

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG KAMBING DAN  
MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI HIJAU  
(*Brassica juncea* L.)**

**SKRIPSI**

**RONA QOTRUN NADA  
NIM. 16620083**



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

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG KAMBING DAN  
MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI HIJAU  
(*Brassica juncea* L.)**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
RONA QOTRUN NADA  
NIM.16620083**

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

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

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG KAMBING DAN  
MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI HIJAU  
(*Brassica juncea* L.)**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
RONA QOTRUN NADA  
NIM.16620083**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal 02 Juni 2021**

**Pembimbing I**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018200312 2 2 002**

**Pembimbing II**



**M. Imamudin Lc. M.A  
NIP. 19740602 200901 1 010**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018200312 2 2 002**

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG KAMBING DAN  
MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI HIJAU  
(*Brassica juncea* L.)**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
RONA QOTRUN NADA  
NIM.16620083**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 02 Juni 2021**

**Ketua Penguji : Dr. Dwi Suheriyanto, M.P  
NIP. 19740325 200312 1 001**  
**Anggota Penguji 1 : Suyono, M.P  
NIP. 19710622200312 1 002**  
**Anggota Penguji 2 : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018200312 2 002**  
**Anggota Penguji 3 : M. Imamudin Lc, M.A  
NIP. 19740602 200901 1 010**

(*[Signature]*)  
(*[Signature]*)  
(*[Signature]*)  
(*[Signature]*)

**Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Biologi**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018200312 2 2 002**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji syukur kepada Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, taufik, nikmat dan hidayah-Nya yang tak bisa terhitung sehingga hingga saat ini saya masih bisa menuntut ilmu. Skripsi ini saya persembahkan terutama untuk kedua oran tua saya tercinta Bapak H. Muhammad Miftah dan Ibu Hj. Nur Indah yang selalu mendukung, memfasilitasi dan mendo'akan setiap langkah saya. Kepada kakakku Muhammad Islah Khabibi, S.Kom serta adik-adikku Nur Muhammad Danil Arda Billy dan Nurul Fatma Zahira Ramadhani yang turut selalu memberikan do'a dan semangat. Tak lupa juga kepada teman terbaik saya Muhammad Naila Sulkha, S.Kom yang selalu mendampingi saya dengan sabar dan membantu saya setiap saat. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan, rizki yang melimpah serta umur panjang kepada mereka semua. Amiin. Mereka semua adalah motivasi terbesar saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

## MOTTO

مَثَلُ الَّذِينَ يُنْفِقُونَ أَمْوَالَهُمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ كَمَثَلِ حَبَّةٍ أَنْبَتَتْ سَبْعَ سَنَابِلَ فِي كُلِّ سُنبُلَةٍ مِائَةٌ حَبَّةٌ وَاللَّهُ  
يُضَاعِفُ لِمَنْ يَشَاءُ وَاللَّهُ وَاسِعٌ عَلِيمٌ

Artinya: “Perumpamaan orang yang menginfakkan hartanya di jalan Allah seperti sebutir biji yang menumbuhkan tujuh tangkai, pada setiap tangkai ada seratus biji. Allah melipatgandakan bagi siapa yang Dia kehendaki, dan Allah Mahaluas, Maha Mengetahui” (Q.S. Al-Baqarah: 261)

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rona Qotrun Nada  
Nim : 16620083  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

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

Malang, 02 Juni 2021  
Yang membuat pernyataan



Rona Qotrun Nada  
16620083

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)” 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 Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)**

Rona Qotrun Nada, Evika Sandi Savitri, M. Imamudin

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

### **ABSTRAK**

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu sayuran yang sering dikonsumsi masyarakat. Lahan pertanian yang kian terbatas sehingga memanfaatkan tanah pasir yang kurang optimum. Pemberian pupuk kambing ke tanah untuk suplai nutrisi salah satunya kebutuhan fosfor (P). Mikoriza diharapkan dapat memfasilitasi pengambilan hara dan P sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pupuk kandang kambing dan mikoriza serta interaksi keduanya terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Faktor pertama dosis mikoriza yakni 0 g/tan (M0), 5 g/tan (M1), 20 g/tan (M2) dan 35 g/tan (M3). Faktor kedua pupuk kandang kambing yakni 5 ton/ha (K1), 15 ton/ha (K2) dan 30 ton/ha (K3). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam ANOVA 2 arah (Two-Way ANOVA) dan hasil yang signifikan diuji lanjut DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan sawi hijau dimana konsentrasi 5 ton/ha memberikan pengaruh yang lebih baik dibanding 15 dan 30 ton/ha pada variabel jumlah daun (4.87 helai), tinggi tanaman (23.18 cm), berat basah (18.05 g) dan panjang akar (7.03 cm). Pemberian mikoriza berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan sawi hijau dimana konsentrasi 20 g/tan memberikan pengaruh yang lebih baik dibanding 0, 5, dan 35 g/tan pada variabel jumlah daun (5.75 helai), berat basah (24.08 g), kandungan P sawi hijau (0.59 mg/kg) dan kandungan P tanah saat akhir pengamatan (11.83 mg/kg). Terdapat interaksi antara pemberian pupuk kandang kambing dan mikoriza dimana konsentrasi mikoriza 20 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M2K1) memberikan hasil yang lebih baik untuk jumlah daun (6.50 helai), tinggi tanaman (25.87 cm), berat basah (35.50 g), kandungan P sawi hijau (0.64 mg/kg) dan kandungan P tanah saat akhir pengamatan (12.89 mg/kg).

Kata kunci: *pupuk kandang kambing, mikoriza, sawi hijau*

## **The Effect of Giving Goat Manure and Mycorrhizal on the Growth of Greens Mustard (*Brassica juncea* L.)**

Rona Qotrunda, Evika Sandi Savitri, M. Imamudin

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

### **ABSTRACT**

Green mustard (*Brassica juncea* L.) is a vegetable that is often consumed by the public. Agricultural land is increasingly limited so that it uses sand that is less than optimal. Giving goat manure to the soil to supply nutrients, one of which is the need for phosphorus (P). Mycorrhizae are expected to facilitate the uptake of nutrients and P so that plants can grow well. The purpose of this study was to determine the effect of goat manure and mycorrhizae and their interaction on the growth of mustard greens. This study used a factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of 2 treatment factors and 4 replications. The first factor was the mycorrhizal dose, namely 0 g/tan (M0), 5 g/tan (M1), 20 g/tan (M2) and 35 g/tan (M3). The second factor is goat manure, namely 5 tons/ha (K1), 15 tons/ha (K2) and 30 tons/ha (K3). The data obtained were analyzed using two-way ANOVA (Two-Way ANOVA) and the significant results were further tested at 5% level of DMRT. The results showed that the application of goat manure had a significant effect on the growth parameters of mustard greens where a concentration of 5 tons/ha gave a better effect than 15 and 30 tons/ha on the variable number of leaves (4.87 strands), plant height (23.18 cm), wet weight (18.05 g) and root length (7.03 cm). Giving mycorrhiza significantly affected the growth parameters of mustard greens where the concentration of 20 g/tan gave a better effect than 0, 5, and 35 g/tan on the variable number of leaves (5.75 leaves), wet weight (24.08 g), the P content of mustard greens (0.59 mg/kg) and the P content of the soil at the end of the observation (11.83 mg/kg). There is an interaction between goat manure and mycorrhiza where the concentration of mycorrhizal 20 g/tan with manure 5 tons/ha (M2K1) gave better results for the number of leaves (6.50 pieces), plant height (25.87 cm), wet weight (35.50 g), P content of mustard greens (0.64 mg/kg) and P content of soil at the end of observation (12.89 mg/kg).

Key words: *goat manure, mycorrhiza, mustard greens*

## تأثير إعطاء سماد الماعز والسماذ الفطري على نمو نبات الخردل تأثير روث الماعز و الفطريات على نمو الخردل الأخضر (*Brassica juncea L.*)

رونا قطرون ندا ، إيفيكا ساندي سافيتري ، محمد إمام الدين

### مستخلص البحث

الخردل الأخضر (*Brassica juncea L.*) من الخضروات التي غالبًا ما يستهلكها الجمهور. أصبحت الأراضي الزراعية محدودة بشكل متزايد بحيث تستخدم رمالًا أقل من المستوى الأمثل. يعتبر توفير سماد الماعز على الأرض لإمدادها بالمغذيات أحد احتياجات الفوسفور (P). من المتوقع أن يسهل المايكورايزا امتصاص العناصر الغذائية والفوسفور حتى تنمو النباتات بشكل جيد كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير روث الماعز و الفطريات وتفاعلهما على نمو الخردل الأخضر. استخدمت هذه الدراسة التصميم العشوائي الكامل للمضروب (RAL) الذي يتكون من عاملي معالجة و ٤ مكررات. كان العامل الأول هو جرعة الفطريات الفطرية ، وهي ٠ جرام (M0)، ٥ جرام / نبات (M1)، ٢٠ جرام / نبات (M2) و ٣٥ جرام / نبات (M3). العامل الثاني هو روث الماعز ، وهو ٥ طن / هكتار (K1)، ١٥ طن / هكتار (K2) و ٣٠ طن / هكتار (K3). تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام ANOVA ثنائي الاتجاه (Two-Way ANOVA) وتم اختبار النتائج المهمة بشكل إضافي عند مستوى 5 ٪ من DMRT. أظهرت النتائج أن إضافة روث الماعز كان له تأثير معنوي على معاملات نمو نبات الخردل الأخضر حيث أعطى تركيز 5 طن / هكتار تأثيراً أفضل من ١٥،٣٠ طن / هكتار على العدد المتغير للأوراق (٨٧،٤، ٤) (جديلة). ارتفاع النبات (١٨،٢٣ سم) والوزن الرطب (١٨،١٨ جرام) وطول الجذر (٠٣،٧ سم). أثر إعطاء الفطريات الفطرية معنوياً على معاملات نمو الخردل الأخضر حيث أعطى تركيز ٢٠ جم / تان تأثيراً أفضل من ٠ و ٥ و ٣٥ جم / تان على العدد المتغير للأوراق (٧٥،٥، ٥) ورقة) والوزن الرطب (٠٨،٢٤ جم). محتوى الفسفور لخضر الخردل (٥٩،٠ مجم / كجم) ومحتوى الفسفور للتربة في نهاية الملاحظة (٨٣،١١ مجم / كجم). يوجد تفاعل بين روث الماعز و الميكورايزا حيث أن تركيز الميكورايزال ٢٠ جم / تان مع السماذ ٥ طن / هكتار (M2K1) أعطى نتائج أفضل لعدد الأوراق (٥٠،٦، ٦) ، ارتفاع النبات (٨٧،٢٥ سم) ، الوزن الرطب (٥،٣٥ جم) ، P محتوى الخردل الأخضر (٦٤،٠ مجم / كجم) ومحتوى الفسفور من التربة في نهاية الملاحظة (٨٩،١٢ مجم / كجم).

الكلمات الأساسية: روث الماعز ، الفطريات الفطرية ، الخردل الأخضر

## KATA PENGANTAR

*Assalaamu 'alaikum wa rahmatullaa wa barakaatuh*

Syukur Alhamdulillah peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*)**”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarga dan sahabatnya. Selanjutnya, penulis ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M. Ag 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, dosen wali dan dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing, mengarahkan serta memotivasi penulis.
4. M. Imamudin Lc, M.A selaku dosen pembimbing agama skripsi dan konsultan yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran.
5. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P dan Suyono, M.P sebagai dosen penguji yang telah memberikan saran terbaiknya.
6. Segenap bapak/ibu dosen, laboran dan staff administrasi Jurusan Biologi yang telah membantu dan memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Keluarga besar tercinta, Bapak H. Muhammad Miftah dan Ibu Hj. Nur Indah, Kakak Muhammad Islah Khabibi, S.Kom, Adik Nur Muhammad Danil Arda Billy dan Nurul Fatma Zahira Ramadhani yang selalu memberikan dukungan moril, materiil dan do'a sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Teman-teman biologi C 2016 yang sudah menemani dan menjadi keluarga saya selama di Malang. Semoga pertemanan kita berlanjut sampai ke surga-Nya Allah.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala bantuannya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan. *Amiin Yaa Robbal 'alamiin.*

Malang, 02 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

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

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Manfaat.....	7
1.5 Hipotesis .....	8
1.6 Batasan Masalah .....	8

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ciptaan Allah SWT Tidak Sia-sia .....	10
2.2 Tanaman Sayuran dalam Perspektif Islam .....	11
2.3 Botani Umum Sawi Hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.).....	14
2.4 Kesuburan Tanah dalam Perspektif Islam.....	20
2.5 Pupuk Kandang .....	22
2.6 Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA).....	24

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian .....	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	34
3.3 Alat dan Bahan .....	35
3.4 Prosedur Penelitian.....	35

3.5 Parameter Pengamatan .....	38
3.6 Analisis Data .....	40

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengaruh Konsentrasi Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.) .....	41
4.2 Pengaruh Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.) .....	57
4.3 Pengaruh Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.) .....	69
4.4 Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.) dalam Perspektif Islam .....	85

#### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran .....	91

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>99</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan hara pada pupuk segar kambing .....	22
Tabel 2.2 Kandungan hara pupuk kandang kambing .....	23
Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan dosis mikoriza dan pupuk kandang kambing.....	33
Tabel 3.2 Denah tata letak percobaan tanaman sawi hijau .....	34
Tabel 4.1 Hasil analisis ANOVA pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.).....	41
Tabel 4.2 Hasil analisis ANOVA fungi mikoriza arbuskular (FMA) terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.) .....	58
Tabel 4.3 Hasil analisis ANOVA interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.).....	69
Tabel Lampiran 1. Data hasil pengamatan.....	99

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sawi hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.) .....	14
Gambar 2.2 Model sistem perakaran Brassicaceae.....	17
Gambar 2.3 Batang sawi hijau .....	17
Gambar 2.4 Daun sawi hijau.....	18
Gambar 2.5 Bunga sawi hijau .....	19
Gambar 2.6 Biji sawi hijau.....	19
Gambar 2.7 (a) hifa mikoriza, (b) spora mikoriza .....	25
Gambar 2.8 Spora beberapa spesies fungi mikoriza .....	26
Gambar 2.9 Skema penyerapan P oleh akar yang terinfeksi mikoriza .....	28
Gambar 2.10 Mekanisme infeksi akar oleh mikoriza .....	29
Gambar 4.1 Rerata jumlah daun sawi terhadap pupuk kandang kambing.....	43
Gambar 4.2 Rerata tinggi tanaman sawi terhadap pupuk kandang kambing.....	45
Gambar 4.3 Rerata berat basah sawi terhadap pupuk kandang kambing.....	47
Gambar 4.4 Rerata panjang akar sawi terhadap pupuk kandang kambing .....	50
Gambar 4.5 Rerata kandungan P sawi terhadap pupuk kandang kambing .....	53
Gambar 4.6 Rerata kandungan P tanah terhadap pupuk kandang kambing.....	55
Gambar 4.7 Rerata jumlah daun sawi terhadap mikoriza .....	59
Gambar 4.8 Rerata tinggi tanaman sawi terhadap mikoriza .....	61
Gambar 4.9 Rerata berat basah sawi terhadap mikoriza .....	62
Gambar 4.10 Rerata panjang akar sawi terhadap mikoriza.....	64
Gambar 4.11 Rerata kandungan P sawi terhadap mikoriza .....	65
Gambar 4.12 Rerata kandungan P tanah terhadap mikoriza .....	67
Gambar 4.13 Interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap jumlah daun sawi hijau .....	70
Gambar 4.14 Interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap tinggi tanaman sawi hijau .....	73
Gambar 4.15 Interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap berat basah sawi hijau .....	75
Gambar 4.16 Interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap panjang akar sawi hijau.....	78
Gambar 4.17 Interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap kandungan P sawi hijau .....	80
Gambar 4.18 Interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap kandungan P tanah saat akhir pengamatan .....	83

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan .....	99
Lampiran 2. Hasil Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut Duncan .....	101
Lampiran 3. Gambar Pengamatan Tanaman Sawi Hijau ( <i>Brassica juncea</i> L.).....	119
Lampiran 4. Hasil Uji Lab. Tanah UB .....	125
Lampiran 5. Bukti Konsultasi Pembimbing Biologi .....	129
Lampiran 6. Bukti Konsultasi Pembimbing Agama .....	130

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tumbuhan sangat penting bagi kehidupan karena tumbuhan berperan sebagai produsen di ekosistem (Campbell & Reece, 2008). Allah SWT sebagai Tuhan dari seluruh alam semesta telah menciptakan alam semesta lengkap dengan isinya bukan hanya kebetulan sahaja, melainkan memiliki manfaat dan tujuan tersendiri salah satunya yakni dalam penciptaan tanaman yang mengandung beragam manfaat jika manusia mau mempelajarinya lebih dalam. Allah SWT berfirman dalam Q.S. Asy-Syu'ara ayat 7 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: *“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”* (Q.S. Asy-Syu'ara/26:7).

