjelaskan bahwa gejala kekurangan nitrogen yaitu proses pertumbuhan terlalu lambat sehingga tanaman terlihat kerdil dan daun-daun berwarna hijau tidak wajar atau kuning tetapi tegak. Gejala kekurangan fosfor yaitu daun-daun berubah warna menjadi gelap dan daun tua terkadang berwarna kekuning-kuningan. Gejala kekurangan sulfur yaitu urat-urat daun berubah menguning, warna hijau muda tidak merata, dan batang tanaman kurus dan kerdil. Gejala kekurangan kalsium yaitu daun tidak berkembang penuh, berukuran kecil, kering, dan berwarna gelap, daun muda berkeriput, mengalami perubahan warna terutama pada ujung dan tepi daun (klorosis), proses pertumbuhan berhenti, dan perkembangan akar kurang baik. Gejala kekurangan zat besi salah satunya tulang daun berwarna kekuningan hingga putih. Gejala kekurangan magnesium yaitu daun mudah menjadi kuning, daya tumbuh biji berkurang dan apabila bertumbuh kualitasnya kurang baik.

Mengidentifikasi tanaman yang kekurangan unsur hara secara visual dapat dilakukan dengan menggunakan sejumlah prinsip umum. Akan tetapi reaksi pada setiap tanaman terhadap suatu nutrisi tidak selalu sama sehingga tidak semua prinsip umum berlaku pada semua tanaman. (Silva *et al.*, 2021). Daun yang mengalami penurunan klorofil dapat membatasi fotosintesis sehingga berdampak pada penurunan jumlah klorofil primer yang dihasilkan. Klorofil sebagai *visual indikator* berperan penting dalam defisiensi nutrisi, yang mana dapat diamati dengan perubahan warna daun dari hijau tua menjadi hijau muda atau kuning. (Veazie *et al.*, 2020). Gejala khas pertama yang muncul pada tanaman karena defisiensi unsur K, yang berkembang hingga nekrosis dan lebih rentan terhadap penyakit disebut klorosis marginal (Rakesh *et al.*, 2021). Menurut Wiraatmaja (2017), defisiensi unsur hara yang nyata berdampak pada lambatnya pertumbuhan tanaman sehingga tanaman berukuran relatif lebih kecil. Efek lebih jauhnya yaitu menurunkan asimilat (hasil fotosintesis) bersih tanaman (Tabel 4.9).

#### 4.5 Kajian Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Allah SWT menciptakan manusia untuk menjadi khalifah di muka bumi. Tugas khalifah adalah memberi kemakmuran bagi bumi seperti pandai dalam menjaga dan mengelola alam. Allah berfirman dalam Q,S Al-Baqarah [2]: 30 sebagai berikut:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰئِكَةِ اِنِّيْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةً ۗ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِيْهَا مَن يُفْسِدُ فِيْهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَآءَ  
وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّيْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ ﴿٣٠﴾

Artinya: “Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Sesungguhnya aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah disana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu?”

*Dia berfirman, “Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (Q.S Al-Baqarah [2]: 30).*

Berdasarkan tafsir al-Misbah surat Al-Baqarah ayat 30 menjelaskan bahwa manusia diciptakan oleh Allah SWT usebagai khalifah. Kata "menjadi khalifah" mengacu pada mengambil peran wakil Allah atau pemegang kekuasaan-Nya untuk mengatur, menjaga, mengurus dunia dan melaksanakan perintah-Nya. Karena itu manusia diberikan akal dan pikiran yang tidak dimiliki oleh makhluk lain. Allah telah menganugerahi manusia kemampuan tersebut untuk melakukan tugas-tugasnya. Untuk menunaikan kewajibannya, manusia sebagai makhluk yang dikaruniai akal dan pikiran harus senantiasa mengingat Allah SWT. Salah satunya berkaitan dengan bidang keilmuan yaitu mengamati fenomena alam (Shihab, 2002).

Berdasarkan ayat di atas menjelaskan bahwa Allah memiliki sifat “Al Khaliq” (Maha Pencipta), “Al Hafizh” (Maha Menjaga), dan “Al Wakil” (Maha Memelihara). Manusia menjadi salah satu ciptaan Allah yang memiliki tugas penting yaitu diberikan amanah untuk menjaga, merawat, dan melindungi bumi yang mana menjadi salah satu tugasnya sebagai khalifah. Dengan mengamati fenomena alam yang terjadi juga dapat membantu manusia untuk menanam tumbuhan dengan seizin Allah. Hal tersebut akan bermanfaat untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas tumbuhan yang ditanam atau dibudidayakan. Dan dapat mengurangi kerusakan pada tumbuhan seperti penyakit dan hama.

Jenis substrat atau media tanam menjadi salah satu faktor penting yang dibutuhkan oleh manusia untuk menanam atau membudidayakan tanaman. Tanaman merupakan salah satu sumber makanan bagi makhluk hidup seperti

manusia, hewan, dan lain-lainnya. Allah berfirman dalam Q,S Al-A'raf [7]: 58 sebagai berikut:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ  
لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya: *“Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan izin Tuhan, dan tanah yang buruk, tanaman-tanamannya tumbuh merana. Demikianlah Kami menjelaskan berulang-ulang tanda-tanda (kebesaran Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.”* (Q.S Al-A'raf [7]: 58).

Berdasarkan tafsir al-Mishbah surat Al-A'raf ayat 58 menjelaskan bahwa perbedaan kecenderungan dan potensi jiwa manusia dengan jiwa manusia lainnya seperti perbedaan antara tanah dengan tanah lainnya. Dan antara tanah yang baik yaitu yang subur dan selalu terpelihara dan tanah yang buruk yaitu yang tidak subur. Dengan izin-Nya (berdasarkan kehendak Allah) tanaman tersebut tumbuh dan ditetapkan melalui hukum-hukum alam. Tanah yang buruk memiliki tanaman yang hanya tumbuh sengsara, menghasilkan buah dengan kualitas rendah dan hasil yang sedikit karena Allah tidak memberinya kemampuan untuk menghasilkan buah yang baik. Akibatnya, kami mengulang-ulang dengan berbagai cara dan berkali-kali ayat-ayat yang merupakan tanda-tanda kekuasaan dan kebesaran yang berusaha menggunakan rahmat Allah sesuai dengan fungsi dan tujuannya. (Shihab, 2002).

Firman-Nya (بِإِذْنِ رَبِّهِ) yang bermakna tanaman tumbuh dengan sangat mengagumkan karena mendapat anugerah khusus dari Allah serta diizinkan untuk meraih yang terbaik. Berbeda dengan yang lain, yang hanya diperlakukan dengan perlakuan umum yang berkaitan dengan hukum-hukum alam yang menyeluruh. Kalau makna ini kita alihkan kepada perlakuan Allah terhadap manusia, maka kita

dapat berkata bahwa ada- manusia-manusia istimewa di sisi Allah yang mendapat perlakuan khusus yaitu mereka yang hatinya bersih, berusaha mendekatkan diri kepada Allah melalui kewajiban agama dan sunnah-sunnahnya. Mereka mendapat perlakuan khusus sehingga seperti sebuah hadits qudsi. “Telinga yang digunakan mendengar adalah “pendengaran Allah”, mata yang digunakan melihat adalah “penglihatan Allah”, tangan yang digunakan menggenggam adalah “tangan Allah” (HR. Bukhari melalui Abu Hurairah). Ini berarti bahwa bersangkutan telah mendapat izin Allah untuk menggunakan sekelumit dari sifat-sifat Allah itu (Shihab, 2002).

Berdasarkan ayat diatas bahwa Allah memiliki sifat “Al-Muhyi” (Maha Menghidupkan). Di muka bumi ini terdapat tanah atau media tanam yang baik dan subur dan ada pula yang tidak baik dan tidak subur. Salah satu sifat media tanam atau tanah yang baik dan subur adalah dapat tumbuh berbagai jenis tanaman walaupun hanya sedikit disiram air hujan. Sedangkan media tanam atau tanah yang tandus dan tidak subur memiliki salah satu ciri yaitu walaupun disiram hujan yang lebat tanamannya tidak dapat tumbuh atau pertumbuhannya tidak baik dan tidak menghasilkan apa-apa. Tanaman dapat tumbuh subur di media tanam atau tanah yang subur dengan seizin dan anugerah dari Allah SWT sehingga menjadi yang terbaik. Begitu pula tanaman tidak subur di media tanam atau tanah yang tidak subur (tandus) dengan seizin dan anugerah Allah SWT sehingga tidak menjadi yang terbaik. Dengan seizin Allah, tanaman-tanaman dapat bertumbuh di tanah atau media tanam yang terdapat di permukaan bumi dalam kondisi yang baik atau buruk.

Ampas tahu merupakan limbah organik industri yang dapat mengotori dan merusak lingkungan apabila tidak diolah dengan tepat. Apabila dibuang langsung

ke lingkungan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap bahkan mengganggu makhluk hidup yang ada sekitarnya. Pada dasarnya Allah tidak pernah menciptakan sesuatu yang sia-sia seperti limbah ampas tahu yang mengandung nutrisi dan mineral yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Allah berfirman dalam Q.S Ali Imran [3]: 191 sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata, “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia, Maha Suci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”) (Ali Imran [3]: 191).