Surat Asy-Syu'ara ayat 7 menerangkan bahwasannya tumbuhan telah diciptakan Allah SWT dengan beraneka macam dan ragam bentuknya. Dimana berbagai tumbuhan tersebut sangat berguna bagi manusia. Maka selayaknya manusia yang berakal sebagai makhluk ciptaan Allah diperintahkan untuk memikirkan dan mempelajari apa yang ada di bumi (Shihab, 2007). Ayat tersebut juga menjelaskan setiap makhluk ciptaan Allah tidaklah sia-sia melainkan ada kegunaan serta manfaat tersendiri. Sebagai contohnya tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) yang merupakan salah satu ciptaan Allah dengan banyak manfaat antara lain dapat

digunakan sebagai bahan pangan untuk manusia ataupun hewan. Tidak sia-sialah sawi hijau diciptakan Allah SWT.

Sawi hijau salah satunya jenis tanaman sayur yang relatif disukai oleh masyarakat di Indonesia. Sawi hijau mengandung berbagai mineral dan vitamin untuk memenuhi kebutuhan gizi tubuh. Gizi yang terkandung dalam sawi hijau terdiri atas serat, lemak, protein, karbohidrat, fosfor, kalsium, zat besi serta jenis vitamin lainnya seperti halnya vitamin A, B1, B2, B3 dan C (Cahyono, 2003).

Tumbuhan sawi hijau berpotensi untuk dikembangkan serta dibudidayakan lebih lanjut karena tingginya kebutuhan masyarakat akan sayuran serta sawi hijau dapat ditanam di dataran tinggi maupun dataran rendah (Anjarwati *et al.*, 2017). Kondisi wilayah Indonesia mendukung untuk budidaya sawi hijau, ditinjau dari aspek agroklimat maka Indonesia berpotensi untuk budidaya sayuran, seperti halnya di wilayah Jawa, Sulawesi, Sumatera dan sebagian Kalimantan. Tanaman sawi hijau juga memiliki masa panen yang relatif singkat serta pemeliharaannya yang relatif mudah dimana merupakan daya tarik untuk budidaya sawi hijau (Haryanto *et al.*, 2007).

Kebutuhan sayuran oleh masyarakat mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya pengetahuan masyarakat akan pentingnya sayur untuk kesehatan. Adanya peningkatan jumlah penduduk maka menuntut kebutuhan bahan pangan berlebih untuk memenuhi kebutuhan sehingga permintaan pasar akan sayuran akan terus meningkat (Rubatzky & Yamaguchi, 1998). Konsumsi sawi hijau dari tahun 2014 sampai 2015 mengalami kenaikan yakni dari dari

1.422 kg/kapita/tahun menjadi 2.086 kg/kapita/tahun (Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenar), 2016).

Data dari Badan Pusat Statistik didapat bahwa produksi sawi hijau mengalami penurunan dari tahun 2013 ke tahun 2014 yakni dari 635.728 ton turun menjadi 602.468 ton. Sepanjang tahun 2013-2014 hasil produksi sawi hijau mengalami penurunan sebanyak 33,26 ton (Badan Pusat Statistik, 2015). Dari data tersebut dapat ditarik kesimpulan hasil produksi sayuran sawi hijau semakin rendah tetapi permintaan pasar akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Agar dapat memenuhi permintaan masyarakat akan sawi hijau maka di perlukan peningkatan produksi.

Peningkatan produksi sawi hijau di Indonesia dapat dilakukan dengan salah satu upaya yakni ekstensifikasi. Kegiatan ekstensifikasi salah satunya dapat dilakukan melalui perluasan lahan baru untuk area tanam (Leovini *et al.*, 2014). Perluasan lahan tanam tidak terpaku pada tanah yang optimal/subur saja melainkan juga dengan memanfaatkan tanah yang kurang potensial seperti halnya tanah berpasir.

Tanah pasir memiliki keterbatasan antara lain kandungan unsur hara rendah. Ada beberapa usaha untuk memecahkan masalah keterbatasan hara pada tanah pasir diantaranya dengan penggunaan fungi mikoriza arbuskula dan pemberian pupuk kandang. Penambahan bahan organik seperti pupuk kandang ke dalam tanah akan menambah kesuburan tanah dimana dengan pemberian pupuk kandang ke dalam tanah akan menambah satu atau lebih unsur hara tanah (Bustami *et al.*, 2012).

Pupuk kandang kambing dipilih karena pupuk ini mengandung banyak unsur hara dibandingkan dengan pupuk kandang lainnya. Menurut Rahmawati (2005) pupuk kandang kambing memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang ayam, dengan adanya bahan organik yang cukup maka dapat mengemburkan tanah sehingga penyerapan unsur hara dalam tanah akan maksimal. Selain itu pupuk kandang kambing mudah didapat.

Dosis pemupukan pupuk kandang pada tanaman sawi yakni 20 ton/ha (Setiawati *et al.*, 2007). Penggunaan mikoriza diharapkan mampu mengefisienkan pupuk kandang kambing dan mendukung pertumbuhan sawi hijau. Mikoriza yang diberikan pada tanah pasir diharapkan dapat meningkatkan daya dukung tanah terhadap pertumbuhan sawi hijau. Kondisi tanah pasir dengan unsur hara yang sedikit maka akan memacu peran mikoriza dalam membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara. Tanah dengan ketersediaan unsur hara yang rendah akan mengoptimalkan perkembangan hifa mikoriza. Mikoriza dapat tetap hidup dan menginfeksi tanaman pada lingkungan yang miskin hara ataupun lingkungan yang tercemar limbah berbahaya sekalipun (Yusriadi *et al.*, 2018).

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) hidup di dalam tanah dan tergolong endomikoriza. Mikoriza memiliki struktur hifa yang disebut arbuskula yang berfungsi sebagai tempat kontak dan transfer hara mineral antar mikoriza dan tanaman inangnya pada jaringan korteks akar. Mikoriza terbentuk karena adanya simbiosis mutualisme antara fungi dengan sistem akar tumbuhan. Adapun manfaat mikoriza bagi inangnya adalah meningkatkan penyerapan unsur hara dari tanah (Herawati *et al.*, 2021).

Adanya mikoriza pada akar tanaman tersebut tidak mengganggu pertumbuhan tanaman. Hifa mikoriza meluas di dalam tanah dan menyerap ion yang terbebas dari mineral lain kemudian mentransfernya pada akar tanaman. Akar tanaman yang terinfeksi mikoriza akan memiliki daya serap hara fosfor (P) yang meningkat dimana mikoriza menghasilkan enzim fosfatase sehingga P yang terikat dengan tanah atau dengan mineral lain dapat terlepas dan mudah diserap oleh tanaman. Mikoriza dapat membebaskan unsur P yang terikat dengan mineral dalam tanah sehingga unsur P menjadi tersedia untuk tanaman (Setiadi, 2011).

Unsur hara fosfor penting dalam proses metabolisme tanaman karena fosfor merupakan unsur hara esensial yang digunakan sebagai komponen dalam penyusunan asam molekul dalam mendukung perkembangan jaringan tanaman. Fosfor juga berperan dalam perkembangan jaringan meristem pada titik tumbuh tanaman, sehingga tanaman yang kekurangan fosfor akan kerdil dan mengalami gangguan pertumbuhan (Bustami *et al.*, 2012). Oleh karena itu keberadaan unsur hara fosfor sangatlah penting bagi pertumbuhan tanaman.

Penelitian sebelumnya dari (Nainggolan *et al.*, 2020) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara mikoriza 5 g/tanaman dengan pupuk kandang ayam 5 ton/ha yang memberikan hasil terbaik pada variabel bobot polong tanaman kacang panjang yang ditanam pada tanah ultisol. Penelitian (Syafria *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa interaksi FMA dan pupuk organik berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan protein dan fosfor pada rumput kumpai (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees.). Interaksi antara pupuk kandang dan fungi mikoriza arbuskular berpengaruh nyata

terhadap laju pertumbuhan tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis L.) pada interaksi antara pupuk kandang dosis 10 ton/ha dengan FMA taraf 5 g/tanaman (Jaenudin & Sugesa, 2018).

Muna & Rahayu (2015) melaporkan bahwa terdapat interaksi antara dosis mikoriza dan kompos dimana interaksi dosis mikoriza 15 gram dengan kompos 60 gram optimal untuk pertambahan tinggi, jumlah daun, serta derajat infeksi mikoriza pada akar kawista. Interaksi mikoriza dengan pupuk kandang mampu meningkatkan serapan P tanaman pada jagung manis dengan pemberian pupuk kandang 10 ton/ha dengan mikoriza 20 g/polybag sebesar 256,80 mg/tan (Efendi, 2018). Selain itu hasil penelitian Musfal (2010) menunjukkan bahwa pemberian mkoriza memberikan keuntungan bagi tanaman dan tanah, antara lain meningkatkan serapan P oleh tanaman, bobot kering tanaman serta dapat mengefisienkan penggunaan pupuk hingga 50%.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan sawi hijau, mempelajari interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap tanaman sawi hijau di tanah pasir serta menentukan dosis pupuk kandang kambing dan mikoriza yang terbaik terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian dengan judul **Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)** penting untuk dilakukan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau?
2. Bagaimana pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau?
3. Bagaimana pengaruh interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau
2. Untuk mengetahui pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau

## **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan pupuk kandang kambing dan mikoriza sebagai subsidi pengganti pupuk kimia yang dapat diaplikasikan ke tanaman sawi hijau
2. Memberikan informasi mengenai dosis pupuk kandang kambing dan mikoriza

yang efektif dan efisien dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau di media tanah pasir

3. Mengetahui dosis mana yang paling optimum bagi pertumbuhan tanaman tanaman sawi hijau di media tanah pasir

### **1.5 Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian pupuk kandang kambing dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau
2. Pemberian mikoriza dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau
3. Terdapat interaksi antara pupuk kandang kambing dengan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sawi hijau yang digunakan varietas Tosakan dimana benih diperoleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Karangploso, Malang, Jawa Timur
2. Pupuk kandang yang digunakan yakni pupuk kandang kambing Putra Galuh produksi Setia Tani Tangerang
3. Mikoriza yang digunakan yakni MycoGrom dari Agrofarm Nusa Raya
4. Polybag yang digunakan diameter 25cm dan setiap polybag berisi 1 buah

tanaman

5. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, panjang akar, kandungan P sawi hijau dan kandungan P pada media tanam
6. Pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah tanaman, panjang akar dan kandungan P sawi hijau dilakukan saat berumur 40 HST
7. Analisis kandungan P pada media tanam dilakukan sebelum dan sesudah penanaman

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ciptaan Allah SWT Tidak Sia-sia**

Alam semesta yang begitu luas beserta isinya merupakan ciptaan Allah SWT. Penciptaan alam semesta baik langit dan bumi didalamnya memuat tanda-tanda kekuasaan Allah SWT yang dapat tergambar baik. Semua ciptaan Allah yang ada di alam semesta pasti mengandung tujuan dan manfaat yang jelas bagi umat-Nya sehingga tidak ada yang sia-sia. Segala sesuatu ciptaan Allah bertujuan untuk kemaslahatan makhluk-Nya, sebagai sarana beribadah kepada Allah SWT, serta membuktikan tentang keesaan dan kebesaran Allah. Hal tersebut telah tercantum dalam firman Allah Al -Qur'an Surat Al-Imran ayat 191 sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا  
خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka” (Q.S. Al-Imran: 191).

Sesungguhnya didalam penciptaan langit dan bumi benar-benar terdapat bukti yang nyata bagi orang-orang yang berakal sehat yang menunjukkan kepada mereka Allah Sang Maha Pencipta alam semesta, hanya Allah yang berhak disembah. Dalam perputaran waktu silih bergantinya siang malam termuat tanda keesaan dan kekuasaan

Allah SWT. Keberuntungan dan keselamatan hanya bisa dicapai melalui mengingat Allah SWT dalam segala kondisi, baik keadaan berdiri, duduk dan dalam keadaan berbaring. Mereka merupakan golongan orang yang selalu mengingat Allah serta senantiasa menggunakan akal pikirannya untuk memikirkan keindahan ciptaan dan rahasia Allah SWT (Al-Maraghi, 1993).

Allah menciptakan segala sesuatu tidak ada yang sia sia, dan ini benar adanya. Seperti halnya sayuran sawi hijau untuk menunjang kehidupan manusia, serta pupuk kandang kambing dan mikoriza yang memiliki manfaat positif bagi tanaman. Mikoriza halnya makhluk yang berukuran sangat kecil tetapi tidaklah sia-sia karena membantu pertumbuhan tanaman dalam kondisi tekanan, serta pupuk kandang kambing yang berasal dari kotoran hewan juga tidaklah sia-sia karena memiliki manfaat untuk menyuburkan tanah sehingga tanaman bisa tumbuh dengan baik. Hal tersebut merupakan contoh kecil dari segala ciptaan Allah yang memiliki banyak manfaat dan tidaklah sia-sia segala ciptaan-Nya.

## **2.2 Tanaman Sayuran dalam Perspektif Islam**

Allah telah menciptakan dan menumbuhkan beraneka ragam tumbuhan baik meliputi yang ditanam manusia ataupun yang tumbuh dengan sendirinya atas seizin Allah tanpa ditanam manusia. Allah telah menciptakan tumbuhan yang beraneka macam kegunaan dan manfaatnya bagi manusia. Manusia sebagai makhluk yang berakal seharusnya menjaga bumi ini dengan baik. Karena bumi telah memberikan kita

berbagai macam manfaat yang kita bisa gunakan untuk kebutuhan hidup. Sebagaimana firman Allah dalam Al-Qur'an surat Al-An'am ayat 99 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا  
 مُتْرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ  
 مُتَشَابِهٍ ۗ نُنظِرُوا إِلَىٰ تَمْرَةٍ إِذَا أُنْمِرَ وَيُنْعِمُهُ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (Q.S. Al-An'am: 99).

Allah SWT telah menurunkan air hujan yang berasal dari awan di langit, lalu dari air hujan itu Allah tumbuhkan beraneka macam tumbuhan yang berbeda di bumi. Lalu dari tumbuh-tumbuhan itu Allah keluarkan bermacam tanaman dan pepohonan yang hijau, dimana dari sebagian tumbuhan itu keluarlah biji-bijian. Dari itu semua manusia dapat mengambil manfaat, menikmati buah-buahan dan menjadikannya bahan makanan dan mereka juga bisa mengambil pelajaran. Oleh karena itu Allah memerintahkan agar mengambil pelajaran darinya. Karena hal itu mengandung pelajaran-pelajaran dan tanda-tanda kebesaran Allah sebagai bukti rahmatNya. Hal itu pula mengharuskan mereka mengeluarkan upaya untuk mensyukuri Dzat yang telah

menurunkan nikmat-nikmat, dengan menyembahnya, kembali kepadaNya, dan mencintaiNya (Al-Qarni, 2008).

Allah juga berfirman dalam surah Abasa ayat 25-27 yang berbunyi:

أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا , ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا , فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا

Artinya: “*Sesungguh-nya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu*” (Q.S. Abasa: 25-27).

Ayat 25-27 dalam Surat Abasa menjelaskan bahwasanya Allah telah menurunkan hujan yang berasal dari langit lalu air hujan tersebut turun mengalir dari langit menuju bumi. Sekiranya aliran hujan itu ada yang tidak deras dan ada yang deras. Hujan yang turun deras dari langit mampu membuat bibit-bibit tanaman yang terpendam didalam tanah dapat disentuh oleh air sehingga dapat tumbuh dengan baik, maka itulah hikmah dari turunya hujan dengan deras. Kami suburkan kembali bumi yang tadinya tandus. Biji-bijian di dalam tanah mulai hidup dan menyeruak ke atas, membelah permukaan tanah. Allah tumbuhkan (dari bumi) macam-macam biji-bijian ini mencakup seluruh macam biji-bijian dengan berbagai macamnya sehingga manusia dapat mengambil manfaat dan menikmatinya (Shihab, 2007).

Salah satu tumbuhan yang banyak ditumbuhkan di bumi yakni jenis tanaman sayuran. Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) salah satu diantara jenis sayuran yang banyak dibudidaya karena mempunyai kandungan gizi yang cukup lengkap serta familiar dikonsumsi di masyarakat. Menurut Cahyono (2003) bahwa konsumsi sayuran sawi

hijau dapat meningkatkan kesehatan tubuh karena adanya kandungan gizi yang cukup lengkap. Oleh karena itu, budidaya akan tanaman sayur sawi hijau perlu dilakukan.

## **2.3 Botani Umum Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)**

### **2.3.1 Deskripsi sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) yakni salah satu dari banyak sayuran yang dapat tumbuh pada iklim sub tropis maupun tropis (Fahrudin, 2009). Sawi hijau memiliki habitus herba (tidak memiliki batang berkayu di atas permukaan tanah) dan siklus hidupnya annual (semusim). Sawi hijau menyelesaikan siklus hidupnya dalam semusim dari biji ke pembentukan biji kembali. Siklus hidupnya akan berhenti karena penuaan (*senescence*) (Zulkarnain, 2013).



**Gambar 2.1 Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) (Sunarjono & Nurrohmah, 2018)**

Tanaman sawi hijau banyak dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia, dimana sayuran ini dapat dikonsumsi secara mentah ataupun diolah dalam bentuk masakan (Cahyono, 2003). Tanaman sawi hijau juga mengandung mineral, vitamin, protein dan kalori (Bahuwa, 2014). Selain memiliki kandungan gizi yang lengkap, tanaman sawi hijau juga bermanfaat sebagai obat untuk beragam penyakit (Cahyono, 2003). Sawi hijau banyak dibudidayakan petani karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi serta jumlah konsumen yang tidak menurun. Budidaya sayuran sawi hijau layak dikembangkan di Indonesia karena kondisi wilayah yang beriklim tropis mendukung untuk pertumbuhannya serta dapat dipanen dalam waktu yang cukup singkat berkisar 35 - 45 hari setelah tanam (Haryanto *et al.*, 2007).

### **2.3.2 Klasifikasi sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Berikut merupakan klasifikasi sawi hijau dalam tata nama tumbuhan (Haryanto *et al.*, 2007):

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Class : Magnoliopsida  
Ordo : Brassicales  
Famili : Brassicaceae  
Genus : Brassica  
Spesies : *Brassica juncea* L.

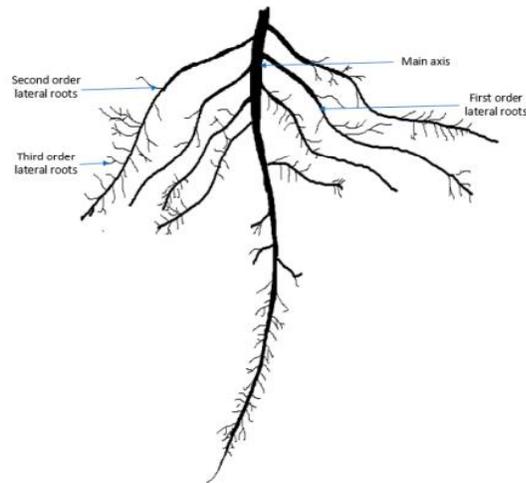
*Brassica juncea* L. masuk dalam famili Brassicaceae, sama seperti kubis krop, kubis bunga, dan brokoli yang juga masuk dalam famili Brassicaceae. Ciri morfologi baik pada perakaran, batang, daun, bunga, buah serta biji tidak jauh berbeda antar tanamannya. Ciri khas pada famili Brassicaceae yakni memiliki sepal atau kelopak bunga yang tersusun dalam bentuk meyerupai tanda silang (Cahyono, 2003).

### **2.3.3 Morfologi sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) masih satu famili dengan kubis krop, lobak, kubis bunga, dan brokoli yakni famili Brassicaceae. Sifat morfologis pada tanaman sawi hijau hampir sama dengan kubis-kubisan lainnya (Rukmana, 2007). Ciri-ciri morfologi sawi hijau adalah sebagai berikut:

#### **a) Akar**

Sistem perakaran sawi hijau memiliki akar tunggang, yang mempunyai banyak cabang akar berbentuk silindris yang menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 30-50 cm. Sistem perakaran membantu tanaman untuk menyerap semua kebutuhan makanan seperti zat makanan dan air yang dibutuhkan tanaman serta sebagai penguat untuk berdirinya batang tanaman. Sawi hijau mudah ditanam pada tanah yang gembur, subur, penyerapan air mudah, serta dapat tumbuh pada kedalaman tanah yang dalam (Rukmana, 2007).



**Gambar 2.2 Model sistem perakaran Brassicaceae (Arif *et al.*, 2019)**

#### **b) Batang**

Bagian batang (*caulis*) sawi hijau menurut Rukmana (2007) tidak panjang serta ruas-ruas pada batangnya tidak tampak. Batang sawi memiliki kegunaan sebagai pembentuk serta penyangga daun. Cahyono (2003) menambahkan bahwa tanaman sawi hijau memiliki batang sejati yang pendek dan tegap terletak pada bagian dasar yang biasanya di dalam tanah. Batang sejati bersifat tidak keras dan berwarna kehijauan atau keputihan.



**Gambar 2.3 Batang sawi hijau (Robert, 2017)**

### c) Daun

Sawi hijau mempunyai daun yang cukup lebar ada juga yang sempit dan berbentuk bulat panjang (lonjong), halus tidak berbulu, serta memiliki warna baik hijau muda, hijau keputihan sampai hijau tua. Struktur pelepah daun sawi mempunyai susunan dimana pelepah daun tua membungkus pelepah daun yang lebih muda tetapi membuka. Sedangkan daun dari sawi hijau mempunyai tulang menyirip dan bercabang (Cahyono, 2003).



**Gambar 2.4 Daun sawi hijau** (Setiawati et al., 2007)

### d) Bunga

Struktur bunga sawi hijau terangkai dalam *inflorescentia* (tangkai bunga) yang tumbuh memanjang serta bercabang banyak. Setiap bunga terdiri dari 4 *sepal* (kelopak bunga), 4 *petal* (mahkota bunga) berwarna kuning cerah, 4 *stamen* (benang sari) dan 1 *carpel* (putik) berongga dua. Angin dan binatang kecil di sekitar lingkungan tanaman membantu proses penyerbukan dari tanaman sawi (Rukmana, 2007).



**Gambar 2.5 Bunga sawi hijau** (Sukprakarn *et al.*, 2005)

**e) Buah dan biji**

Jenis buah yang dimiliki oleh tanaman sawi hijau berjenis buah polong, berbentuk panjang dan memiliki rongga. Masing-masing dari polong tersebut berisi paling tidak 2 sampai 8 butir biji (Rukmana, 2007). Bijinya memiliki bentuk bulat, agak keras, memiliki ukuran kecil, permukaannya licin mengkilap dan berwarna cokelat kehitaman (Cahyono, 2003).



**Gambar 2.6 Biji sawi hijau** (Syariefa *et al.*, 2014)

## 2.4 Kesuburan Tanah dalam Perspektif Islam

Tanah adalah salah satu dari banyak bagian bumi, di tanah inilah akar-akar dari banyak tanaman akan tumbuh dan menempel. Tanah juga dapat dimanipulasi untuk mempengaruhi penampilan tanaman (Handayanto, 2009). Tanah yang subur akan memiliki daya dukung yang besar terhadap pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah merupakan hal yang utama yang harus diperhatikan jika ingin mendapat produksi tanaman yang maksimal. Peningkatan kesuburan tanah harus memperhatikan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Dimana unsur hara dalam tanah sangat dibutuhkan untuk hidup dan berkembangnya tanaman. Peningkatan kesuburan tanah dapat dilakukan melalui proses pengelolaan tanah yang baik (Rahmawati, 2005). Nabi Muhammad SAW bersabda:

مَنْ أَحْيَا أَرْضًا مَيِّتَةً فَهِيَ لَهُ

Artinya: “Barang siapa menghidupkan tanah yang mati maka tanah itu menjadi miliknya” (H.R. Imam Bukhari).

Hadis tersebut menerangkan bahwa Nabi menganjurkan untuk mengolah tanah yang tadinya mati atau tidak subur menjadi tanah yang hidup (subur) sehingga menjadi lahan yang produktif. Menghidupkan tanah yakni dengan melakukan pengelolaan tanah dengan baik sehingga tanah tersebut dapat memberi kita manfaat dan kita dapat menumbuhkan tanaman di atasnya atas seizin Allah. Islam mengajarkan kepada umatnya untuk bercocok tanam, dimana manfaat bercocok tanam tidak hanya untuk melestarikan lingkungan tetapi juga untuk menghasilkan berbagai macam buah yang

bisa dimanfaatkan dan dikonsumsi oleh manusia dan makhluk lainnya serta mengambil hasil dari apapun yang kita tanam sebelumnya. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an Surah Al-A'raf ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًّا كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ  
يَشْكُرُونَ

Artinya: “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (Q.S. Al-A'raf: 58).

Tafsir Jalalain oleh Imam Al-Mahally menerangkan bahwa tanah yang baik diumpamakan seperti orang mukmin yang mendengarkan nasihat dan mengambil manfaat dari nasihat tersebut (Al-Mahalli & As-suyutti, 1990). Sifat dari seorang mukmin tersebut kemudian diumpamakan sebagai tanah yang subur tanahnya dan baik sehingga berbagai macam tanaman dapat bertumbuh dengan subur dan baik (dengan seizin Allah). Adapun tanah yang tidak subur menurut Al-Mahalli & As-suyutti (1990) diumpamakan seperti orang kafir, yakni orang yang menolak semua petunjuk dan nasihat tentang kebenaran Islam. Sehingga dalam hal ini diumpamakan sebagai tanah yang tidak subur (jelek tanahnya) sehingga tanaman sulit dan susah tumbuh, tanaman yang tumbuh di atasnya tidak subur melainkan tumbuh merana.

## 2.5 Pupuk Kandang

Pupuk kandang didefinisikan sebagai semua produk buangan dari binatang peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah hara, memperbaiki sifat fisik, dan biologi tanah. Komposisi hara ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis dan umur hewan, jenis makanannya, alas kandang, dan penyimpanan/pengelolaan. Kandungan hara dalam pupuk kandang sangat menentukan kualitas pupuk kandang. Kandungan unsur-unsur hara didalam pupuk kandang tidak hanya tergantung dari jenis ternak, tetapi juga tergantung dari makanan dan air yang diberikan serta umur dari ternak (Hartatik & Widowati, 2006).

**Tabel 2.1 Kandungan hara pupuk kambing segar** (Hartatik & Widowati, 2006)

Jenis analisis	Kadar (%)
Kadar air	64
Bahan organik	31
N	0,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,4
K <sub>2</sub> O	0,25
CaO	0,4
Rasio C/N	20-25

Data populasi ternak di Indonesia pada tahun 2004 menunjukkan bahwa jumlah ternak kambing sebanyak 13.441.700 ekor. Seekor kambing dewasa dapat menghasilkan feses rata-rata seberat 1 kg/hari maka produksi fesesnya dalam waktu satu tahun diestimasi sejumlah 4,91 juta ton/tahun. Jumlah feses yang banyak dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dengan cara pengomposan untuk menurunkan nilai C/N

rasio karena pada umumnya nilai rasio C/N feses kambing segar diatas 30 (Widowati, 2005). Pengomposan dilakukan agar nilai C/N rasio feses kambing segar turun sehingga nilai C/N rasio mendekati nilai C/N rasio tanah sehingga aman digunakan dan menambah nilai ekonomis feses kambing. Pupuk kandang yang baik mempunyai nilai rasio C/N<20. Kadar hara pupuk kandang kambing mengandung kalium yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya (Hartatik & Widowati, 2006).

**Tabel 1.2 Kandungan hara pupuk kandang kambing** (Hartatik & Widowati, 2006)

Jenis hara	Kadar (ppm)
N	1,28
P	0,19
K	0,93
Ca	0,59
Mg	0,19
S	0,09
Fe	0,020

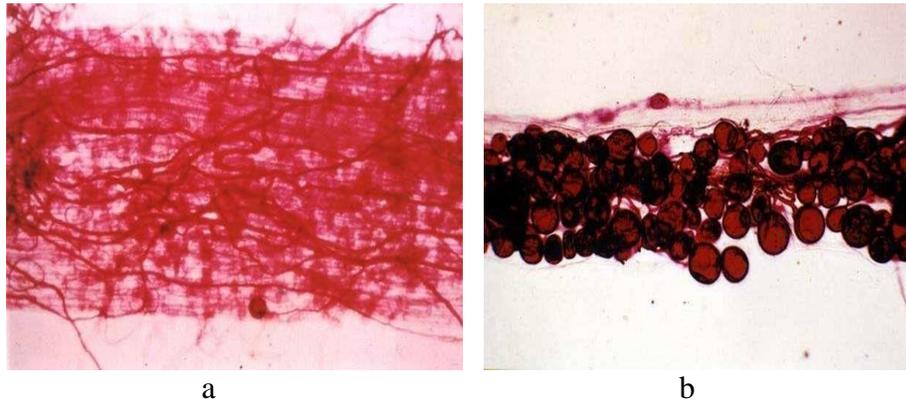
Feses kambing dapat digunakan langsung sebagai pupuk namun lebih baik diolah terlebih dulu (Hadisuswito, 2012). Apabila digunakan secara langsung, pupuk kandang ini akan memberikan manfaat yang lebih baik pada musim kedua penanaman. Penggunaan pupuk kandang sebagai pupuk tanaman merupakan suatu siklus unsur hara yang sangat bermanfaat dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam yang terbarukan, disisi lain penggunaan pupuk kandang dapat mengurangi unsur hara yang bersifat racun bagi tanaman. Penambahan kompos pupuk kandang kambing sebanyak 20 ton/ha yang diperkaya dengan abu sekam 50 kg/ha mampu menyediakan hara yang

cukup untuk tanaman tomat dan bit (Hartatik & Widowati, 2006). Setyorini *et al.* (2006) melaporkan bahwa pemberian pupuk kandang dalam budi daya sayuran organik menunjukkan bahwa kompos pupuk kandang sebanyak 20 ton/ha dapat memenuhi kebutuhan hara sayuran sawi.