Berdasarkan tafsir al-Mishbah surat Ali Imran ayat 191 menjelaskan bahwa Allah SWT adalah objek zikir. Sedangkan ciptaan Allah berupa fenomena alam dijadikan objek akal. Hal ini menunjukkan bahwa pengenalan tentang dunia bergantung pada akal yaitu berpikir dan pengenalan tentang Allah lebih berdasarkan hati (kalbu). Pemikiran (akal) tentang peristiwa alam dapat dipikirkan dengan kebebasan sebanyak mungkin, tetapi pemikiran (akal) tentang hakikat Allah terbatas.. Manusia dengan bekal akal yang dimiliki dapat melakukan aktivitas berpikir, membaca, menelaah dan meneliti fenomena-fenomena yang ada disekitar sehingga dapat menemukan ilmu atau pengetahuan baru. Temuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang dan terbarukan akan menjadikan para ulul albab senantiasa meyakini dan mensyukuri setiap ciptaan Allah yang sangat bermanfaat dan tidak sia-sia (Shihab, 2002).

Limbah ampas tahu yang berasal dari kedelai adalah salah satu ciptaan Allah SWT yang memiliki berbagai manfaat bagi makhluk hidup. Limbah ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak hingga pupuk organik bagi tumbuhan. Dengan akal pikiran manusia dapat mengolah kembali limbah ampas tahu dengan pengetahuan dan teknologi yang ada sehingga dapat bermanfaat dan tidak terbuang sia-sia.

Kombinasi pupuk organik cair (POC) ampas tahu dengan ABmix memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale. Sebagaimana Allah berfirman dalam Q.S Al-Qomar [54]: 49 sebagai berikut:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: “*Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*” (Al-Qamar [54]: 49).

Berdasarkan penafsiran Quthb (2004) ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu menurut ukuran, ukuran yang menentukan kadarnya. Konsentrasi kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix yang memberikan hasil terbaik yaitu 20 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABmix dengan menggunakan media tanah. Konsentrasi tersebut didapatkan berdasarkan hasil pengamatan setelah 60 HST kale pada semua parameter, yang mana dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah tanaman kale. Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah memiliki sifat “Ar Razzaq” (Maha Pemberi Rezeki), dimana ampas tahu diumpamakan sebagai rezeki yang memiliki manfaat untuk diolah menjadi POC ampas tahu dan digunakan sebagai sumber nutrisi tumbuhan yang ditanam.

Salah satu sektor terpenting untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia yaitu budidaya tanaman. Pada zaman sekarang lahan pertanian konvensional semakin berkurang karena adanya pembangunan gedung- gedung dan sebagainya. Dengan adanya budidaya tanaman hidroponik menjadi salah satu solusi atau alternatif pertanian modern di lahan sempit. Allah berfirman dalam Q.S An-Nahl [16]: 10-11 sebagai berikut:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾ يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: “Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan, pada kamu menggembala ternakmu. Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanaman-tanaman, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berfikir.” (An-Nahl [16]: 10-11).

Berdasarkan tafsir Al-Misbah pada surat An-Nahl ayat 10 diatas menjelaskan bahwa keagungan Allah SWT yang menggunakan air sebagai perantara untuk menumbuhkan berbagai tumbuh-tumbuhan dengan subur. Yang mana tanaman tersebut digunakan sebagai persediaan atau sumber makanan bagi manusia dan hewan. Selain itu, ayat 11 menjelaskan bahwa kata “berpikir” mengacu pada manusia agar selalu merenungkan segala sesuatu yang Allah SWT ciptakan. (Shihab, 2002).

Budidaya tanaman sistem hidroponik juga dapat mengurangi risiko yang terjadi pada pertanian konvensional. Salah satunya yaitu residu kimia yang tertinggal dalam tanaman yang dibudidayakan konvensional. Hidroponik juga dapat menjadi solusi pertanian modern di lahan yang sempit seperti di perkotaan.

Tanaman hidroponik memiliki kualitas yang lebih baik dan sehat karena menggunakan nutrisi organik untuk pertumbuhan tanaman. Sedangkan kuantitas tanaman juga dapat lebih meningkat daripada tanaman pertanian konvensional karena lebih terkontrol dan terjaga seperti dari hama atau penyakit.

Hikmah yang dapat dipetik dalam penelitian ini adalah sebagai manusia terutama mahasiswa biologi dapat mempelajari adanya kebesaran dan kekuasaan Allah SWT melalui lingkungan sekitar. Salah satunya penggunaan limbah ampas tahu yang dapat diolah kembali menjadi pupuk organik cair agar menjadi bermanfaat dan tidak sia-sia. Selain itu juga dapat mengurangi kerusakan alam dengan cara mengolah kembali limbah yang dapat mencemari lingkungan sehingga dapat menjaga keseimbangan alam. POC ampas tahu tidak memiliki risiko berbahaya bagi tanaman dan lingkungan dikarenakan terbuat dari bahan organik yang dapat diterima oleh alam dan tidak meninggalkan residu kimia yang berbahaya. Dan penggunaan sistem hidroponik substrat yang dapat menjadi solusi manusia untuk bercocok tanam tanpa menggunakan tanah dan tidak membutuhkan lahan yang luas. Manusia dapat memanfaatkan media tanam lainnya untuk bercocok tanam sehingga dalam kondisi lingkungan yang kurang mendukung atau keadaan darurat manusia dapat tetap mendapatkan sumber makanan untuk kebutuhan-sehari-hari. Hal ini dapat membuat manusia bersyukur atas segala ciptaan Allah SWT.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Jenis substrat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*). Pasir malang memberikan hasil terbaik pada semua variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat basah.
2. Kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*). Kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5 ml/L ABmix memberikan hasil pengamatan tertinggi pada semua variabel pengamatan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat basah tanaman.
3. Interaksi antara jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix berpengaruh nyata terhadap variabel luas daun. Penggunaan substrat pasir malang dan pemberian nutrisi 20 ml/L POC ampas tahu yang dikombinasikan dengan 2,5 ml/L ABmix memberikan hasil tertinggi variabel luas daun sebesar 2,5356 cm<sup>2</sup>.
4. Keragaan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) menunjukkan adanya hasil yang berbeda-beda antara jenis substrat dan kombinasi POC ampas tahu dengan ABmix. Penggunaan substrat *cocopeat* dengan pemberian POC ampas tahu 10 ml/L dan 30 ml/L yang dikombinasikan dengan 2,5 ml/L ABmix menunjukkan gejala abnormal pada daun yang ditunjukkan dengan daun yang menguning sebagai indikasi klorosis, disamping itu pertumbuhan tanaman kale yang lebih kerdil. Sedangkan pada substrat arang sekam dengan

pemberian POC ampas tahu 30 ml/L yang dikombinasikan dengan 2,5 ml/L ABmix dan 20 ml/L POC ampas tahu menunjukkan gejala abnormal pada daun yang menguning sebagai indikasi klorosis.

## 5.2 Saran

Saran yang diharapkan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Jenis substrat pasir malang dan arang sekam direkomendasikan untuk pembudidayaan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) secara hidroponik sistem substrat.
2. Penggunaan dosis kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu dengan 2,5ml/L ABmix direkomendasikan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kale (*Brassica oleracea var. Acephala*).
3. Penelitian disarankan melakukan penyemprotan pestisida organik pada tanaman seminggu sekali untuk mencegah dan menghindari gangguan hama pada tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aarden, R. D. A. 2020. Pupuk Organik Cair Limbah Tahu Untuk Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Skripsi*. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Abad M, Noguera P, Puchades R, Maquieira A, and Noguera V. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants *Bioresour. J. Technol.* 82 no 3 pp 241–245.
- Abdullah, M. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Bogor. Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Acikgoz, F. E. 2011. Mineral, vitamin C and crude protein contents in kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) at different harvesting stages. *African Journal of Biotechnology*, 10(75): 17170 – 17174.
- Agoes, D. 2010. *Aneka Jenis Media Tanam dan Penggunaannya*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Agustin, H., & Ichniarsyah, A. N. 2018. Efektivitas  $KNO_3$  Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Vitamin C Kale. *J. Agrin.* 22(1), 46.
- Aini, N., & Azizah, N. 2018. *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidroponik*. Universitas Brawijaya Press.
- Aisyah, Siti, Novianti Sunarlim, dan Bakhendri Solfan. 2011. PENGARUH URINE SAPI TERFERMENTASI DENGAN DOSIS DAN INTERVAL PEMBERIAN YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agroteknologi*. Vol. 2. No. 1.
- Al Amin, A., Yulia, A. E., & Nurbaiti, N. 2017. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 4(2), 1-11.
- Ali, Mahrus, Fauziatun Nisak, dan Yeni Ika Pratiwi. 2020. PEMANFAATAN LIMBAH CAIR IKAN TUNA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCHOY DENGAN WICK SYSTEM HYDROPONICS. *Agricultural Journal*. Vol. 3 No. 2: 186-193.
- Aliyena, A., Napoleon, A. N. A., & Yudono, B. 2015. Pemanfaatan limbah cair industri tahu sebagai pupuk cair organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Jurnal penelitian sains*, 17(3).
- Anita, Tabrani, G., dan Idwar. 2016. Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) di Medium Gambut pada Berbagai Tingkat Naungan dan Dosis Pupuk Nitrogen. *Doctoral dissertation*. Riau University.