## **2.6 Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA)**

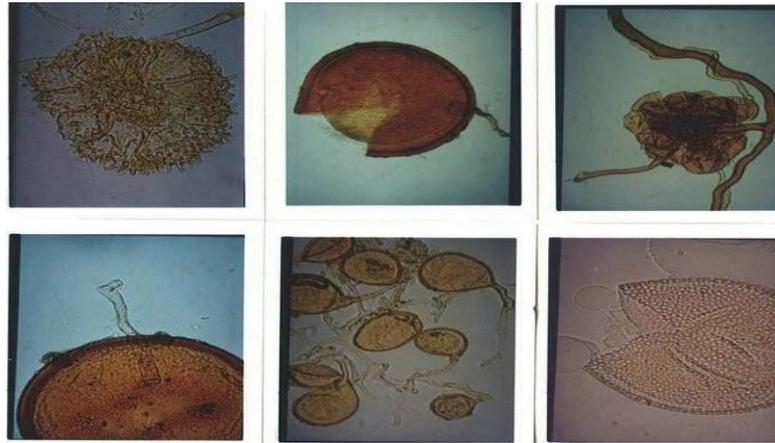
### **2.6.1 Pengertian mikoriza**

Mikoriza diartikan sebagai suatu struktur yang khas pada sistem perakaran tanaman, dimana struktur ini terbentuk karena adanya simbiosis mutualisme antara fungi tertentu dengan sistem perakaran tanaman (Setiadi, 2011). Fungi mikoriza arbuskular (FMA) tidak dapat hidup dan bereproduksi apabila tidak menemukan inang, sehingga membutuhkan akar tanaman hidup (Mosse & Thompson, 1984). Adanya struktur vesikel dan arbuskel merupakan ciri dari fungi mikoriza. Vesikel berbentuk seperti kantong yang mengandung senyawa lipid yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Arbuskel berbentuk seperti benang yang bermula dari cabang hifa dalam sel korteks. Sedangkan tugas untuk tempat peralihan metabolit primer (terutama glukosa dan fosfor) antara fungi dan akar tanaman dilakukan oleh arbuskel (Simanungkalit, 2006).



**Gambar 2.7 (a) hifa mikoriza, (b) spora mikoriza (Simanungkalit, 2006)**

Mikoriza menginfeksi akar tanaman inang tetapi tidak menimbulkan kerusakan pada akar inangnya dimana akar akan tetap tumbuh dan memiliki rambut akar. Hifa mikoriza tidak masuk sampai jaringan stele. Apabila korteks mengelupas, beberapa vesikular keluar dari jaringan akar dan berada dalam tanah serta dapat berkecambah. Fungi mikoriza arbuskular (FMA) menghasilkan spora yang teletak diujung hifa eksternal. Spora yang terbentuk dalam tanah ada yang kelompok spora bebas ataupun sporokarp. Bentuk dan ukuran spora FMA beraneka ragam, ada yang berdiameter 10-400 um, tetapi kebanyakan berdiameter antara 40-200 um (Talanca, 2010).



**Gambar 2.8 Spora beberapa spesies fungi mikoriza** (Simanungkalit, 2006)

Spora FMA mampu bertahan dalam tanah  $\pm$  6 bulan tanpa inang. Beberapa spesies FMA mempunyai spora yang bisa bertahan tahunan sekitar 1-2 tahun yakni pada *Scutellospora* sp. dan *Gigaspora* sp. (Brundrett, 1991). Spora sendiri sebagai alat bertahan untuk keberlanjutan hidup fungi. Spora sebagai manifestasi bentuk adaptasi lingkungan oleh fungi jika belum menemukan inang yang sesuai (Smith & Gianinazzi-pearson, 1988).

### 2.6.2 Peran mikoriza

Mikoriza berkontribusi membantu tanaman dengan meningkatkan daya serap unsur hara seperti fosfat, air, dan nutrisi lainnya (Talanca, 2010). Mikoriza membantu penyerapan unsur hara dalam tanah dengan mengabsorpsi P yang akan ditransfer ke inang. Mikoriza memperluas bidang penyerapan hara bagi tanaman (Mosse, 1986). Mikoriza memiliki kemampuan untuk meningkatkan serapan hara tanaman terutama

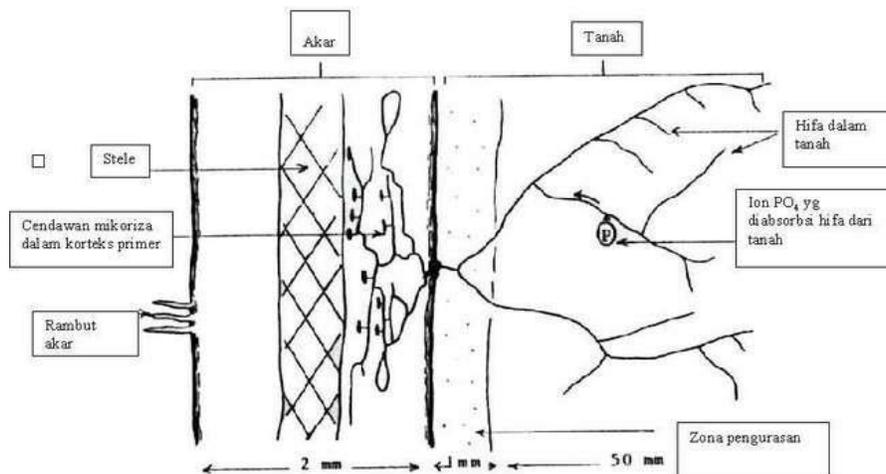
fosfat. Simbiosis mikoriza dengan akar tanaman dapat menyediakan enzim fosfatase yang dapat melarutkan fosfat tak tersedia dalam mineral-mineral sekunder menjadi bentuk fosfat tersedia bagi tanaman. Hifa mikoriza yang meluas dari permukaan akar membantu tanaman menyerap fosfat lebih banyak dari zona yang tidak terjangkau akar yang tidak bermikoriza (Simanungkalit, 2006).

Akar tanaman yang terinfeksi mikoriza akan memiliki daya serap hara fosfor (P) yang meningkat dimana mikoriza menghasilkan enzim fosfatase sehingga P yang terikat dengan tanah atau dengan mineral lain dapat terlepas dan mudah diserap oleh tanaman. Mikoriza dapat membebaskan unsur P yang terikat dengan mineral dalam tanah sehingga unsur P menjadi tersedia untuk tanaman. Hifa mikoriza mengeluarkan enzim fosfatase yang mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik. Peningkatan serapan P oleh akar tanaman yang terinfeksi mikoriza terjadi karena perpindahan P yang lebih cepat didalam hifa mikoriza (Setiadi, 2011).

Fosfat merupakan nutrisi esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Fungsinya didalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel. Tanda atau gejala pertama tanaman kekurangan P adalah tanaman menjadi kerdil dan bentuk daun tidak normal apabila defisiensi akut (Sanjotha *et al.*, 2011).

Ketersediaan P yang ditambahkan ke tanah untuk diserap tanaman diatur oleh sifat dari reaksi fiksasi sehingga cepat berubah ke sifat tidak larut. Fosfat yang ditambahkan ke dalam tanah < 20% yang mampu diserap tanaman sehingga terjadi akumulasi P dalam tanah yang juga mempunyai efek residual P. Salah satu upaya yang

dapat dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan residual P yakni dengan memanfaatkan mikoriza yang mampu menyediakan P tersedia bagi tanaman (Sagala *et al.*, 2017). Peran penting fosfat untuk tanaman adalah dalam bentuk phitin, nuklein, dan fosfatide adalah bagian dari protoplasma dan inti sel yang berperan dalam pembelahan sel. Fosfat dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan akar, tunas yang sedang tumbuh, dan memperkuat jaringan pada batang sehingga tanaman tidak mudah rebah. Fosfor merupakan unsur yang sangat penting dalam proses transfer energi, suatu proses yang vital dalam hidup dan pertumbuhan (Yuniarti *et al.*, 2020).

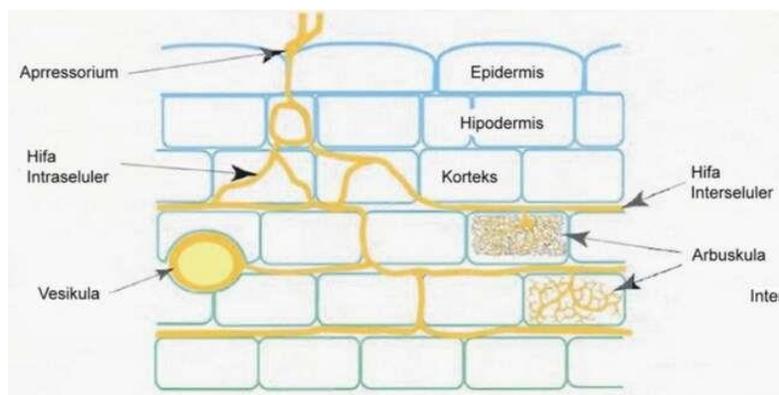


**Gambar 2.9** Skema penyerapan P pada akar yang terinfeksi FMA (Mosse, 1986)

FMA berperan dalam proses penyerapan hara dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman pada saat kondisi defisiensi unsur hara terutama P. Fosfat merupakan unsur yang berfungsi dalam proses transfer energi, yang merupakan proses penting bagi pertumbuhan tanaman (Laksono & Karyono, 2017). Simbiosis antara

FMA dengan inang dilantari adanya signal dari akar tanaman. Akar tanaman mengeluarkan eksudat akar berupa strigolactones yang akan memacu spora mikoriza berkecambah. Perkecambahan dari spora mikoriza selanjutnya akan membentuk appressoria untuk melakukan penterasi ke epidermis akar melalui tekanan mekanis dan aktivitas enzim (Rahmi *et al.*, 2017).

Mikoriza yang berhasil melakukan penetrasi pada akar tanaman selanjutnya akan membentuk hifa intraradikal dalam korteks. Selanjutnya hifa intraradikal akan membentuk kolonisasi di dalam akar dan berdiferensiasi menjadi arbuskular, vesikel dan lainnya. Setelah terjadi kolonisasi di dalam akar, maka di luar akar akan terbentuk hifa yang panjang dan bercabang membentuk miselium (Palasta & Rini, 2018).



**Gambar 2.10 Mekanisme infeksi akar oleh mikoriza** (Simanungkalit, 2006)

Miselium dapat tumbuh melebar di dalam tanah sampai pada jarak 8 cm dari akar tanaman, dan meningkatkan volume rizosfer menjadi 12- 15 per  $\text{cm}^3$  akar yang terinfeksi (Sieverding, 1991). Miselium membantu bidang penyerapan air dan unsur

hara lebih luas yang tidak terjangkau akar dari dalam tanah (Trisilawati *et al.*, 2018). Mikoriza juga berperan dalam perbaikan agregasi tanah. Miselium FMA yang diselubungi lendir membuat partikel tanah saling melekat. Zat lendir yang dihasilkan FMA disebut glomalin. Glomalin sendiri sejenis glikoprotein yang akan mengikat partikel tanah yang dikeluarkan oleh FMA lewat hifa. Penggunaan FMA dalam tanah pertanian dapat mencegah erosi dan stabilitas tanah meningkat (Gao *et al.*, 2019). Glikoprotein glomalin serta asam-asam organik yang dihasilkan FMA lewat hifa berfungsi mengikat butir-butiran tanah yang menjadikan agregat mikro, dimana selanjutnya dari agregat mikro akan terbentuk agregat makro yang dapat diserap tanaman (Musfal, 2010).

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian dari penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Faktor pertama yakni dosis mikoriza. Faktor kedua dosis pupuk kandang kambing.

Faktor 1 = Dosis mikoriza (M) terdiri dari 4 taraf yakni:

M0 = 0 g/tan (tanpa mikoriza/kontrol)

M1 = 5 g/tan

M2 = 20 g/tan

M3 = 35 g/tan

Faktor 2 = Dosis pupuk kandang kambing (K) terdiri dari 3 taraf yakni:

K1 = 5 ton/ha

K2 = 15 ton/ha

K3 = 30 ton/ha

Apabila kedua faktor perlakuan dikombinasikan maka akan didapat 12 kombinasi perlakuan (4x3). Dimana setiap kombinasi perlakuan akan diulang sebanyak 4 kali, sehingga total unit percobaan sebanyak 48 buah (12x4).

Konversi kebutuhan pupuk kandang kambing tiap polybag:

Diameter polybag yang digunakan = 25 cm

Jari-jari polybag = 12,5 cm

Luas polybag =  $\pi r^2$

Luas polybag =  $3,14 \times (12,5)^2$

Luas polybag =  $490,625 \text{ cm}^2$

Dosis pupuk kandang kambing 5 ton/ha

1 ha = 5 ton

10.000 m<sup>2</sup> = 5.000 kg

100.000.000 cm<sup>2</sup> = 5.000.000 g

100 cm<sup>2</sup> = 5 g

1 cm<sup>2</sup> = 0,05 g

Kebutuhan pupuk kandang kambing tiap polybag

Rumus =  $(\text{Luas polybag (cm}^2) / \text{Luas per ha (cm}^2)) \times \text{berat per ton (g)}$

Dosis 5 ton/ha =  $(490,625 \text{ cm}^2 / 100.000.000 \text{ cm}^2) \times 5.000.000 \text{ g}$   
 = 24,53 g/polybag

Dosis 15 ton/ha =  $(490,625 \text{ cm}^2 / 100.000.000 \text{ cm}^2) \times 15.000.000 \text{ g}$   
 = 73,59 g/polybag

Dosis 30 ton/ha =  $(490,625 \text{ cm}^2 / 100.000.000 \text{ cm}^2) \times 30.000.000 \text{ g}$   
 = 147,19 g/polybag

**Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan dosis mikoriza dan pupuk kandang kambing**

Perlakuan	M0	M1	M2	M3
K1	M0K1	M1K1	M2K1	M3K1
K2	M0K2	M1K2	M2K2	M3K2
K3	M0K3	M1K3	M2K3	M3K3

Rincian kombinasi dari 12 perlakuan dari tiap unit percobaan yakni:

M0K1= tanpa mikoriza, diberi pupuk kandang kambing dosis 24,53 g/polybag

M0K2 = tanpa mikoriza, diberi pupuk kandang kambing dosis 73,59 g/polybag

M0K3 = tanpa mikoriza, diberi pupuk kandang kambing dosis 147,19 g/polybag

M1K1 = dosis mikoriza 5 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 24,53 g/polybag

M1K2 = dosis mikoriza 5 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 73,59 g/polybag

M1K3 = dosis mikoriza 5 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 147,19 g/polybag

M2K1 = dosis mikoriza 20 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 24,53 g/polybag

M2K2 = dosis mikoriza 20 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 73,59 g/polybag

M2K3 = dosis mikoriza 20 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 147,19 g/polybag

M3K1 = dosis mikoriza 35 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 24,53 g/polybag

M3K2 = dosis mikoriza 35 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 73,59 g/polybag

M3K3 = dosis mikoriza 35 g/tan kombinasi dengan pupuk kambing 147,19 g/polybag

**Tabel 3.2 Denah tata letak percobaan tanaman sawi hijau**

M0K1	M1K3	M1K1	M1K2
M0K3	M0K2	M2K3	M2K1
M3K3	M1K2	M0K1	M1K3
M2K2	M2K1	M3K1	M3K2
M1K3	M0K1	M1K3	M0K2
M3K1	M3K2	M0K3	M3K3
M0K2	M1K1	M3K3	M1K1
M2K3	M3K3	M2K1	M2K2
M2K1	M0K3	M0K2	M0K1
M1K1	M2K3	M3K2	M3K1
M3K2	M3K1	M2K2	M2K3
M1K2	M2K2	M1K2	M0K3

Jumlah tanaman tiap polybag = 1 buah

Jumlah total tanaman = 48 buah

Jarak antar polybag = 30 cm

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Green House untuk penanaman sawi hijau, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang serta Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilakukan dari bulan September hingga Maret 2021.

### **3.3 Alat dan Bahan**

#### **3.3.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, penampakan, spektrofotometer, gelas plastik, sekop, polybag diameter 25cm, gembor, spidol permanen, penggaris, alat tulis, kertas label, mika, plastik bening, plastik klip, karung, kamera HP, cutter, ember, ayakan, kantong plastik, oven, mortar dan alu, erlenmeyer, gelas ukur, dan gunting.

#### **3.3.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih sawi hijau varietas toसान, Mikoriza MycoGrow Agrofarm, pupuk kandang kambing, tanah pasir sungai, air, dan aquadest.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Persiapan media tanam**

Media tanam dipersiapkan sebelum penanaman dimana yang digunakan yakni pasir sungai. Pasir sungai yang akan digunakan sebagai media tanam terlebih dahulu dibersihkan kemudian dicampur dengan pupuk kandang secara merata sesuai dengan dosis perlakuan. Aplikasi pupuk kandang dilakukan 7 hari sebelum penanaman. Polybag diameter 25cm disiapkan sebanyak 48 buah lalu diisi media tanam yang selanjutnya diberi label dan ditempatkan di lahan sesuai dengan denah percobaan.

### **3.4.2 Pemilihan benih**

Benih sawi yang digunakan adalah varietas Tosakan, didapat dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Malang. Benih disortir terlebih dahulu dengan bentuk dan ukuran yang relatif sama. Benih selanjutnya direndam dahulu sebelum disemai dan dipilih benih yang tenggelam.

### **3.4.3 Penyemaian benih**

Benih yang tenggelam ketika direndam selanjutnya dipilih untuk disemai. Penyemaian benih dilakukan di penampakan menggunakan tanah pasir dimana benih ditanamkan kurang lebih sedalam 1cm dan ditutup kembali dengan tanah pasir. Saat penyemaian diusahakan tanah tetap lembab agar kebutuhan air terpenuhi dan terhindar dari panas matahari langsung. Benih yang tumbuh dan berumur sekitar 10 HST kemudian siap untuk pindah tanam. Bibit yang dipilih untuk pindah tanam yakni yang memiliki pertumbuhan dan tinggi yang seragam dan memiliki 4 helai daun muda.

### **3.4.4 Penanaman sawi hijau**

Pemberian mikoriza dilakukan saat prosesi pindah tanam. Pemberian mikoriza pada lubang tanam sesuai perlakuan yaitu 0 (kontrol), 5, 20 dan 35g/polybag. Mikoriza diberikan dengan cara dimasukkan ke dalam lubang tanam lalu selanjutnya tanaman ditanam di atasnya sehingga dipastikan akar tanaman kontak dengan mikoriza. Tiap polybag berisi 1 buah tanaman sawi hijau.

### **3.4.5 Pemeliharaan**

Pemeliharaan tanaman sawi hijau meliputi penyiraman, penyiangan gulma serta pengendalian hama. Pemeliharaan tanaman sawi hijau perlu dilakukan dimana pemeliharaan tanaman sangat penting karena berpengaruh dengan hasil yang didapat.

#### a) Penyiraman

Penyiraman dilakukan untuk mencukupi ketersediaan air bagi tanaman sawi. Dilakukan sehari 2 kali pada pagi dan sore hari. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan gembor disiramkan di media tanam agar langsung terserap.

#### b) Penyiangan

Penyiangan dilakukan terhadap gulma yang ada di polybag secara manual dengan cara mencabut gulma yang ada secara langsung. Penyiangan dilakukan agar pertumbuhan tanaman sawi tidak terganggu akibat persaingan dan menghindari inang bagi hama penyakit.

#### c) Pengendalian hama

Pengendalian hama dilakukan secara manual dengan mengambil hama yang menyerang tanaman agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

### **3.4.6 Panen**

Panen dilakukan saat sawi hijau memasuki umur 40 HST. Pemanenan dilakukan dengan cara menyabut semua bagian sawi hingga ke akarnya. Pemanenan pada pagi hari untuk terhindar dari kelayuan berlebih karena panas matahari.

### **3.5 Parameter Pengamatan**

#### **3.5.1 Kandungan fosfor (P) tanah pasir**

Analisis tanah pasir meliputi analisis kandungan P tersedia tanah, baik sebelum dan sesudah penanaman. Analisis tanah dilakukan dengan pengambilan sampel tanah seberat 1000 gram lalu dimasukkan kedalam plastik yang telah diberi label sebelumnya. Sampel tanah selanjutnya dianalisa di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Kandungan P pada tanah ditentukan dengan Metode Bray I (Sulaeman *et al.*, 2005).

#### **3.5.2 Jumlah daun (helai) sawi hijau**

Helaian jumlah daun diamati dengan menghitung semua daun yang ada pada tanaman sawi dimana daun yang dihitung hanya daun yang sudah membuka dengan sempurna. Pengamatan pada jumlah daun dilakukan saat umur 40 HST sebelum panen.

#### **3.5.3 Tinggi tanaman (cm) sawi hijau**

Tinggi tanaman diamati dengan diukur dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi menggunakan mistar dalam satuan cm di setiap sampel. Pengamatan pada tinggi tanaman dilakukan saat umur 40 HST sebelum panen.

#### **3.5.4 Berat basah (g) sawi hijau**

Berat basah tanaman ditimbang setelah panen saat tanaman sudah berumur 40 HST. Penimbangan dilakukan setelah tanaman dibersihkan dari tanah yang

menempel dan tanaman sawi dikering anginkan terlebih dahulu  $\pm$  15 menit setelah pencucian. Penimbangan menggunakan timbangan analitik dalam satuan gram.

### **3.5.5 Panjang akar (cm) sawi hijau**

Panjang akar diamati dengan mengukur akar tanaman sawi menggunakan mistar satuan cm. Panjang akar diamati sesudah panen saat umur tanaman sudah 40 HST. Tanaman yang terinfeksi mikoriza diharapkan memiliki panjang akar yang lebih panjang dibanding tanaman tanpa mikoriza.

### **3.5.6 Kandungan fosfor (P) dalam jaringan tanaman sawi hijau**

Kandungan P pada sawi hijau dianalisis saat umur tanaman 40 HST. Sampel tanaman yang diambil adalah seluruh bagian tanaman bagian atas (tajuk) dimana selanjutnya sampel dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Kandungan P dalam jaringan tanaman ditentukan dengan menggunakan metode destruksi basah yaitu dengan cara mendestruksi 1 g jaringan tanaman dalam asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan hipoklorat pekat ( $\text{HClO}_4$ ) dan pemanasan sampai diperoleh larutan (ekstrak) jernih. Pengukuran kandungan P dalam larutan destruksi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420  $\mu\text{m}$  (Sulaeman *et al.*, 2005).

### **3.6 Analisis Data**

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam ANOVA 2 arah (Two-Way ANOVA) menggunakan aplikasi SPSS versi 16.0. Apabila terdapat pengaruh dari perlakuan yang diberikan terhadap variabel yang diteliti maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Konsentrasi Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Pemberian berbagai macam konsentrasi pupuk kandang kambing memiliki pengaruh yang berbeda-beda sesuai dengan parameter yang diamati. Parameter yang diamati meliputi: jumlah daun, tinggi tanaman, berat basah, panjang akar, kandungan P sawi hijau, dan kandungan P tanah saat akhir pengamatan. Hasil pengaruh pemberian berbagai konsentrasi pupuk kandang kambing dilihat pada hari ke-40 pasca tanam (40-HST). Hasil pengukuran parameter kemudian diuji dengan analisis Two Way ANOVA, jika terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak ganda Duncan atau Uji DMRT (*Duncan multiple range test*) untuk mengetahui konsentrasi terbaik berdasarkan notasinya. Hasil analisis ANOVA ditunjukkan pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1 Hasil analisis ANOVA pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Parameter	Signifikansi	F Hitung	F Tabel 5%
Jumlah Daun	0,007	5,687*	2,8115
Tinggi Tanaman	0,003	7,038*	2,8115
Berat Basah	0,000	180,445*	2,8115
Panjang Akar	0,010	5,249*	2,8115
Kandungan P Sawi Hijau	0,314	1,198 <sup>TN</sup>	2,8115
Kandungan P Tanah saat Akhir Pengamatan	0,656	0,426 <sup>TN</sup>	2,8115

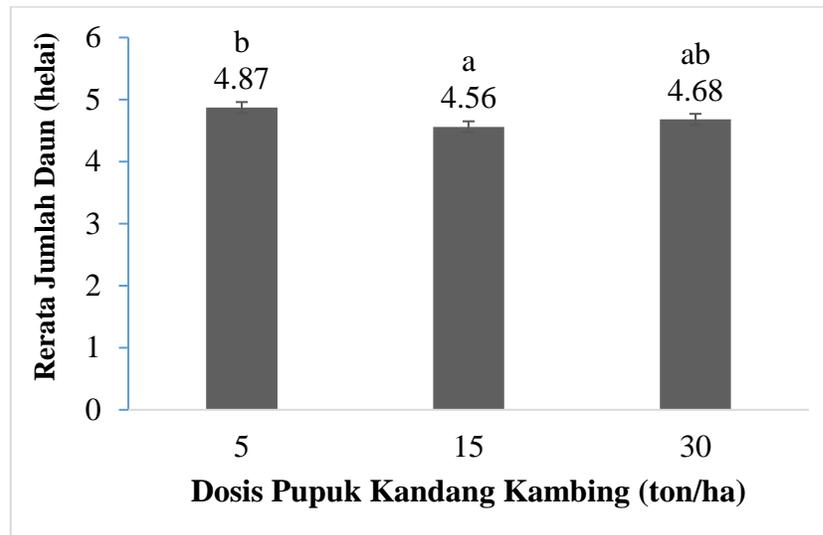
\* = berbeda pada  $\alpha$  0,05, berpengaruh nyata (sig < 0,05) dan F hitung > F tabel

TN = tidak berpengaruh nyata (sig > 0,05) dan F hitung < F tabel

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang kambing ke dalam media tanam memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun, tinggi tanaman, berat basah dan panjang akar tanaman sawi hijau. Pengaruh nyata ditunjukkan dengan nilai signifikansi  $<0,05$  (notasi \*), serta diperkuat dengan nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Pupuk kandang kambing tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan P sawi hijau dan kandungan P tanah saat akhir pengamatan (notasi <sup>TN</sup>). Setiap parameter yang menghasilkan pengaruh signifikan kemudian diuji lanjut untuk menentukan konsentrasi terbaik dari variabel bebas.

#### **4.1.1 Jumlah Daun Sawi Hijau pada Perlakuan Pupuk Kandang Kambing**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pemberian pupuk kandang kambing pada media tanam berpengaruh secara signifikan terhadap rerata jumlah daun sawi. Rerata jumlah daun dipengaruhi oleh perlakuan pupuk kandang kambing secara signifikan berdasarkan analisa. Perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha berbeda nyata terhadap perlakuan pupuk kandang kambing 15 ton/ha. Perlakuan pupuk kandang kambing 15 ton/ha tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang kambing 5 dan 30 ton/ha. Rerata jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha, yaitu 4,87 helai (Gambar 4.1)



**Gambar 4.1 Pengaruh pupuk kandang kambing terhadap rerata jumlah daun sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**  
 (Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman sawi hijau menurun seiring dengan meningkatnya dosis pupuk kandang kambing yang diberikan. Jumlah daun terbanyak pada konsentrasi 5 ton/ha. Hal tersebut berarti bahwa konsentrasi 5 ton/ha merupakan konsentrasi optimal pemberian pupuk kandang kambing pada sawi untuk parameter jumlah daun. Hasil penelitian Yuliana *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing 5 ton/ha secara nyata meningkatkan jumlah daun pada tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). jumlah daun terbanyak pada dosis 5 ton/ha dapat disebabkan karena pemberian pupuk kandang kambing menambah asupan hara dimana pupuk kandang kambing diketahui memiliki kandungan nitrogen (N) yang tinggi. Sejalan dengan pendapat Mahdiannor (2014)

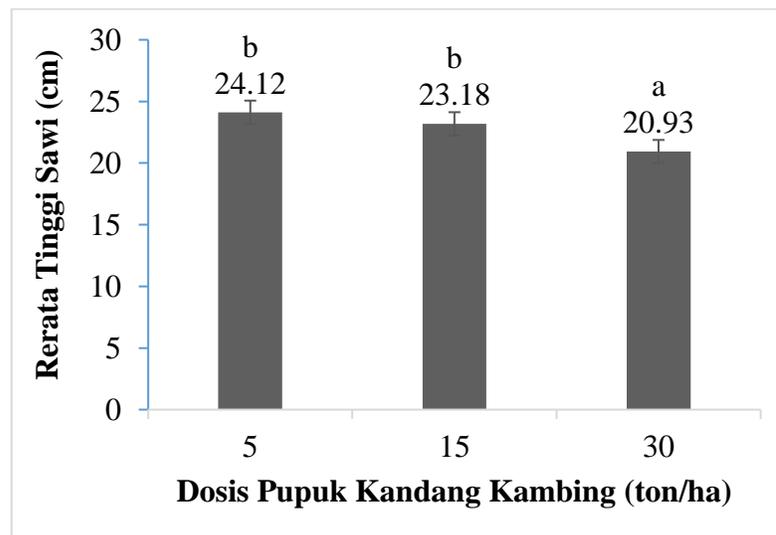
bahwa unsur nitrogen tersebut digunakan sebagai bahan dasar penyusun asam amino yang nantinya akan membentuk protein. Kemudian, nitrogen juga penting untuk membentuk senyawa lainnya, seperti: klorofil, enzim, serta asam nukleat. Seluruh senyawa tersebut berfungsi dalam metabolisme tanaman. Sehingga jumlah N yang meningkat mampu mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman. Sinuraya & Melati, (2019) juga menjelaskan bahwa unsur hara N merupakan unsur hara yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan daun tanaman. Unsur hara N berpengaruh terhadap jumlah dan luas daun.

Jumlah daun yang menurun pada perlakuan pupuk kambing 15 dan 30 ton/ha diduga karena pupuk kandang kambing yang diberikan belum terdekomposisi sempurna sehingga penyerapan nutrisi oleh tanaman sawi hijau tidak terpenuhi yang mengakibatkan penurunan pada jumlah daun. Menurut Nasamsir & Huffia (2020) bahwa pupuk kandang yang belum terdekomposisi sempurna akan lambat dalam proses pelepasan unsur hara ke dalam tanah sehingga ketersediaan hara untuk tanaman terhambat. Pupuk kandang melepaskan unsur hara yang dikandungnya sedikit demi sedikit sehingga pupuk ini lambat reaksinya terhadap tanaman. Kekurangan unsur hara akan mengganggu pertumbuhan vegetatif tanaman.