- Anugrah, P., Susanti, T., & Suraida, S. 2021. *PEMANFAATAN LIMBAH TAHU SEBAGAI PUPUK CAIR UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG MANIS (Zea mays saccharata Sturt.)* (Doctoral dissertation, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi).
- Apriliani, R. P. 2021. *Pengaruh konsentrasi nutrisi AB mix dan POC cangkang telur ayam broiler serta jenis media tanam terhadap produksi sawi caisim (Brassica juncea L. Czern. Var. Tosakan) hidroponik* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Arbaiyah, I. 2003. *Kandungan Protein dan Kalsium serta Daya Terima Susu Kedelai yang dibuat dari Ampas Tahu dengan Penambahan Bahan Pengental*. Skripsi. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Ardianta, I. N. W., Rai, I. N., & Mayadewi, N. N. A. 2021. RESPON PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) PADA BERBAGAI JENIS MEDIA TUMBUH DALAM SISTEM BUDIDAYA VERTIMINAPONIK. *Plumula: Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 9(2), 80-90.
- Arifin, R. 2016. *Bisnis Hidroponik Ala Roni Kebun Sayur*. Jakarta. Agromedia Pustaka. Pp 37-38.
- Arinong, Abd. Rahman., dan Chrispen Dalrit Lasiwua. 2011. Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem*. Volume 7. No. 1.
- Asmoro, Y., Suranto dan D. Sutoyo. 2008. Pemanfaatan Limbah Tahu untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica chinensis*). *Jurnal Bioteknologi*, 5(2): 51-55.
- Bachtiar, S., Rijal, M., & Safitri, D. 2017. Pengaruh komposisi media hidroponik terhadap pertumbuhan tanaman tomat. *Biosel: Biology Science and Education*, 6(1), 52-60.
- Broto, W., Arifan, F., Supriyo, E., Pudjihastuti, I., Safitri, E. V., & Shulthoni, M. A. 2021. PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU MENJADI PUPUK ORGANIK CAIR DI DESA SUGIHMANIK. *Inisiatif: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 60-62.
- Chhetri, S., Dulal, S., Subba, S., & Gurung, K. (2022). Effect of different growing media on growth and yield of leafy vegetables in nutrient film technique hydroponics system. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 7(1), 12-19.
- Cholvistaria, M., Widowati, H., & Sutanto, A. 2021. Hubungan Penurunan Vitamin C Sayuran Hiperakumulator Dengan Residu Zat Aktif Insektisida Fipronil. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(3).

- Dahlianah, Inka, Ita Emilia, dan Rih Laksmi Utpalasri. 2012. RESPON PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI PAGODA (*Brassica narinosa* L.) DENGAN SUBSTITUSI POC SAMPAH RUMAH TANGGA SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG. *Jurnal Agrotek Tropika*. Vol. 9. No. 2.
- Dalimoenthe, S. L. 2013. Pengaruh media tanam organik terhadap pertumbuhan dan perakaran pada fase awal benih teh di pembibitan. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 16(1), 1-11.
- Dwidjosoepuro. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Elfarisna, E., Puspitasari, S. R. T., Widad, S. A., Suryati, Y., & Pradana, N. T. 2015. Pemanfaatan inokulan air limbah cucian beras sebagai pupuk organik pada tanaman sedap malam. *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*, 16(2), 43-49.
- Epstein, E. 1972. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. New York: Wiley.
- Fajri, L. N., & Soelistyono, R. 2018. Pengaruh Kerapatan Tanaman dan Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea var acephala*) The Influence Of Planting Density and Urea Fertilization To Growth and Yield Of Kale (*Brassica oleracea var acephala*). *Plantropica Journal of Agricultural Science*. 3(2), 133–140.
- Febrianto, M., Sutoto, S. B., & Suwardi, S. 2019. THE EFFECT OF GIVING GIBBERELLIN ON THE GROWTH AND YIELD OF CHERRY TOMATOES (*Lycopersicon esculentum var. cerasiforme*) IN VARIOUS OF PLANTING MEDIA WITH SUBSTRATE HYDROPONIC SYSTEMS. *Agrivet*, 25(1), 25-37.
- Ginanjari, M., A. Rahayu, dan OL Tobing. 2021. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica oleracea var. Alboglabra*) Pada Berbagai Media Tanam dan Konsentrasi Nutrisi AB Mix dengan Sistem Hidroponik Substrat. *Jurnal Agronida*. Volume 7. Nomor 2. ISSN 2407-9111.
- Gultom, R. 2018. “Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) terhadap Pemberian Pupuk Organiak Cair (POC) Limbah Tahu pada Berbagai Media Tanam Secara Fertigasi. *Skripsi*. Universitas Medan Area Medan.
- Gustia, H. 2013. Pengaruh Penambahan Sekam Bakar Pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *E-Journal WIDYA Kesehatan Dan Lingkungan*, 1 (1), 12–17.
- Hadisuwito, Sukanto. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Cetakan ketiga. Jakarta. Agromedia Pustaka.

- Hairuddin, R., & Edial, A. A. 2019. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 7(1), 97-106.
- Hamli, F., Iskandar, M. L., & Ramal, Y. 2015. Respon pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) secara hidroponik terhadap komposisi media tanam dan konsentrasi pupuk organik cair. *Jurnal Agrotekbis*, 3(3), 290-296.
- Hamzah, F., Vandalisna, V., & Muslimin, M. 2017. PENGARUH BEBERAPA JENIS MEDIA TANAM HIDROPONIK TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SELEDRI (*Apium graveolens* L.): EFFECT OF SOME TYPES OF PLANT MEDIA HYDROPONICS ON SELEDRI PLANT GROWTH (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Agrisistem*, 13(2), 129-137.
- Handayani, T., & Niam, H. M. A. 2018. Pemanfaatan Limbah Tahu sebagai Pupuk Cair Organik dan Es Krim untuk Meningkatkan Pendapatan dan Pengembangan Produk. *Jurnal Dedikasi*, 15.
- Hartus, T. 2008. Berkebun Hidroponik Secara Murah. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Helm, Von Johannes. 1963. *Morphologisch-taxonomische Gliederung der Kultursippen von Brassica oleracea* L.
- Hidayanti, L., & Kartika, T. 2019. Pengaruh nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(2), 166-175.
- Hidayanto, Ariyo Prabowo. 2017. Teknologi Fermentasi. Jakarta: Esa Unggul Press.
- Huda, N. 2020. *Efektivitas Pupuk Organik Cair Cangkang Telur Ayam Broiler Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa*) Secara Hidroponik Sebagai Penunjang Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. Aceh. Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan. UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Hugar, G. M., Sorganvi, V., Hiremath, G. M., & Hugar, G. M. 2012. Effect of organic carbon on soil moisture. *Indian Journal Of Natural Sciences International Bimonthly* ISSN, 976, 0997.
- Indrawati, R., D. Indradewa dan S.N.H. Utami, 2012. *Pengaruh Komposisi Media dan Kadar Nutrisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)*. UGM, Yogyakarta.
- Ingels, J.E. 1985. *Ornamental Horticulture. Principles and Practices State University of New York Agricultural and Technical College*. Delmar Publisher Inc.

- Irawan, A., & Hidayah, H. N. 2014. Suitability of cocopeat as a transplanting media in the polytube of *Magnolia elegans* (blume.) H. Keng seedlings. *Jurnal Wasian*, 1(2), 73-76.
- Irianto. 2008. Pertumbuhan Dan Hasil Kailan (*Brassica Albogabra*) Pada Berbagai Dosis Limbah Cair Sayuran. *Jurnal Agronomi*, 12(1): 50 – 53.
- Israhadi. 2009. Pengaruh Macam dan Kepekatan Larutan Ekstrak Kompos Sebagai Sumber Nutrisi Pada Perbesaran Bibit *Adenium* Sp. Dengan Sistem Hidroponik Substrat. (Skripsi). Fakultas Pertanian, UNS. Surakarta.
- Istiqomah, Siti. 2007. Menanam Hidroponik. Jakarta. Azka Press.
- Iqbal, Muhammad. 2016. Simpel Hidroponik. Yogyakarta. Lily Publisher.
- Jatsiyah, V., Rosmalinda, R., Sopiana, S., & Nurhayati, N. 2020. Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Industri Tahu. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 68-73.
- Jeyalakshmi, S. & Radha, R. 2017. A Review on Diagnosis of Nutrient Deficiency Symptoms in Plant Leaf Image Using Digital Image Processing. *ICTACT Journal on Image and Video Processing*, 7(4), 1515–1524. <https://doi.org/10.21917/ijivp.2017.0216>
- Jones, J. B. 2005. *Hydroponic: A Pratical Guide for the Soilless Grower*. Washington DC. CRL Press.
- Jones Jr, J. B. 2016. *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower*. CRC press.
- Jumiati, E. 2009. Pengaruh berbagai konsentrasi em4 pada fermentasi pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (*amaranthus tricolor l.*) secara hidroponik.
- Jupry, Reprianus dan Theresa Dwi Kurnia. 2020. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung Terhadap Konsentrasi Pupuk Organik Cair dari Limbah Ampas Tahu. *Jurnal Pertanian Agros*. Vol. 22. No.1.
- Karima, N. 2018. *Pengaruh Komposisi Media Tanam Dan Pupuk N Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (Brassica Oleraceae L.)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Karimah, Muhimmatul. 2022. Pengaruh Pupuk Organik Cair Limbah Cair dan Padat Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa L.*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Khomsah, M. R., & Chusnah, M. 2021. *Efektivitas Berbagai Media Tanam terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (Ipomea reptans Poir) dengan Hidroponik Sistem DFT (Deep Flow Technique)*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas KH. A. Wahab Hasbullah.