#### **4.1.2 Tinggi Tanaman Sawi Hijau pada Perlakuan Pupuk Kandang Kambing**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pemberian pupuk kandang kambing pada media tanam berpengaruh secara signifikan terhadap rerata tinggi sawi. Rerata

tinggi tanaman sawi dipengaruhi oleh perlakuan pupuk kandang kambing secara signifikan berdasarkan analisa. Perlakuan 5 ton/ha dan 15 ton/ha berbeda nyata terhadap perlakuan pupuk kandang kambing 30 ton/ha. Perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang kambing 15 ton/ha. Rerata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha, yaitu 24,12 cm (Gambar 4.2).



**Gambar 4.2 Pengaruh pupuk kandang kambing terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**  
(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tinggi tanaman sawi pada perlakuan 5 ton/ha dan 15 ton/ha tidak berbeda nyata, tetapi perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha memiliki rerata tinggi tanaman tertinggi yakni 24,12 cm. Sawi hijau dengan

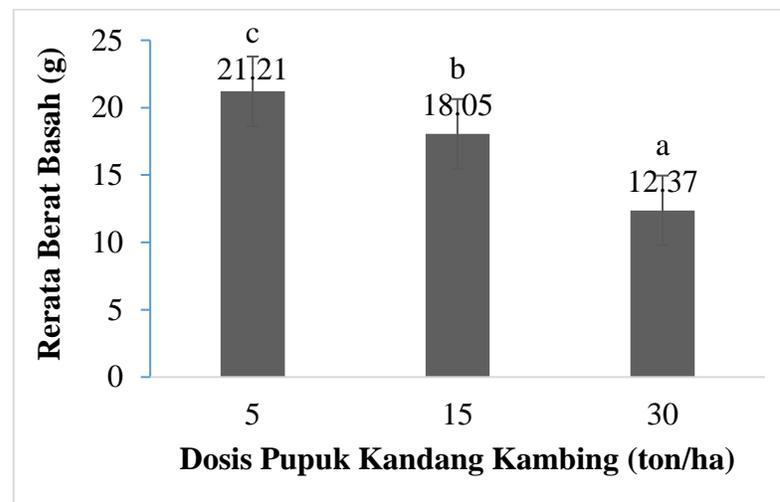
perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha memiliki tinggi tanaman paling optimum dibanding perlakuan lainnya. Sejalan dengan penelitian Selwina & Sutejo (2017) bahwa pemberian pupuk kandang kambing 5 ton/ha berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi bibit karet okulasi dimana pemberian pupuk kandang kambing mampu memacu pertumbuhan vegetatif bibit karet. Pemberian bahan organik seperti halnya pupuk kandang dapat berfungsi sebagai sumber makronutrien bagi tanaman. Pupuk kandang kambing memiliki kandungan nutrisi N, P, dan K (Gichaba *et al.*, 2020; Tayyab *et al.*, 2018). Nitrogen pada pupuk kandang dapat meningkatkan produksi sitokinin yang mempengaruhi elastisitas dinding sel, kemudian meningkatkan tinggi tanaman. Selain itu, penambahan bahan organik pada tanah akan berpengaruh pada porositas tanah yang ditandai dengan menurunnya bobot isi tanah. Kondisi tanah porous berarti proses aerasi dalam tanah baik. Tanah dengan porositas yang baik mendukung perkembangan akar dalam menyerap unsur hara. Akar yang berkembang nantinya akan berpengaruh pada meningkatnya pertumbuhan tanaman (Dewi, 2018; Loss *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang kambing pada dosis tertinggi (30 ton/ha) mereduksi rerata tinggi tanaman sawi. Hal ini dapat dikarenakan pupuk kandang kambing lambat terurai. Pupuk kandang yang berasal dari kotoran kambing memiliki sifat slow release (terurai secara lambat) dimana unsur yang terkandung didalam pupuk organik akan dilepas secara perlahan-lahan dan terus menerus dalam jangka waktu yang lebih lama. Hal ini menyebabkan kemampuan

pupuk kandang kambing untuk menyediakan unsur hara dalam pertumbuhan vegetatif kurang memadai karena lama tersedia oleh tanaman (Badar *et al.*, 2021).

#### 4.1.3 Berat Basah Sawi Hijau pada Perlakuan Pupuk Kandang Kambing

Rerata berat basah sawi dipengaruhi oleh perlakuan pupuk kandang kambing secara signifikan berdasarkan analisa. Perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kandang kambing 15 ton/ha, dan 30 ton/ha. Berat basah sawi tertinggi terdapat pada perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha, yaitu rerata sawi berbobot 21,21 g (Gambar 4.3).



**Gambar 4.3** Pengaruh pupuk kandang kambing terhadap rerata berat basah sawi hijau (*Brassica juncea* L.)  
(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa berat basah sawi menurun seiring penambahan pupuk kandang kambing yang diberikan. Berat basah tertinggi terdapat pada perlakuan 5 ton/ha. Hal tersebut berarti bahwa konsentrasi 5 ton/ha merupakan konsentrasi optimal pemberian pupuk kandang kambing untuk parameter berat basah pada sawi. Diperkuat dengan hasil Sinaga *et al.*, (2019) bahwa pemberian pupuk kandang kambing sebanyak 5 ton/ha mampu meningkatkan berat basah bawang merah (*Allium ascalonicum* L.), perlakuan pupuk kandang 5 ton/ha memiliki bobot basah sebanyak 39,540 g.

Perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha memiliki berat basah tertinggi dapat disebabkan karena adanya serapan air dalam jumlah yang besar yang diikuti dengan peningkatan laju fotosintesis. Nuryani & Haryono (2019) menjelaskan bahwa laju fotosintesis yang meningkat berbanding lurus dengan laju pembentukan protein, karbohidrat, dan lemak. Sehingga, peningkatan laju fotosintesis menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan tanaman, pada akhirnya akan meningkatkan berat segar tanaman. Diperkuat dengan pendapat Bustami *et al.*, (2012) bahwa terdapat beberapa faktor penunjang keberhasilan produksi tanaman, antara lain: unsur hara yang seimbang dan dosis pupuk yang optimum. Pemberian pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman akan meningkatkan hasil produksi tanaman. Pupuk kandang mengandung unsur hara N, P, dan K yang diperlukan tanaman dari fase vegetatif sampai generatif. Unsur N digunakan sebagai bahan utama pembentukan klorofil serta protein. Unsur P sebagai sumber energi. Unsur K sebagai bahan pembentuk karbohidrat

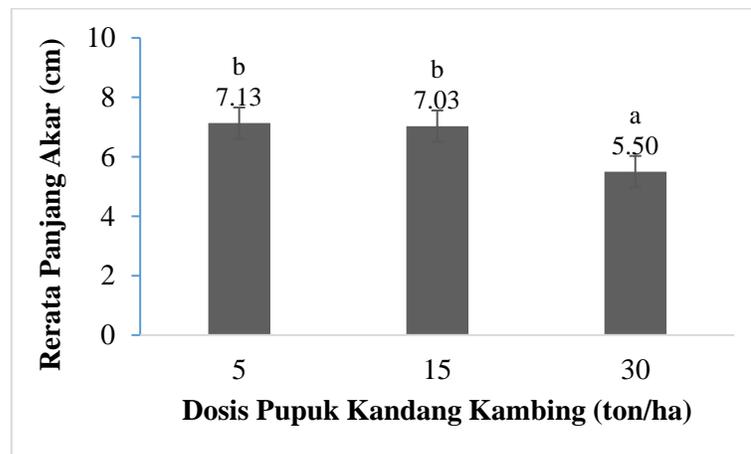
(Purba et al., 2015b). Suplementasi N dibutuhkan untuk memaksimalkan biomassa tanaman.

Berdasarkan Gambar 4.3 diketahui pada konsentrasi 15 ton/ha dan 30 ton/ha berat basah sawi menurun. Hal ini dapat disebabkan karena penyerapan unsur hara yang kurang optimal sehingga menurunkan berat basah sawi. Pupuk kandang kambing yang belum terdekomposisi sempurna maka belum bisa dimanfaatkan secara penuh. Penurunan berat basah pada perlakuan pupuk kandang kambing 15 dan 30 ton/ha dapat disebabkan oleh faktor internal dari sawi hijau itu sendiri. Pertumbuhan tanaman selain ditentukan oleh faktor pertumbuhan eksternal dan juga oleh faktor pertumbuhan dalam tanaman itu sendiri (Nasamsir & Huffia, 2020).

Penurunan berat basah juga diduga karena penyerapan air yang kurang maksimal. Media tanam yang berupa tanah pasir sehingga tanah cepat kering walaupun sudah disiram sehingga keadaan tersebut menyebabkan unsur hara dan air yang terserap menjadi kurang optimal yang menyebabkan bobot basah menurun. Peran air bagi tanaman sebagai pelarut hara bagi tanaman, penyusun utama jaringan tanaman yang aktif secara fisiologis, serta sebagai pelarut dalam proses fotosintesis, dan sebagai pengatur suhu tanaman. Kebutuhan air yang tercukupi akan meningkatkan laju fotosintesis yang berbanding lurus dengan laju pembentukan protein, karbohidrat, dan lemak. Sehingga, peningkatan laju fotosintesis menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan tanaman, pada akhirnya akan meningkatkan berat segar tanaman (Nuryani & Haryono, 2019).

#### 4.1.4 Panjang Akar Sawi Hijau pada Perlakuan Pupuk Kandang Kambing

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pemberian pupuk kandang kambing pada media tanam berpengaruh secara signifikan terhadap rerata panjang akar sawi. Rerata panjang akar perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kandang kambing 15 ton/ha. Rerata panjang akar perlakuan 5 dan 15 ton/ha berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kandang kambing 30 ton/ha. Akar terpanjang secara signifikan terdapat pada pemberian pupuk kandang kambing 5 ton/ha, yaitu 7,13 cm. Akar terpendek secara signifikan terdapat pada pemberian pupuk kandang kambing 30 ton/ha, yaitu 5,50 cm (Gambar 4.4).



**Gambar 4.4 Pengaruh pupuk kandang kambing terhadap rerata panjang akar sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

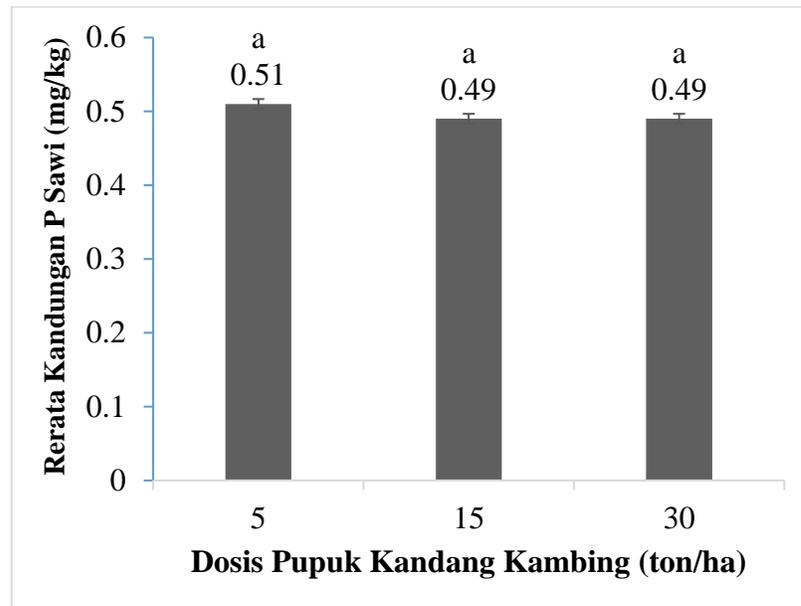
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa panjang akar sawi tertinggi didapatkan pada konsentrasi 5 ton/ha. Hal tersebut berarti bahwa perlakuan 5 ton/ha merupakan konsentrasi optimal pemberian pupuk kandang kambing pada sawi. Hasil penelitian Saepuloh *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang kambing menghasilkan tanaman pagoda (*Brassica narinosa* L.) dengan panjang akar lebih panjang pada perlakuan pupuk kandang kambing 225 g/tan (24,63 cm). Pertumbuhan akar serta morfologi akar merupakan salah satu parameter penting untuk mengevaluasi tingkat optimal nutrisi yang dapat disuplai tanaman. Kandungan fosfor serta nitrogen pada pupuk kandang kambing mempengaruhi pertumbuhan akar sawi. Sebagaimana penjelasan Herawati *et al.*, (2021) bahwa fosfor dan nitrogen merupakan unsur hara terpenting untuk mempertahankan kualitas optimum tanaman. Fosfor memainkan peran penting dalam perolehan, penyimpanan, dan penggunaan energi yang berfungsi untuk pembelahan sel. Fosfor secara langsung memiliki berperan dalam perkembangan akar, morfologi akar lateral, percabangan akar. Sel korteks akar tanaman memiliki tiga zona: meristem proksimal, zona transisi, dan zona diferensiasi atau perpanjangan.

Nitrogen dapat meningkatkan produksi sitokinin yang mempengaruhi elastisitas dinding sel. Sitokinin berpengaruh dalam perkembangan akar pada zona transisi dan zona diferensiasi (Takatsuka & Umeda, 2014). Diketahui bahwa pupuk kandang kambing mengandung unsur N sehingga berpengaruh terhadap perkembangan akar. Pertumbuhan sistem perakaran merespon dari keadaan konsentrasi unsur hara tanah. Pada lahan subur maka densitas akar tanah akan semakin besar (Gunawan *et al.*, 2019).

Panjang akar menurun di perlakuan konsentrasi 15 ton/ha hingga terendah di konsentrasi 30 ton/ha. Hal ini dikarenakan oleh faktor internal dari sawi hijau itu sendiri. Pertumbuhan tanaman selain ditentukan oleh faktor pertumbuhan eksternal dan juga oleh faktor pertumbuhan dalam tanaman itu sendiri. Pengaruh pertumbuhan tanaman bukan hanya karena pemberian pupuk tetapi faktor internal juga mempengaruhi. Setiap tanaman memiliki kemampuan fisiologi yang berbeda-beda. Akibat perbedaan sifat dalam tanaman sendiri juga berpengaruh terhadap kemampuan adaptasi terhadap lingkungan (Nasamsir & Huffia, 2020).

#### **4.1.5 Kandungan Fosfor (P) Sawi Hijau pada Perlakuan Pupuk Kandang Kambing**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan P dalam tanaman sawi hijau tidak dipengaruhi oleh perlakuan pupuk kandang kambing. Pemberian pupuk kandang kambing pada media tanam tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan P dalam sawi hijau. Kandungan P sawi tertinggi pada perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha, yaitu 0,51 mg/kg (Gambar 4.5).



**Gambar 4.5 Pengaruh pupuk kandang kambing terhadap rerata kandungan P sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**  
 (Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p>0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan P pada sawi hijau tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena penyerapan pada pupuk kandang kambing tidak maksimum sehingga kandungan P dalam sawi hijau tidak berbeda nyata. Penyerapan fosfor yang kurang maksimal oleh tanaman sawi hijau terhadap pupuk kandang kambing dapat disebabkan karena dosis pupuk kandang kambing yang diberikan kurang optimal sehingga kebutuhan salah satu unsur hara makronutrient P tidak tercukupi. Pemberian pupuk kandang kambing yang sesuai akan memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman sehingga penyerapan P juga akan maksimal.

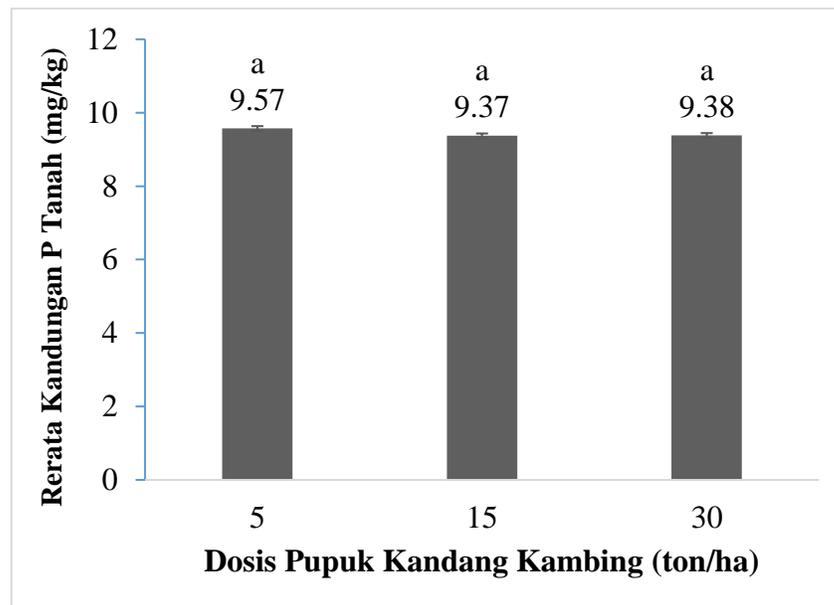
Pupuk kandang mengandung bahan organik yang menghasilkan asam-asam organik. Asam organik tersebut mampu membebaskan unsur hara P dengan cara mengikat kation logam Al dan Fe (Purba et al., 2015b). Pupuk kandang dapat diaplikasikan ke tanah untuk meningkatkan fertilitas P. Pupuk kandang mengandung P organik dalam jumlah besar, seperti fosfolipid dan asam nukleat yang dapat dilepaskan sehingga meningkatkan kandungan P inorganik tanah dengan metode mineralisasi (Shen *et al.*, 2011).

Penyerapan unsur hara dalam pupuk kandang kambing yang tidak efektif oleh tanaman sawi hijau dapat juga dipengaruhi oleh faktor-faktor internal dan eksternal dari tanaman sawi hijau tersebut. Faktor-faktor internal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman berkaitan dengan proses fisiologi. Sedangkan faktor-faktor eksternal seperti: radiasi matahari, suhu, air, dan suplai unsur hara. Apabila salah satu faktor tersebut tidak tersedia bagi tanaman dan ketersediaannya tidak dalam seimbang dengan faktor lainnya, maka faktor tersebut dapat menghambat pertumbuhan tanaman itu sendiri (Sinuraya & Melati, 2019)

#### **4.1.6 Kandungan Fosfor (P) Tanah pada Perlakuan Pupuk Kandang Kambing saat Akhir Pengamatan**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan P dalam tanah saat akhir pengamatan tidak dipengaruhi oleh perlakuan pupuk kandang kambing. Pemberian pupuk kandang kambing pada media tanam tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan P tanah saat akhir pengamatan berdasarkan hasil

analisa. Kandungan P tersedia tanah tertinggi pada perlakuan pupuk kandang kambing 5 ton/ha yaitu 9,57 mg/kg. Kandungan P tersedia tanah terendah pada perlakuan pupuk kandang kambing 15 ton/ha yaitu 9,37 mg/kg (Gambar 4.6).



**Gambar 4.6 Pengaruh pupuk kandang kambing terhadap rerata kandungan P tanah saat akhir pengamatan**

(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan P tanah saat akhir pengamatan tidak berbeda nyata. Hal ini diduga bahwa pupuk kandang kambing yang ditambahkan kedalam media tanam belum terdekomposisi sempurna sehingga ketersediaan unsur hara seperti fosfor (P) tidak maksimum. Bahan organik yang mempunyai C/N masih tinggi yaitu diatas 12 berarti masih belum terdekomposisi baik

dalam tanah sehingga ketersediaan unsur hara tidak maksimum (Widarti et al., 2015). Pupuk kandang kambing yang digunakan memiliki nilai C/N 18 (Lampiran 4.3).

Pemberian pupuk kandang kambing tidak nyata dalam meningkatkan hara fosfor (P) tersedia. Hal ini diduga karena tanah pasir yang digunakan sebagai media tanam masih dalam kondisi pH yang masam, dimana tanah sebelumnya memiliki pH sebesar 4,8 (KCL 1N) dan 5,1 (H<sub>2</sub>O) (Lampiran 4.4) sehingga hara P menjadi tidak tersedia karena pada kondisi tanah masam maka unsur hara P akan terikat dengan Al dan Fe (Purba *et al.*, 2015).

Kadar pH tanah memengaruhi jumlah fosfat yang tersedia dalam tanah. Fosfat yang diserap tanaman umumnya berbentuk orthofosfat (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, dan PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Orthofosfat banyak ditemukan dalam pH tanah kisaran 5,5-7,2 (Firniasari, 2018). Sedangkan hasil uji pH tanah pasir menunjukkan nilai pH yang rendah yakni 5,1 (H<sub>2</sub>O) dan 4,8 (KCl). Tanah yang memiliki pH rendah memiliki kelarutan Al yang tinggi sehingga dapat menyebabkan P tidak tersedia. P dalam tanah yang masam (pH rendah) akan berikatan dengan Al atau Fe yang membuat P tidak dapat diserap tanaman. Ketersediaan P maksimum umumnya ditemukan pada pH tanah 5,5-7. P tersedia dalam tanah akan turun apabila pH tanah <5,5 serta >7. Fosfat rentan untuk terikat dengan Al dan Fe pada kondisi tanah masam dan Ca pada tanah basa (Firniasari, 2018).

Pupuk kandang kambing yang digunakan secara langsung akan memberikan manfaat yang baik pada musim penanaman kedua. Pupuk kandang yang belum terdekomposisi sempurna akan lambat dalam proses pelepasan unsur hara ke dalam tanah sehingga ketersediaan unsur hara terhambat. Pupuk kandang kambing memiliki

sifat slow release (terurai secara lambat) dimana unsur yang terkandung didalam pupuk organik akan dilepas secara perlahan-lahan dan terus menerus dalam jangka waktu yang lebih lama (Badar *et al.*, 2021).

#### 4.2 Pengaruh Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Pemberian berbagai macam konsentrasi mikoriza memiliki pengaruh yang berbeda-beda sesuai dengan parameter yang diamati. Parameter yang diamati meliputi: jumlah daun, tinggi tanaman, berat basah, panjang akar, kandungan P sawi hijau, dan kandungan P tanah saat akhir pengamatan. Hasil pengaruh pemberian berbagai konsentrasi mikoriza dilihat pada hari ke-40 pasca tanam (40-HST). Hasil pengukuran parameter kemudian diuji dengan analisis Two Way ANOVA, jika terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak ganda Duncan atau Uji DMRT (*Duncan multiple range test*) untuk mengetahui konsentrasi terbaik berdasarkan notasinya. Hasil analisis ANOVA ditunjukkan pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2 Hasil analisis ANOVA fungsi mikoriza arbuskular (FMA) terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Parameter	Signifikansi	F Hitung	F Tabel 5%
Jumlah Daun	0,000	41,457*	3,1995
Tinggi Tanaman	0,120	2,703 <sup>TN</sup>	3,1995
Berat Basah	0,000	125,126*	3,1995
Panjang Akar	0,160	1,541 <sup>TN</sup>	3,1995
Kandungan P Sawi Hijau	0,000	14,111*	3,1995
Kandungan P Tanah saat Akhir Pengamatan	0,000	20,578*	3,1995

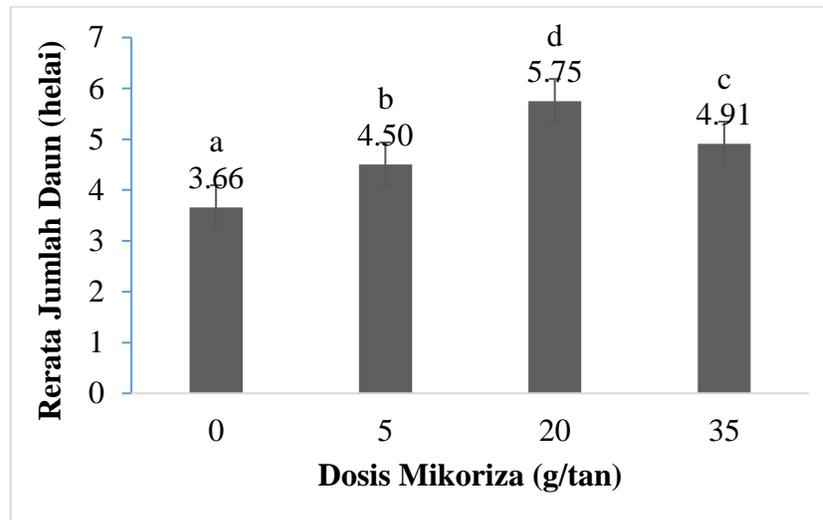
\* = berbeda pada  $\alpha$  0,05, berpengaruh nyata (sig < 0,05) dan F hitung > F tabel

TN = tidak berpengaruh nyata (sig > 0,05) dan F hitung < F tabel

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa penggunaan mikoriza ke dalam media tanam memberikan pengaruh nyata terhadap parameter pengamatan yang meliputi jumlah daun, berat basah, kandungan P sawi hijau dan kandungan P tersedia tanah saat akhir pengamatan. Pengaruh nyata perlakuan terhadap parameter ditunjukkan dengan nilai signifikansi  $<0,05$  (notasi \*) serta nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Mikoriza tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan panjang akar sawi umur 40 HST (notasi <sup>TN</sup>). Mikoriza yang memberikan pengaruh nyata selanjutnya diuji lanjut Duncan.

#### **4.2.1 Jumlah Daun Sawi Hijau pada Perlakuan Pemberian Mikoriza**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pemberian mikoriza pada media tanam berpengaruh secara signifikan terhadap rerata jumlah daun sawi. Rerata jumlah daun pada perlakuan tanpa mikoriza (0 g/tan) berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza 5 g/tan, 20 g/tan dan 35 g/tan. Rerata jumlah daun tertinggi secara signifikan terdapat pada pemberian mikoriza 20 g/tan, sebanyak 5,75 helai daun per-tanaman. Rerata jumlah daun terendah secara signifikan terdapat pada kontrol sebanyak 3,66 helai daun per-tanaman (Gambar 4.7).



**Gambar 4.7 Pengaruh mikoriza terhadap rerata jumlah daun sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah daun sawi meningkat seiring penambahan mikoriza yang diberikan, namun pada konsentrasi tertinggi konsentrasi 35 g/tan menurun. Hal tersebut berarti bahwa konsentrasi 20 g/tan merupakan konsentrasi maksimum pemberian mikoriza pada sawi. Diperkuat dengan hasil penelitian Nainggolan *et al.*, (2020) menyatakan bahwa jumlah daun kacang hijau dengan pemberian mikoriza 5 g/tan (26,93 helai) dan 7,5 g/tan (26,77 helai) secara signifikan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (23,93 helai).

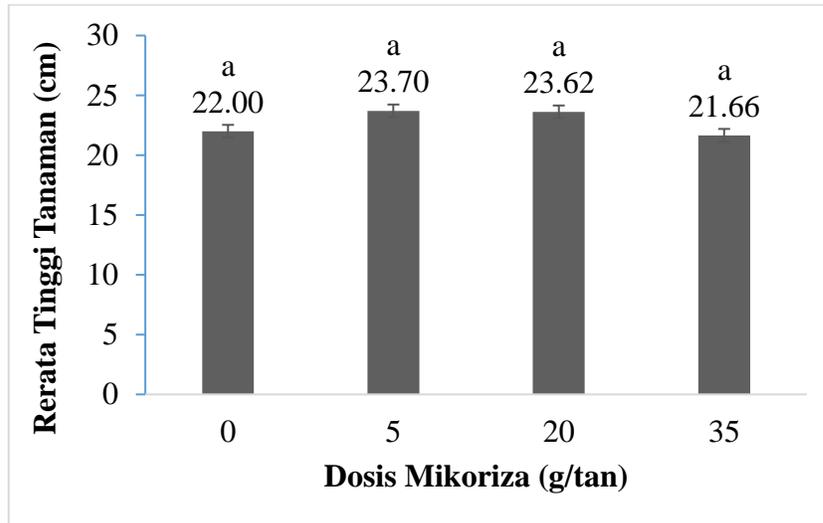
Jumlah daun merupakan salah satu indikator morfologi penting untuk pertumbuhan tanaman. Hal tersebut dikarenakan daun merupakan organ tempat fotosintesis utama dalam tanaman. Hasil fotosintesis tersebut akan diangkut ke seluruh

organ tanaman untuk perkembangan serta pertumbuhannya. Jumlah daun yang meningkat akan sebanding dengan asimilat fotosintesis yang dihasilkan, kemudian akan diikuti dengan semakin cepat tanaman tumbuh dan berkembang.

Hasil beberapa penelitian menunjukkan pula bahwa FMA mampu mengubah homeostasis hormon tanaman. FMA memiliki kecenderungan dapat meningkatkan kandungan hormon sitokinin dan auksin pada tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman (Aggarwal *et al.*, 2011; Song *et al.*, 2020). Hal ini diperkuat dengan pendapat Kim & Li (2016) bahwa morfologi daun seperti luas daun dan jumlah daun merupakan parameter yang dipengaruhi oleh ketersediaan P. Akumulasi dan partisi biomassa dipengaruhi oleh ketersediaan P tanaman pada fase vegetatif. Peran sentral P pada tumbuhan ialah dalam bioenergi, karena komponen utama adenosine fosfat (ADP dan ATP) yang digunakan dalam proses fotosintesis. Selain itu P bertugas dalam memodifikasi aktivitas enzim dalam fosforilasi, mengaktifkan protein, mengatur proses metabolisme, dan terlibat dalam pensinyalan serta pembelahan sel (Barker *et al.*, 2021; Lukman, 2010).

#### **4.2.2 Tinggi Tanaman Sawi Hijau pada Perlakuan Pemberian Mikoriza**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tinggi tanaman sawi hijau tidak dipengaruhi oleh perlakuan mikoriza berdasarkan analisa. Sawi tertinggi terdapat pada perlakuan mikoriza 5 g/tan, yaitu 23,71 mg/kg. Sawi terendah terdapat pada perlakuan tanpa mikoriza (0 g/tan), yaitu 21,56 mg/kg (Gambar 4.8).

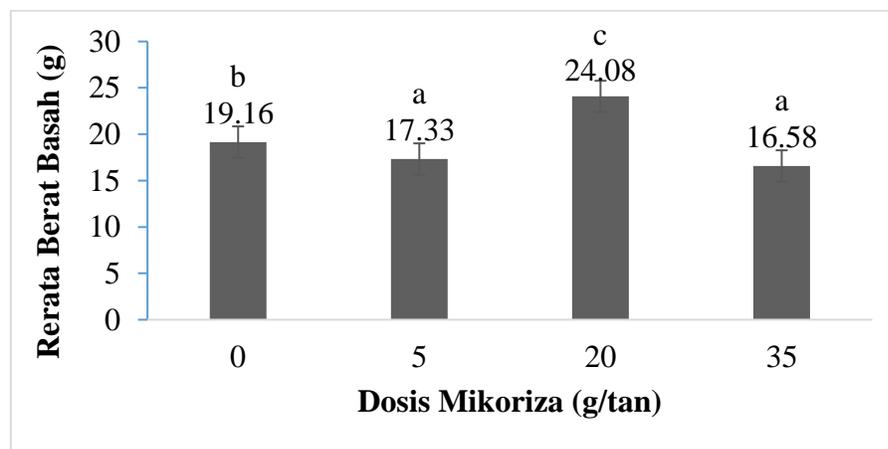


**Gambar 4.8 Pengaruh mikoriza terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa FMA tidak berpengaruh secara nyata terhadap parameter tinggi tanaman sawi. Hal tersebut diduga karena asosiasi akar FMA tidak optimal atau lemahnya infeksi FMA pada hifa perakaran. Hal ini diperkuat dengan pendapat Fahmissidqi (2016) bahwa keberhasilan asosiasi akar FMA sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah. Selain itu, kurangnya asupan cahaya matahari akan mengurangi derajat infeksi akar FMA dan mengurangi produksi spora. Derajat infeksi akar FMA yang berkurang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan internal hifa yang selanjutnya akan berdampak pada terbatasnya perkembangan eksternal hifa pada rizosfer.