- Korus, A. 2011. Level of vitamin C, polyphenols, and antioxidant and enzymatic activity in three varieties of kale (*Brassica Oleracea L. Var. Acephala*) at different stages of maturity. *International Journal of Food Properties*, 14(5): 1069 – 1080.
- Krumbein, A., Kroh, L.W., Rohn, S., Schmidt, S., Schreiner, M., dan Zietz, M., 2010. Identification Of Complex, Naturally Occurring Flavonoid Glycosides In Kale (*Brassica oleracea var. sabellica*) By High-Performance Liquid Chromatography Diode-Array Detection/Electrospray Ionization MultiStage Mass Spectrometry, *Rapid Commun. Mass Spectrom*, 24: 2009–2022.
- Kusumaningtyas, A., Nuraini, Y., & Syekhfani, S. 2015. PENGARUH KECEPATAN DEKOMPOSISI PUPUK ORGANIK CAIR LIMBAH TAHU TERHADAP SERAPAN N DAN S TANAMAN JAGUNG PADA ALFISOL. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(2), 227-235.
- Laksono, R. A. 2020. Pengujian efektivitas jenis media tanam dan nutrisi terhadap produksi kubis bunga (*Brassica oleracea L. var. Botrytis, subvar. Cauliflora DC*) kultivar Mona F1 pada sistem hidroponik. *Kultivasi*, 19(1), 1030-1039.
- Latifah, N. 2011. *Limbah Organik, Anorganik, dan B3*.
- Lawrence G, 1964. *Taxonomy Of Vascular Plants*. New York. The Macmillan Company.
- Lestari, Y. P., Helilusiatiningsih, N., & Pebriana, E. 2022. Response of Liquid Organic Fertilizer and Type of Media on Pakcoy (*Brassica Rapa*.) Production by Wick Hydroponics. *Journal of Soilscape and Agriculture*, 1(1), 32-39.
- Liferdi, L. dan C. Saparinto. 2016. *Vertikultur Tanaman Sayur*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Lingga, P. 2009. *Hidroponik: Bercocok Tanam Tanpa Tanah (Edisi Revisi)*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Lingga, P. 2006. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Edisi revisi, Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lisa, P. E. 2020. *Aplikasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Defisiensi Unsur Hara Tanaman Hidroponik Pertanian Berbasis Web* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Mahanani, C. R. L. 2003. *Pengaruh Media Tanam dan Pupuk NPK terhadap Produksi Tanaman Pak –choi (Brassica chinensis) Varietas green Pakchoi*. Bogor: Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Pertanian Institut Pertanian Bogor.

- Maitimu, D. K., & Suryanto, A. (2018). Pengaruh media tanam dan konsentrasi AB-MIX pada tanaman kubis bunga (*Brassica oleraceae* var *botrytis* L.) sistem hidroponik substrat. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(4), 516-523.
- Manurung, Fetryani Soni, Yulita Nurchayati, dan Nintya Setiari. 2020. Pengaruh pupuk daun Gandasil D terhadap pertumbuhan, kandungan klorofil dan karotenoid tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Biologi Tropika*. Vol. 3. No. 1. Hal. 24-32.
- Ma'ruf, A. F., Sugiarto, S., & Agustini, R. Y. 2021. Pemberian Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga (*Brassica oleraceae* var *botrytis* L.). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(6), 153-162.
- Mas'ud, H. 2009. Sistem hidroponik dengan nutrisi dan media tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil selada. *Media Litbang Sulteng*, 2(2).
- Mayrowani. 2012. Pengembangan Pertanian Organik di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. Vol. 30 No. 2, 91-108.
- Migliozzi, M., D. Thavarajah, P. Thavarajah, P. Smith. 2015. Lentil and kale: complementary nutrient – rich whole food sources to combat micronutrient and calorie malnutrition. *Nutrients*, 7(11): 9285 – 9298.
- Moesa, Zulfikar. 2016. *Hidroponik Kreatif Membangun Instalasi Unik Menggunakan Barang Bekas*. Jakarta. Agrimedia Pustaka.
- Moi, Anastasia R., Dingse Pandiangan, Parluhutan Siahaan, dan Agustina M Tangapo. 2015. Pengujian Pupuk Organik Cair dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE*. Vol. 4. No. 1. Hal 15-19.
- Mufida, L. 2013. Pengaruh Penggunaan Konsentrasi FPE (Fermented Plant Extract) Kulit Pisang Terhadap Jumlah Daun. *Kadar Klorofil dan Kadar Kalium Pada Tanaman Seledri (Apiumgraveolens)*. IKIP PGRI Semarang. Semarang, 126.
- Muliawan, L. 2009. *Pengaruh Media Semai Terhadap Pertumbuhan Pelita (Eucalyptus pellita F.Muell)*. Skripsi. Bogor. Institut Pertanian Bogor. 104 hlm.
- Nelson, R. 2009. Methods Of Hydroponic Production. *Aquaponics Journal*. Montello. USA.
- Novizan. 2005. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Jakarta. Agromedia Pustaka.
- Neugart, S., Hans P. K., Michaela Z., Monika S., Sascha R., Lothar W. K., Angelika K. 2012. The Effect of Temperature and Radiation on Flavonol Aglycones and Flavonol Glycoside of Kale (*Brassica oleracea* var *sabellica*). *J. Food chemistry*. 133: 1456-1465.

- Nugroho, Y. 2009. Analisis sifat fisik-kimia dan kesuburan tanah pada lokasi rencana hutan tanaman industri pt prima multibuana. *Hutan Tropis Borneo*, 10(27), 222-229.
- Nurdianna, D. 2018. Sebuah Pengantar Studi Tantangan Pemikiran Kontemporer di Sektor Pertanian. *Tasfiah: Jurnal Pemikiran Islam*, 2(2), 333-356.
- Nurhidayati, 2017. *Kesuburan dan Kesehatan Tanah: Suatu Pengantar Penilaian Kualitas Tanah Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Malang. Intimedia.
- Nurjamah, Bibiana Rini Widiati Giono, dan Haerul. 2022. Pertumbuhan Sawi Pakcoy Sistem Hidroponik Wick pada Beberapa Media Tanam. *J. Agrotan*. Volume 8 (1).
- Nuryani, E., Haryono, G., 2019. Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian Pupuk P Terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris*, L.) Tipe Tegak 4.
- Oktaviani, E., dan S. M. Sholihah. 2018. Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Sistem Vertikultur. *Jurnal Akrab Juara*. Volume 3. No. 1.
- Pang, J, H. Sun, A. Nduwimana, Y. Wang, G. Zhou, Y. Ying dan R. Zhang. 2008. Hydroponic plate/fabric/grass system for treatment of aquacultural wastewater. *J. Aquacultural Engineering*. 38 (1): 77.
- Pandebesie, E. S., dan Rayuanti, D. 2012. Pengaruh Penambahan Sekam pada Proses Pengomposan Sampah Domestik. *Jurnal Lingkungan Tropis*. Jurusan Kimia ITS Surabaya. 6(1), 31-40.
- Pasaribu, E.A. 2009. *Pengaruh Waktu Aplikasi dan Pemberian Berbagai Dosis Kompos Azolla (*Azolloa* sp) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* Var. *Acephala* DC)*. Skripsi. Medan: Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Univeritas Sumatra Utara.
- Permanasari, I., B. Solfan, dan A.R. Annisava. 2012. *Dasar- Dasar Agronomi*. Pekanbaru. Suska Press. 145 hal.
- Pracaya. 2005. *Kol Alias Kubis*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Prayugo, S. 2007. *Media Tanam untuk Tanaman Hias*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Prihmantoro dan Indriani. 2003. Pengaruh Macam Media dan Intensitas Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Anthurium Gelombang Cinta (*Anthurium Plowmanii*). Fakultas Pertanian Sebelas Maret. Surakarta.
- Purba, J. H., Parmila, I. P., & Dadi, W. 2021. Effect of soilless media (hydroponic) on growth and yield of two varieties of lettuce. *Agricultural Science*, 4(2), 154-165.

- Purwanto, A. W. 2006. *Euphorbia Tampil Prima dan Semarak Bunga*. Yogyakarta. Kanisius.
- Quthb, S. 2004. *Tafsir fi Zhilalil-Qur'an di Bawah Naungan Al-Qur'an Jilid 9*. Jakarta. Gema. Insani Press.
- Raharjeng, A. R. P., Fatiqin, A., & Sunarti, R. N. (2018). Sistem Tanam Hidroponik Sayur Bayam Merah (*Amaranthus Gangeticus*) Dengan Menggunakan Limbah Cair Tahu Sebagai Nutrisi Pertumbuhan. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 1(1), 1-9.
- Rahmawati, Lina, Lesti Trianti, dan Zuraidah. 2018. PENGARUH LIMBAH TAHU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SELEDRI (*Apium graveolens* L). *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. Vol. 6. No. 1.
- Rakesh, S., Pareek, N. K., & Rathore, R. S. 2021. Visual Nutrient Deficiency Symptoms in Plants. *Agrospheres:E-Newsletter*, 2(4), 42–45.
- Ramadhan, D., Riniarti, M., & Santoso, T. 2018. The Utilization of Cocopeat as Growing Media for *Paraserianthes falcataria* and *Intsia palembanica*. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(2), 22-31.
- Rana, M. K. dan N. C. Mamatha. 2007. *Vegetable Crop Science*. CRC Press Taylor & Francis Group. P 43.
- Rezaldi, F., & Hidayanto, F. 2022. POTENSI LIMBAH FERMENTASI METODE BIOTEKNOLOGI KOMBUCHA BUNGA TELANG (*ClitoriaternateaL*) SEBAGAI PUPUK CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN CABAI RAWIT (*CapsiumfrutencesL. Var Cengek*). *JURNAL PERTANIAN CEMARA*, 19(2), 79-88.
- Rinsema, W. T. 2010. *Pupuk dan Cara pemupukan*. Jakarta. Bhratara KaryaAksara.
- Roidah, I. S. 2014. Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Bonorowo*, 1(2), 43-49.
- Rubatzky, V. E. dan Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia 2*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Rukmana, R. 2005. *Bertanam Kailan dan Petsai*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Sagala, D., Ningsih, H., Sudarmi, N., Purba, T., Rezki, R., Panggabean, N. H., Mazlina, T. T. S., Mahyati, Asra, R., & Trisnawaty, A. R. 2022. *Pengantar Nutrisi Tanaman*. Padang. Yayasan Kita Menulis.
- Salisbury FB, and CW Ross. 1992. *Plant Physiology*. Belmont – California: Wadsworth Publishing Comp

- Salpiyana. 2019. *Studi Proses Pengolahan Cangkang Telur Ayam Menjadi Pupuk Organik Cair Organik Dengan Menggunakan EM4 Sebaai Inokulan*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Sani, B. 2015. *Hidroponik*. Jakarta. Penebar swadaya.
- Saptorini, S., Mariyono, M., & Kurniawan, D. D. 2021. PENGARUH KONSENTRASI PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN SAWI (BRASSICA CHINENSIS L.). *Jurnal AGROHITA: Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*, 6(2), 160-167.
- Sari, W., Syamsiah, M., & Perdana, D. J. 2022. PENGUJIAN KOMPOSISI MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN SELADA MERAH (*Lactuca sativa* var. *Red Rapids*) PADA HIDROPONIK DRIP IRRIGATION SYSTEM. *Pro-STek*, 4(2), 102-114.
- Sarida, D., Wahyudi, W., & Seprido, S. 2021. PENGARUH PEMBERIAN BERBAGAI KONSENTRASI GANDASIL-D TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN PAKCOY (*Brassica chinnensis* L.). *GREEN SWARNADWIPA: JURNAL PENGEMBANGAN ILMU PERTANIAN*, 10(4), 568-577.
- Setianingrum, I., Sintadani, E. D., Viani, V., Uuliyah, D., Faridani, M. F., & Putra, R. S. 2017. Metode ERASI (Gabungan Process Electro-Assisted Phytoremediation dan Aerasi) dengan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveira zizanioides* L) untuk Remediasi Air Limbah Logam Fe dan Cu. *Chimica et Natura Acta*, 5(3), 112-119.
- Setyamidjaja, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta. CV. Simplex. 122 Halaman.
- Shihab, M. Quraish. 2002. "*Tafsir al-Mishbah : Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*" Volume 5. Jakarta. Lentera Hati.
- Sholihat, S. N., Kirom, M. R., & Fathonah, I. W. 2018. Pengaruh kontrol nutrisi pada pertumbuhan kangkung dengan metode hidroponik nutrient film technique (NFT). *eProceedings of Engineering*, 5(1).
- Sofyan A dan I Muslimin. 2006. *Pengaruh Asal Bahan dan Media Stek terhadap Pertumbuhan Stek Batang Tembesu (Fragraea fragarans Roxb.)*. Prosiding Ekspose Hasil-hasil Penelitian Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan, Padang.
- Sugiono, D., Syah, B., & Rahmani, A. A. 2022. Kombinasi Poc Limbah Cair Tahu Dan Ab-Mix Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agrium*, 19(4), 372-377.

- Suhedi Phrimantoro, B. 1995. *Kandungan Zat Hara Pada Pupuk Organik Cair*. Surabaya: Pengolahan Lahan Sempit. Vol.32.
- Sukawati, I. 2010. *Pengaruh kepekatan larutan nutrisi organik terhadap pertumbuhan dan hasil baby kailan (brassica oleraceae var. Albo-glabra) pada berbagai komposisi media tanam dengan sistem hidroponik substrat*.
- Sunarjono. 2003. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta. UI Press. 428 hal.
- Sunartaty, R. 2021. PENINGKATAN NILAI TAMBAH LIMBAH PADAT MENJADI TEPUNG AMPAS TAHU PADA INDUSTRI TAHU DI DESA LAMTEUMEN KECAMATAN JAYA BARU KOTA BANDA ACEH. *Jurnal Abditani*, 4(1), 47-50.
- Suprpti, Lies. 2005. *Pembuatan Tahu. Edisi Teknologi Pengolahan Pangan*. Yogyakarta. Kanisius.
- Susanto, S. 2002. *Budidaya Tanaman Hidroponik*. Modul Pelatihan Aplikasi Teknologi Hidroponik untuk Pengembangan Agribisnis Perkotaan. Bogor.
- Susilo, I. B. 2019. Pengaruh Konsentrasi dan Interval Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan Sistem Hidroponik DFT. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(1), 34-41.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta. 211 hlm.
- Sutarman, dan Miftakhurrohmat, A. 2019. *Kesuburan Tanah*. Sidoarjo. Umsida Press. 1-116.
- Sutedjo, M. M dan A. G. Kartasapoetra. 1987. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Bandung. PT. Bina Aksara.
- Syarief, E. 2015. My Trubus: Hidroponik Praktis. Jawa barat: PT Trubus Swadaya. Hal. 11-25. Wikipedia.—Hidroponik. 14 Februari 2017. Web. 09 Februari 2017.
- Tama, L. A. 2012. *Teknik Budidaya Tanaman Kailan (Brassica Oleraceae Var. Achepala) Di Upt Usaha Pertanian Aspakusa Makmur Teras Boyolali*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Tambunan, W.A. 2008. *Kajian Sifat Fisika dan Kimia Tanah Hubungannya dengan Produksi Kelapa Sawit (Elaeis guineensis, Jacq) di Kebun Kwala Sawit PTPN II*. Tesis. Medan. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Tanjung, F.A. 2007. *Pengaruh Jenis Bahan Dasar Kompos dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Secara Hidroponik Substrat*. Skripsi S1. Surakarta. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Taofik, A., Frasetya, B., Nugraha, R., & Sudrajat, A. 2019. The effects of substrat composition on the growth of Brassica oleraceae Var. Achepera with drip hydroponic. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1402, No. 3, p. 033031). IOP Publishing.
- Tomasic, M., Z. Zgorelec., A. Jurisic and I. Kisic. 2013. Cation Exchange Capacity Of Dominant Soil Types In The Republic Of Croatia. *Journal of Central European Agriculture*, 14 (13): 937-951.
- Uluputty, M. R. 2015. Pertumbuhan dan hasil seledri (*Apium grafeolens* L.) pada media pasir setelah diberikan gandasil d dan atonik. *Agrologia*, 4(1), 288738.
- Valentino, N. 2012. Pengaruh Pengaturan Kombinasi Media Terhadap Pertumbuhan Anakan Cabutan Tumih [*Combretocarpus rotundatus* (Miq.) Danser]. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Veazie, P., Cockson, P., Henry, J., Perkins-Veazie, P., & Whipker, B. 2020. Characterization of Nutrient Disorders and Impacts on Chlorophyll and Anthocyanin Concentration of Brassica rapa var. Chinensis. *Agriculture*, 10(10), 461.
- Wahyuningsih, Anis, Sisca Fajriani, dan Nurul Aini. 2016. Komposisi Nutrisi dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 4. No. 8. ISSN: 2527-8452. 595-601.
- Warman, Syawaluddin, dan Imelda Sari Harahap. 2016. PENGARUH PERBANDINGAN JENIS LARUTAN HIDROPONIK DAN MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN SERTA HASIL PRODUKSI TANAMAN SAWI (*Brassica juncea*. L) DRIF IRRIGATION SYSTEM. *Jurnal Agrohita*. Volume 1. Nomor 1.
- Wijayani, A., & Widodo, W. 2005. Usaha Meningkatkan Kualitas Beberapa Varietas Tomat dengan Sistem Budidaya Hidroponik. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 12(1), 77–83.
- Wijayanti, E., & Susila, A. D. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) secara Hidroponik dengan beberapa Komposisi Media Tanam. *Buletin Agrohorti*, 1(1), 104-112.
- Windusari Y, Sari NA, Yustian I, Zulkifli H. 2012. Estimation of carbon biomass from the understorey and litter vegetation at tailings deposition area of PT Freeport Indonesia. *Biospecies*. 5(1) 22-28.
- Wiratmaja, W. I. 2017. *Defisiensi dan Toksisitas Hara Mineral serta Responnya Terhadap Hasil*. [Bahan ajar]. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana. Bali.

- Yanti, C. W. B., Dermawan, R., Nafsi, N. S., Bahrun, A. H., Mollah, A., & Arafat, A. (2020, April). Response of kale (*Brassica alboglabra* L.) to various planting media and application of liquid inorganic nutrition in DWC (deep water culture) hydroponic systems. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 486, No. 1, p. 012113). IOP Publishing.
- Yau, P Y and Murphy, R J. 2000. *Biodegraded cocopeat as a horticultural substrate Acta Horticulturae*. 517 pp 275–278.
- Yusrianti. 2012. Pengaruh Pupuk Kandang Dan Kadar Air Tanah Terhadap Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.). *J. Agroteknologi*. Universitas Riau.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Tabel hasil pengukuran pH dan TDS larutan nutrisi kombinasi POC ampas tahu dengan ABMix sebelum penyiraman

No.	Perlakuan (ml/L)	pH	TDS (ppm)
1.	5 ml ABMix	6,95	109 ppm
2.	10 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7,09	734 ppm
3.	20 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7,26	830 ppm
4.	30 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7,34	923 ppm
5.	20 ml POC ampas tahu	7,42	403 ppm

**Lampiran 2.** Tabel hasil pengukuran pH larutan nutrisi kombinasi POC ampas tahu dengan ABMix setelah penyiraman

No.	Perlakuan (ml/L)	pH
1.	Arang sekam dan 5 ml ABMix	7,06
2.	Arang sekam dan 10 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	6,98
3.	Arang sekam dan 20 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7, 12
4.	Arang sekam dan 30 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7,02
5.	Arang sekam dan 20 ml POC ampas tahu	6,80
6.	<i>Cocopeat</i> dan 5 ml ABMix	6,82
7.	<i>Cocopeat</i> dan 10 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	6,39
8.	<i>Cocopeat</i> dan 20 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	6,48
9.	<i>Cocopeat</i> dan 30 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	6,25
10.	<i>Cocopeat</i> dan 20 ml POC ampas tahu	5,81
11.	Pasir malang dan 5 ml ABMix	7,06
12.	Pasir malang dan 10 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7,15
13.	Pasir malang dan 20 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7,28
14.	Pasir malang dan 30 ml POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	7,03
15.	Pasir malang dan 20 ml POC ampas tahu	6,80

**Lampiran 3.** Tabel hasil pengamatan pertumbuhan tanaman kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) 60 HST

<b>Perlakuan</b>	<b>Ulangan</b>	<b>Tinggi Tanaman (cm)</b>	<b>Jumlah Daun (helai)</b>	<b>Luas Daun (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Berat Basah (gram)</b>
Arang sekam dan 5 ml/L ABMix	1	17	18	276,477	71
	2	10,5	12	261,579	17
	3	14	10	252,631	15
Arang sekam dan kombinasi 10 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	11	15	116,744	21
	2	16	13	104,388	28
	3	21	14	88,723	36
Arang sekam dan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	18	20	314,543	113
	2	21	18	270,798	99
	3	24	15	256,363	84
Arang sekam dan kombinasi 30 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	11,5	14	171,000	24
	2	6,5	11	147,408	20
	3	7	13	139,024	28
Arang sekam dan 20 ml/L POC ampas tahu	1	8,5	12	92,622	16
	2	6	8	85,067	12
	3	7,5	10	84,665	14
<i>Cocopeat</i> dan 5 ml/L ABMix	1	9,5	9	38,511	4
	2	7	8	29,362	5
	3	8,5	10	35,794	7
Cocopeat dan kombinasi 10 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	8,5	12	58,021	7
	2	7	9	43,393	6
	3	8	11	51,383	16
<i>Cocopeat</i> dan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	10,5	14	84,685	17
	2	9	10	74,309	13
	3	10	13	76,312	18
	1	9,5	11	62,791	10
	2	8	9	47,082	8

<i>Cocopeat</i> dan kombinasi 30 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	3	9	10	61,871	9
<i>Cocopeat</i> dan 20 ml/L POC ampas tahu	1	7	7	26,84	5
	2	5	6	23,783	3
	3	6	8	24,056	4
Pasir malang dan 5 ml/L ABMix	1	15,5	16	247,879	63
	2	12	13	220,891	36
	3	8	10	212,967	9
Pasir malang dan kombinasi 10 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	15	15	132,19	33
	2	11,5	12	129,380	15
	3	22	14	101,907	28
Pasir malang dan kombinasi 20 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	26	30	420,411	169
	2	20,5	22	320,327	115
	3	14,5	15	300,208	60
Pasir malang dan kombinasi 30 ml/L POC ampas tahu + 2,5 ml ABMix	1	14	16	191,951	59
	2	11,5	15	168,927	44
	3	13	12	164,709	12
Pasir malang dan 20 ml/L POC ampas tahu	1	13	10	166,556	43
	2	5	8	156,328	16
	3	9	9	163,648	24

**Lampiran 4.** Tabel Analisis Kandungan POC Ampas Tahu

No.	Parameter	Hasil	SNI
1.	N	2,20%	>0,40%
2.	P	0,00085% (0,85 ppm)	>0,10%
3.	K	0,1072% (1072 ppm)	>0,20%
4.	C	10,32%	9,80-32,00%
5.	C/N	4,69%	11-30
6.	Ph	5,58	6,80-7,49

**Lampiran 5.** Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Tinggi Tanaman Kale**Tests of Normality**

	Perlakuan NM	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tinggi Tanaman	N0M1	,187	3	.	,998	3	,915
	N0M2	,219	3	.	,987	3	,780
	N0M3	,184	3	.	,999	3	,927
	N1M1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N1M2	,253	3	.	,964	3	,637
	N1M3	,253	3	.	,964	3	,637
	N2M1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N2M2	,253	3	.	,964	3	,637
	N2M3	,178	3	.	,999	3	,952
	N3M1	,353	3	.	,824	3	,174
	N3M2	,253	3	.	,964	3	,637
	N3M3	,219	3	.	,987	3	,780
	N4M1	,219	3	.	,987	3	,780
	N4M2	,175	3	.	1,000	3	1,000
N4M3	,175	3	.	1,000	3	1,000	

a. Lilliefors Significance Correction

**Tests of Homogeneity of Variances**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Tinggi Tanaman	Based on Mean	1,570	14	30	,146
	Based on Median	1,119	14	30	,382
	Based on Median and with adjusted df	1,119	14	14,454	,416
	Based on trimmed mean	1,545	14	30	,155

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tinggi Tanaman

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	939,667 <sup>a</sup>	14	67,119	6,649	<,001
Intercept	6301,250	1	6301,250	624,229	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC	471,556	4	117,889	11,679	<,001
Jenis_Media_Substrat	306,533	2	153,267	15,183	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC * Jenis_Media_Substrat	161,578	8	20,197	2,001	,081
Error	302,833	30	10,094		
Total	7543,750	45			
Corrected Total	1242,500	44			

a. R Squared = ,756 (Adjusted R Squared = ,643)

### Tinggi Tanaman

Duncan<sup>a,b</sup>

Konsentrasi Nutrisi (N)	N	Subset			
		1	2	3	4
N4	9	7,444			
N3	9	10,000	10,000		
N0	9		11,333	11,333	
N1	9			13,333	
N2	9				17,056
Sig.		,098	,380	,192	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 10,094.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b. Alpha = ,05.

### Tinggi Tanaman

Duncan<sup>a,b</sup>

Jenis Media Substrat (M)	N	Subset	
		1	2
M2	15	8,167	
M1	15		13,300
M3	15		14,033
Sig.		1,000	,534
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 10,094.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.			
b. Alpha = ,05.			

**Lampiran 6.** Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Jumlah Daun Tanaman Kale

#### Tests of Normality

	Perlakuan NM	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Jumlah Daun	N0M1	,292	3	.	,923	3	,463
	N0M2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N0M3	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N1M1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N1M2	,253	3	.	,964	3	,637
	N1M3	,253	3	.	,964	3	,637
	N2M1	,219	3	.	,987	3	,780
	N2M2	,292	3	.	,923	3	,463
	N2M3	,184	3	.	,999	3	,927
	N3M1	,253	3	.	,964	3	,637
	N3M2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N3M3	,292	3	.	,923	3	,463
	N4M1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N4M2	,175	3	.	1,000	3	1,000
N4M3	,175	3	.	1,000	3	1,000	
a. Lilliefors Significance Correction							

### Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Jumlah Daun	Based on Mean	2,103	14	30	,043
	Based on Median	1,316	14	30	,255
	Based on Median and with adjusted df	1,316	14	8,210	,355
	Based on trimmed mean	2,055	14	30	,048

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Jumlah Daun

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	605,467 <sup>a</sup>	14	43,248	5,707	<,001
Intercept	7144,200	1	7144,200	942,783	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC	357,467	4	89,367	11,793	<,001
Jenis_Media_Substrat	182,933	2	91,467	12,070	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC * Jenis_Media_Substrat	65,067	8	8,133	1,073	,407
Error	227,333	30	7,578		
Total	7977,000	45			
Corrected Total	832,800	44			

a. R Squared = ,727 (Adjusted R Squared = ,600)

### Jumlah Daun

Duncan<sup>a,b</sup>

Konsentrasi Nutrisi (N)	N	Subset		
		1	2	3
N4	9	8,67		
N0	9		11,78	
N3	9		12,33	
N1	9		12,78	
N2	9			17,44
Sig.		1,000	,474	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 7,578.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.				
b. Alpha = ,05.				

### Jumlah Daun

Duncan<sup>a,b</sup>

Jenis Media Substrat (M)	N	Subset	
		1	2
M2	15	9,80	
M1	15		13,53
M3	15		14,47
Sig.		1,000	,361
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 7,578.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.			
b. Alpha = ,05.			

**Lampiran 7.** Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Luas Daun Tanaman Kale

**Tests of Normality**

	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Luas_Daun	N0M1	,232	3	.	,980	3	,727
	N0M2	,271	3	.	,948	3	,560
	N0M3	,302	3	.	,910	3	,417
	N1M1	,198	3	.	,995	3	,870
	N1M2	,191	3	.	,997	3	,898
	N1M3	,355	3	.	,819	3	,161
	N2M1	,293	3	.	,922	3	,459
	N2M2	,317	3	.	,888	3	,349
	N2M3	,327	3	.	,871	3	,300
	N3M1	,287	3	.	,930	3	,488
	N3M2	,367	3	.	,794	3	,100
	N3M3	,332	3	.	,863	3	,276
	N4M1	,369	3	.	,788	3	,086
	N4M2	,356	3	.	,816	3	,154
N4M3	,277	3	.	,942	3	,534	
a. Lilliefors Significance Correction							

**Tests of Homogeneity of Variances**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
LAGLuas_Daun	Based on Mean	2,942	14	29	,007
	Based on Median	,418	14	29	,956
	Based on Median and with adjusted df	,418	14	16,37 1	,946
	Based on trimmed mean	2,556	14	29	,016

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Luas Daun

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	403434,592 <sup>a</sup>	14	28816,757	64,089	<,001
Intercept	938457,338	1	938457,338	2087,158	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC	135323,747	4	33830,937	75,241	<,001
Jenis_Media_Substrat	210254,594	2	105127,297	233,806	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC * Jenis_Media_Substrat	57856,251	8	7232,031	16,084	<,001
Error	13489,020	30	449,634		
Total	1355380,951	45			
Corrected Total	416923,613	44			
a. R Squared = ,968 (Adjusted R Squared = ,953)					

### Luas Daun

Duncan<sup>a,b</sup>

Konsentrasi Nutrisi (N)	N	Subset			
		1	2	3	4
N4	9	91,507 44			
N1	9	91,792 11			
N3	9		128,307 00		
N0	9			175,121 22	
N2	9				235,328 44
Sig.		,977	1,000	1,000	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 449,634.					
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.					
b. Alpha = ,05.					

### Luas Daun

Duncan<sup>a,b</sup>

Jenis Media Substrat (M)	N	Subset		
		1	2	3
M2	15	49,21300		
M1	15		177,4688 0	
M3	15			206,5519 3
Sig.		1,000	1,000	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 449,634.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.				
b. Alpha = ,05.				

**Lampiran 8.** Hasil ANOVA dan DMRT 5% pada Berat Basah Tanaman Kale**Tests of Normality**

	Perlakuan NM	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Berat_Basah	N0M1	,374	3	.	,777	3	,060
	N0M2	,253	3	.	,964	3	,637
	N0M3	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N1M1	,184	3	.	,999	3	,927
	N1M2	,353	3	.	,824	3	,174
	N1M3	,280	3	.	,938	3	,520
	N2M1	,177	3	.	1,000	3	,962
	N2M2	,314	3	.	,893	3	,363
	N2M3	,175	3	.	1,000	3	,990
	N3M1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N3M2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N3M3	,260	3	.	,958	3	,607
	N4M1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N4M2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	N4M3	,271	3	.	,948	3	,559

a. Lilliefors Significance Correction

**Tests of Homogeneity of Variances**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Berat_Basah	Based on Mean	3,097	14	30	,005
	Based on Median	1,647	14	30	,123
	Based on Median and with adjusted df	1,647	14	7,221	,255
	Based on trimmed mean	3,009	14	30	,006

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Berat Basah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	43744,311 <sub>a</sub>	14	3124,594	7,955	<,001
Intercept	47109,689	1	47109,689	119,933	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC	22394,533	4	5598,633	14,253	<,001
Jenis_Media_Substrat	13030,578	2	6515,289	16,587	<,001
Konsentrasi_Nutrisi_POC * Jenis_Media_Substrat	8319,200	8	1039,900	2,647	,025
Error	11784,000	30	392,800		
Total	102638,000	45			
Corrected Total	55528,311	44			

a. R Squared = ,788 (Adjusted R Squared = ,689)

### Berat Basah

Duncan<sup>a,b</sup>

Konsentrasi Nutrisi (N)	N	Subset	
		1	2
N4	9	15,22	
N1	9	21,11	
N3	9	23,78	
N0	9	25,22	
N2	9		76,44
Sig.		,338	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = 392,800.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b. Alpha = ,05.

**Berat Basah**

Duncan<sup>a,b</sup>

Jenis Media Substrat (M)	N	Subset	
		1	2
M2	15	8,80	
M1	15		39,87
M3	15		48,40
Sig.		1,000	,248
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 392,800.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.			
b. Alpha = ,05.			

**Lampiran 9. Berat Jenis Substrat Perpolybag**

No.	Jenis Substrat	Berat Substrat (gr/polybag)
1.	Arang Sekam	700 gr/polybag
2.	<i>Cocopeat</i>	600 gr/polybag
3.	Pasir Malang	3.500 gr/polybag

**Lampiran 10. Denah Pengacakan Perlakuan Pada Ruang Percobaan**

M 3 N 1 U 2	M 2 N 2 U 3	M 1 N 1 U 1	M 1 N 2 U 2	M 2 N 1 U 1	M 1 N 0 U 1	M 3 N 2 U 2	M 1 N 3 U 3	M 2 N 0 U 2	M 1 N 3 U 1	M 2 N 1 U 2	M 1 N 3 U 2	M 2 N 2 U 2	M 1 N 4 U 1	M 1 N 2 U 3	M 2 N 2 U 1
M 2 N 3 U 1	M 3 N 4 U 2	M 2 N 1 U 3	M 3 N 2 U 3	M 2 N 3 U 2	M 1 N 0 U 2	M 1 N 2 U 2	M 2 N 4 U 1	M 1 N 4 U 2	M 2 N 3 U 3	M 1 N 4 U 3	M 2 N 0 U 3	M 2 N 1 U 1	M 3 N 3 U 2	M 3 N 3 U 3	M 3 N 0 U 3
M 2 N 4 U 2	M 3 N 1 U 1	M 2 N 4 U 3	M 3 N 3 U 1	M 3 N 0 U 1	M 1 N 1 U 2	M 3 N 2 U 1	M 3 N 4 U 3	M 3 N 0 U 2	M 1 N 3 U 1	M 1 N 0 U 3	M 3 N 4 U 1	M 2 N 0 U 3	M 3 N 1 U 3	M 1 N 1 U 3	M 1 N 1 U 3

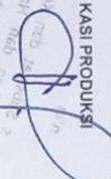
**Lampiran 11. Hasil Analisis POC Ampas Tahu di Lab. Tanah UPTD. PATPH Lawang**

**LAPORAN HASIL ANALISA ORGANIK**  
**LABORATORIUM UPT PENGEMBANGAN AGRIBISNIS TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA**  
**BEDALI - LAWANG**

NO	Asal/Contoh Tanah	pH Larut		Bahan Organik			BO %	P2O5 Olsen ppm	Larut Asam Ac pH 7.1 N (me)		KA
		H2O	KCL	% C	% N	C/N			K		
1	An. Nalla Imthyas POC Ampas Tahu	-	-	10.32	2.20	4.69	17.75	0.85	-	-	-

Sidoarjo, 12 *Yer* 2022

**ANALIS TANAH**  
  
**AMIRUL DAYANI, S.P.**  
 NIP. 19940925 202012 2 018

**KASI PRODUKSI**  
  
**SLAMET, S.P.**  
 NIP. 19730817 200003 1 014

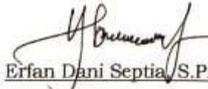
**PIU KEPALA UPT PATPH**  
  
**Drs. P. G. EDY HERMAWAN, MM**  
 NIP. 19860317 199503 1 001

**Lampiran 12.** Hasil Analisis POC Ampas Tahu di Lab. Sentral UMM

 		<b>LABORATORIUM SENTRAL</b> UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
		F. PM 5.10.1 Hal 2/2
Lampiran: E.7.b/4.178/Lab.Sentral-UMM/VIII/2022		
<b>No</b>	<b>Sampel</b>	<b>Kalium (ppm)</b>
1.	Pupuk 1	1072
<b>Metode</b>		<b>Spectrofotometer</b>

- Laboratorium menjaga kerahasiaan sampel uji
- Hasil analisis di atas sesuai dengan sampel yang diujikan
- Laboratorium tidak bertanggungjawab terhadap hasil di luar sampel yang dikirim
- Jika kesalahan ada pada pihak Laboratorium maka Laboratorium bertanggungjawab untuk melakukan analisa ulang.

Malang, 25 Agustus 2022  
 Penyelia

  
Erfan Dani Septia, S.P., M.P.

---

- Sertifikat ini hanya berlaku pada sampel yang diuji dan tidak boleh digandakan
- Sisa sampel akan kami simpan selama satu bulan dari tanggal terbit sertifikat

LABORATORIUM SENTRAL UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
 Jl. Raya Tlogomas No. 246 Kota Malang 65144 Telp (0341) 464318 Ext. 406

**Lampiran 13. Gambar Alat dan Bahan**

Polybag 30x30 cm



Nampan



pH meter



TDS meter



Galon



Kertas Label



Penggaris



Corong



Mangkok



Gelas ukur 1000 ml



Gelas ukur 50 ml



Gelas ukur 10 ml



Timbangan digital



Ember



Alat tulis



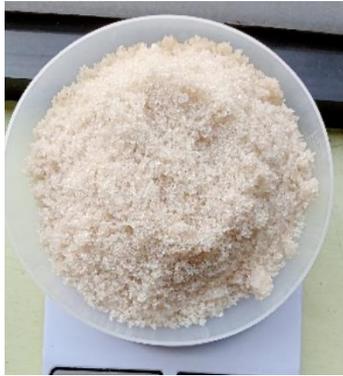
Benih kale



Ampas tahu



EM4



Gula pasir



Air



NaOH



ABmix



Pestisida organik



Pengaduk



Arang sekam

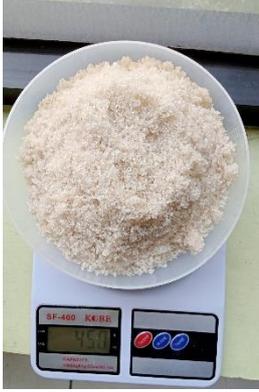


Cocopeat



Pasir Malang

### Lampiran 14. Pesiapan dan Proses Penelitian

 <p>Pembuatan POC Amplas Tahu</p>	 <p>POC Ampas Tahu</p>	 <p>Penyiapan Media Tanam</p>
 <p>Model Hidroponik</p>	 <p>Penanaman Benih Kale</p>	 <p>Pemberian Label Nama</p>
 <p>Penempatan Wadah Hidroponik</p>	 <p>Penyiraman</p>	 <p>Panen</p>

**Lampiran 15. Pengukuran Tanaman Kale**

Keseluruhan Tanaman



Pengukuran Tanaman



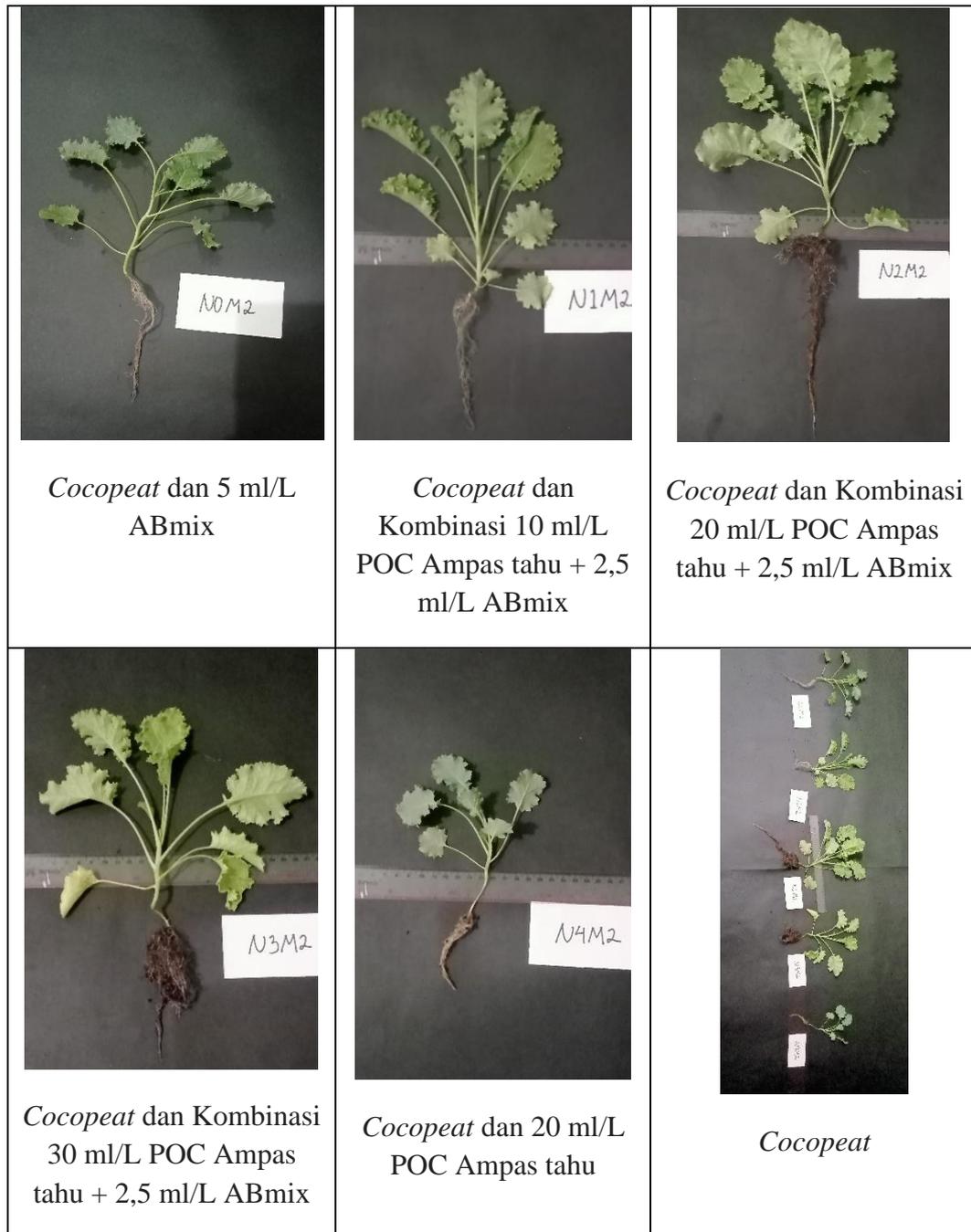
Pengukuran Daun

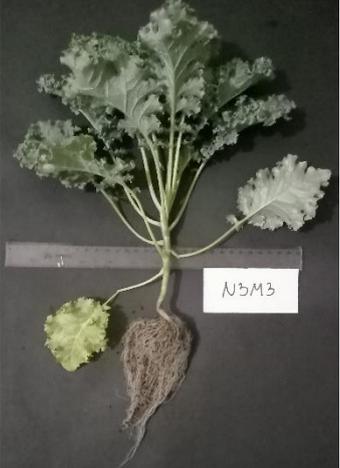


Penimbangan Berat Basah

**Lampiran 16. Pengamatan Tanaman Kale**

		
<p>Arang sekam dan 5 ml/L ABmix</p>	<p>Arang sekam dan Kombinasi 10 ml/L POC Ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix</p>	<p>Arang sekam dan Kombinasi 20 ml/L POC Ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix</p>
		
<p>Arang sekam dan Kombinasi 30 ml/L POC Ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix</p>	<p>Arang sekam dan 20 ml/L POC Ampas tahu</p>	<p>Arang Sekam</p>



 <p>A photograph of a plant specimen with a ruler for scale. The plant has a thick, fibrous root system and several green, lobed leaves. A small white label with the handwritten text 'N0M3' is placed next to the plant.</p>	 <p>A photograph of a plant specimen with a ruler for scale. The plant has a thick, fibrous root system and several green, lobed leaves. A small white label with the handwritten text 'N1M3' is placed next to the plant.</p>	 <p>A photograph of a plant specimen with a ruler for scale. The plant has a thick, fibrous root system and several green, lobed leaves. A small white label with the handwritten text 'N2M3' is placed next to the plant.</p>
<p>Pasir malang dan 5 ml/L ABmix</p>	<p>Pasir malang dan Kombinasi 10 ml/L POC Ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix</p>	<p>Pasir malang dan Kombinasi 20 ml/L POC Ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix</p>
 <p>A photograph of a plant specimen with a ruler for scale. The plant has a thick, fibrous root system and several green, lobed leaves. A small white label with the handwritten text 'N3M3' is placed next to the plant.</p>	 <p>A photograph of a plant specimen with a ruler for scale. The plant has a thick, fibrous root system and several green, lobed leaves. A small white label with the handwritten text 'N4M3' is placed next to the plant.</p>	 <p>A photograph showing four plant specimens arranged vertically, each with a ruler for scale. Each specimen has a thick, fibrous root system and several green, lobed leaves. Small white labels with handwritten text 'N5M3', 'N6M3', 'N7M3', and 'N8M3' are placed next to each plant.</p>
<p>Pasir malang dan Kombinasi 30 ml/L POC Ampas tahu + 2,5 ml/L ABmix</p>	<p>Pasir malang dan 20 ml/L POC Ampas</p>	<p>Pasir malang</p>



**KARTU KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Naila Imtiyas Hurin'in  
NIM : 18620097  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Genap TA 2022/2023  
Pembimbing I : Suyono, M.P  
Judul Skripsi : Pengaruh Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABMix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat

No.	Tanggal Bimbingan	Deskripsi Bimbingan	Status
1.	20-08-2021	Bimbingan judul skripsi	Sudah Dikoreksi
2.	01-10-2021	Bimbingan BAB I	Sudah Dikoreksi
3.	07-12-2021	Bimbingan BAB I	Sudah Dikoreksi
4.	04-04-2022	Bimbingan judul dan BAB II	Sudah Dikoreksi
5.	20-05-2022	Bimbingan BAB II dan III	Sudah Dikoreksi
6.	28-05-2022	Bimbingan BAB III	Sudah Dikoreksi
7.	18-06-2022	Bimbingan BAB I,II,III	Sudah Dikoreksi
8.	28-06-2022	Revisi dan acc seminar proposal	Sudah Dikoreksi
9.	24-02-2023	Bimbingan hasil olah data pertumbuhan kale di spss dan uji regresi	Sudah Dikoreksi
10.	07-03-2023	Bimbingan BAB IV	Sudah Dikoreksi
11.	15-03-2023	Revisi BAB IV	Sudah Dikoreksi
12.	20-03-2023	Revisi BAB IV dan Acc skripsi	Sudah Dikoreksi
13.	17-05-2023	Acc Naskah Skripsi	Sudah Dikoreksi

Pembimbing Skripsi I,

Suyono, M.P

NIP. 19710622 200312 1 002

Malang, 22 Mei 2023  
Ketua Program Studi,

Sandi Savitri, M.P.

NIP. 19741018 200312 1 002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

**KARTU KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Naila Imtiyas Hurin'in  
NIM : 18620097  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Genap TA 2022/2023 Pembimbing  
II : Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I  
Judul Skripsi : Pengaruh Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABMix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat

No.	Tanggal Bimbingan	Deskripsi Bimbingan	Status
1.	24-06-2022	Bimbingan BAB I dan II	Sudah Dikoreksi
2.	28-06-2022	Acc BAB I dan II	Sudah Dikoreksi
3.	09-03-2023	Bimbingan integrasi BAB IV	Sudah Dikoreksi
3.	27-03-2023	Bimbingan dan Acc abstrak	Sudah Dikoreksi
4.	30-03-2023	Acc integrasi BAB IV	Sudah Dikoreksi
5.	10-05-2023	Acc Naskah Skripsi	Sudah Dikoreksi

Pembimbing Skripsi II,

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

Malang, 22 Mei 2023

Ketua Program Studi,



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.  
NIP. 19741018 200312 1 002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN BIOLOGI

Jl Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp / Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

Form Checklist Plagiasi

Nama : Naila Imtiyas Hurin'in  
NIM : 18620097  
Judul : Pengaruh Jenis Substrat dan Kombinasi POC Ampas Tahu dengan ABMix Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Kale (*Brassica oleracea var. Acephala*) dengan Hidroponik Sistem Substrat

No	Tim Checkplagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Dr. Maharani Retna Duhita, M.Sc.,  PhD. Med. Sc	24%	



Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.  
Dosen Tetap Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.

NID: 19741018 200312 2 002