#### 4.2.3 Berat Basah Sawi Hijau pada Perlakuan Pemberian Mikoriza

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pemberian mikoriza pada media tanam berpengaruh secara signifikan terhadap rerata berat basah sawi. Perlakuan tanpa mikoriza (0 g/tan) berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza 5 g/tan, 20 g/tan, dan 35 g/tan. Perlakuan mikoriza 5 g/tan tidak berbeda nyata dengan mikoriza 35 g/tan. Berat basah sawi tertinggi terdapat pada perlakuan mikoriza 20 g/tan, yaitu rerata sawi berbobot 24,08 g (Gambar 4.9).



**Gambar 4.9** Pengaruh mikoriza terhadap rerata berat basah sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi mikoriza 20 g/tan merupakan konsentrasi optimal pemberian mikoriza pada sawi untuk parameter berat basah. Inokulasi FMA pada sayuran saat masa vegetatif secara signifikan dapat meningkatkan berbagai faktor, seperti: jumlah klorofil, tingkat fotosintesis, aktivitas akar tanaman, tinggi tanaman, diameter batang, dan berujung pada meningkatnya berat

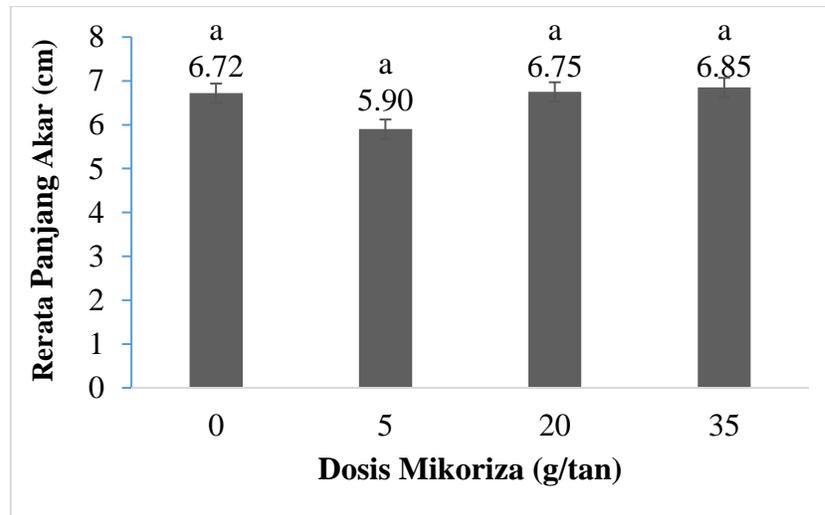
kering serta berat basah tanaman (Xiuxiu *et al.*, 2019). Mikoriza arbuskular menghasilkan struktur miselium eksternal di dalam rizosfer. Aktivitas fosfatase dari hifa eksternal menjadikan serapan P lebih tinggi (Astiko *et al.*, 2013). Diperkuat dengan hasil Samanhudi *et al.*, (2014) bahwa berat basah temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) meningkat pada pemberian mikoriza 10 g/tan dibandingkan dengan kontrol. Kontrol mikoriza menghasilkan berat basah 51,66 g.

Berat basah sawi meningkat pada konsentrasi FMA 20 g/tan namun kemudian menurun pada konsentrasi FMA 35 g/tan. Hal tersebut besar kemungkinan bahwa konsentrasi 20 g/tan merupakan konsentrasi maksimum pula pemberian FMA pada sawi hijau. Saat konsentrasi telah maksimum maka peningkatan kadar pemberian FMA tidak berpengaruh positif terhadap berat basah sawi hijau. Hal ini diperkuat dengan pendapat Masfufah *et al.*, (2016) bahwa infeksi akar FMA mencapai batas maksimum jika FMA diinokulasikan pada dosis tertentu. Tingkat infeksi akar FMA akan menurun jika dosis FMA yang diberikan pada perlakuan terlalu tinggi, dikarenakan kumpulan mikoriza yang terlalu tinggi akan bersaing secara interspesifik untuk mendapatkan energi dari tanaman inang.

#### **4.2.4 Panjang Akar Sawi Hijau pada Perlakuan Pemberian Mikoriza**

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa panjang akar sawi tidak dipengaruhi oleh perlakuan mikoriza berdasarkan analisa. Panjang akar sawi tertinggi

terdapat pada perlakuan mikoriza 35 g/tan, yaitu 6,85 cm. Panjang akar sawi terendah terdapat pada perlakuan mikoriza 5 g/tan, yaitu 5,0 cm (Gambar 4.10).

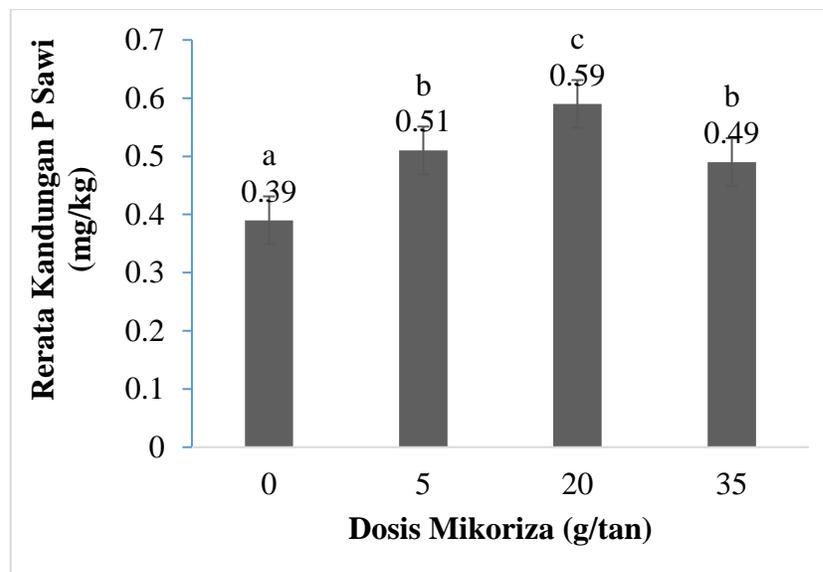


**Gambar 4.10 Pengaruh mikoriza terhadap rerata panjang akar tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Pertumbuhan tanaman setelah aplikasi FMA tidak berpengaruh secara nyata terhadap panjang akar kemungkinan dikarenakan hasil regulasi pengambilan P oleh akar secara langsung lebih terpusat pada penambahan berat basah sawi. Adanya studi ekspresi gen oleh Shen *et al.*, (2011) menunjukkan bahwa mikoriza menginduksi set gen tanaman namun memiliki variabilitas yang berarti adanya fungsional keragaman simbiosis FMA. Ekspresi gen yang berbeda pada tiap tanaman bergantung dengan spesies jamur, genotip tanaman, dan faktor lingkungan.

#### 4.2.5 Kandungan Fosfor (P) Sawi Hijau pada Perlakuan Pemberian Mikoriza

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan P sawi dipengaruhi oleh perlakuan mikoriza secara signifikan berdasarkan analisa. Perlakuan tanpa mikoriza (0 g/tan) berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza 5 g/tan, 20 g/tan, dan 35 g/tan. Perlakuan mikoriza 5 g/tan tidak berbeda nyata dengan mikoriza 35 g/tan. Kandungan P sawi tertinggi terdapat pada perlakuan mikoriza 20 g/tan, yaitu 0,59 mg/kg (Gambar 4.11).



**Gambar 4.11 Pengaruh mikoriza terhadap rerata kandungan P sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan P sawi meningkat seiring penambahan mikoriza yang diberikan. Konsentrasi 20 g/tan merupakan konsentrasi optimal pemberian mikoriza pada sawi. Diperkuat dengan hasil penelitian Sagala *et al.*,

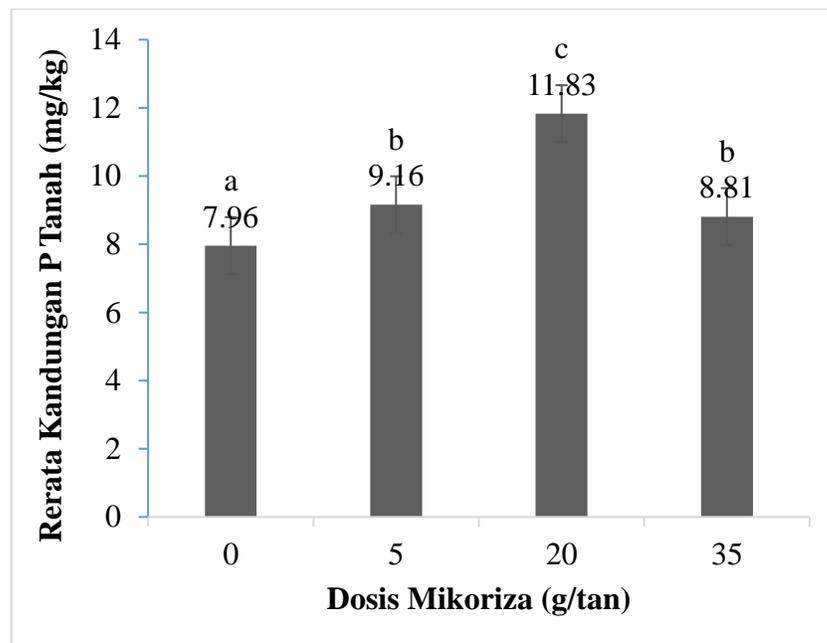
(2017) bahwa kandungan P sawi dengan perlakuan mikoriza 20 g/tan secara tunggal sebanyak 1,83 mg/kg, lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan P pada perlakuan kontrol sebanyak 1,01 mg/kg.

Hasil Gambar 4.11 menunjukkan mikoriza arbuskular sangat berpengaruh terhadap penyerapan unsur P oleh tanaman, baik P organik maupun P inorganik. Diperkuat dengan pendapat Schachtman *et al.*, (1998) bahwa jamur mikoriza arbuskular dapat lebih efektif menyerap P inorganik dibandingkan jamur jenis lain karena unsur C untuk keberlangsungan hidup mikoriza langsung disediakan oleh tanaman. Selain itu, mikoriza mampu menyerap sumber P organik yang tidak tersedia langsung ke tanaman, misalnya asam nukleat dan asam fitat. Wilayah dengan serapan hara terbesar terdapat pada bagian belakang kaliptra, yaitu bagian aktif akar tempat tumbuh rambut akar. Luas permukaan serap akar dapat ditingkatkan dengan melalui asosiasi tanaman dengan mikoriza. Mikoriza tersebut memfasilitasi pengambilan air dan hara yang bermanfaat dalam penyerapan P (Takatsuka & Umeda, 2014).

Mikoriza arbuskular menghasilkan struktur miselium eksternal dalam rizosfer. Hifa eksternal mikoriza menghasilkan enzim fosfatase yang menjadikan serapan P lebih tinggi (Astiko *et al.*, 2013). Infeksi akar FMA mencapai batas maksimum jika FMA diinokulasikan pada dosis tertentu. Tingkat infeksi akar FMA akan menurun jika dosis FMA yang diberikan pada perlakuan terlalu tinggi, dikarenakan kumpulan mikoriza yang terlalu tinggi akan bersaing secara interspesifik untuk mendapatkan energi dari tanaman inang (Masfufah *et al.*, 2016).

#### 4.2.6 Kandungan Fosfor (P) Tanah pada Perlakuan Pemberian Mikoriza saat Akhir Pengamatan

Kandungan P tanah dipengaruhi oleh perlakuan mikoriza secara signifikan berdasarkan analisa. Perlakuan tanpa mikoriza (0 g/tan) berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza 5 g/tan, 20 g/tan dan 35 g/tan. Kandungan P tanah tertinggi terdapat pada perlakuan mikoriza 20 g/tan, yaitu 11,83 mg/kg (Gambar 4.12).



**Gambar 4.12 Pengaruh mikoriza terhadap rerata kandungan P tersedia tanah saat akhir pengamatan**

(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kandungan P tanah saat akhir pengamatan meningkat seiring penambahan mikoriza yang diberikan, namun pada konsentrasi tertinggi konsentrasi 35 g/tan menurun. Hal tersebut berarti bahwa

konsentrasi 20 g/tan merupakan konsentrasi optimal pemberian mikoriza untuk parameter kandungan P tanah. Diperkuat dengan hasil penelitian Sagala *et al.*, (2017) bahwa pemberian mikoriza secara tunggal pada tanaman sawi sebanyak 20 g/tan berpengaruh terhadap meningkatnya kandungan P tanah saat panen. Perlakuan kontrol memiliki kandungan P sebanyak 14,24 mg/kg sementara perlakuan mikoriza 20 g/tan memiliki kandungan P 15,90 mg/kg.

Miselium dari mikoriza menghasilkan enzim fosfatase yang menjadikan penyerapan P lebih tinggi pada akar yang terinfeksi (Astiko *et al.*, 2013). Akar tanaman yang terinfeksi mikoriza akan memiliki daya serap hara fosfor (P) yang meningkat dimana mikoriza menghasilkan enzim phospatase sehingga P yang terikat dengan tanah atau dengan mineral lain dapat terlepas dan mudah diserap oleh tanaman. Mikoriza dapat membebaskan unsur P yang terikat dengan mineral dalam tanah sehingga unsur P menjadi tersedia untuk tanaman (Setiadi, 2011). Infeksi akar FMA mencapai batas maksimum jika FMA diinokulasikan pada dosis tertentu. Tingkat infeksi akar FMA akan menurun jika dosis FMA yang diberikan pada perlakuan terlalu tinggi, dikarenakan kumpulan mikoriza yang terlalu tinggi akan bersaing secara interspesifik untuk mendapatkan energi dari tanaman inang (Masfufah *et al.*, 2016).

### 4.3 Pengaruh Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Pemberian berbagai macam kombinasi konsentrasi pupuk kandang kambing dan mikoriza memiliki pengaruh yang berbeda-beda sesuai dengan parameter yang diamati. Hasil interaksi dari pengaruh pemberian berbagai pupuk kandang kambing dan mikoriza dilihat pada hari ke-40 pasca tanam (40-HST), kemudian diuji dengan analisis Two Way ANOVA, jika terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak ganda Duncan atau Uji DMRT (*Duncan multiple range test*) untuk mengetahui konsentrasi terbaik berdasarkan notasinya. Hasil analisis ANOVA ditunjukkan pada Tabel 4.3

**Tabel 4.3 Hasil analisis ANOVA interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Parameter	Signifikansi	F Hitung	F Tabel
Jumlah Daun	0,000	41,685*	2,0587
Tinggi Tanaman	0,012	2,703*	2,0587
Berat Basah	0,000	125,090*	2,0587
Panjang Akar	0,160	1,541 <sup>TN</sup>	2,0587
Kandungan P Sawi Hijau	0,000	14,111*	2,0587
Kandungan P Tanah saat Akhir Pengamatan	0,000	20,556*	2,0587

\* = berbeda pada  $\alpha$  0,05, berpengaruh nyata (sig < 0,05) dan F hitung > F tabel

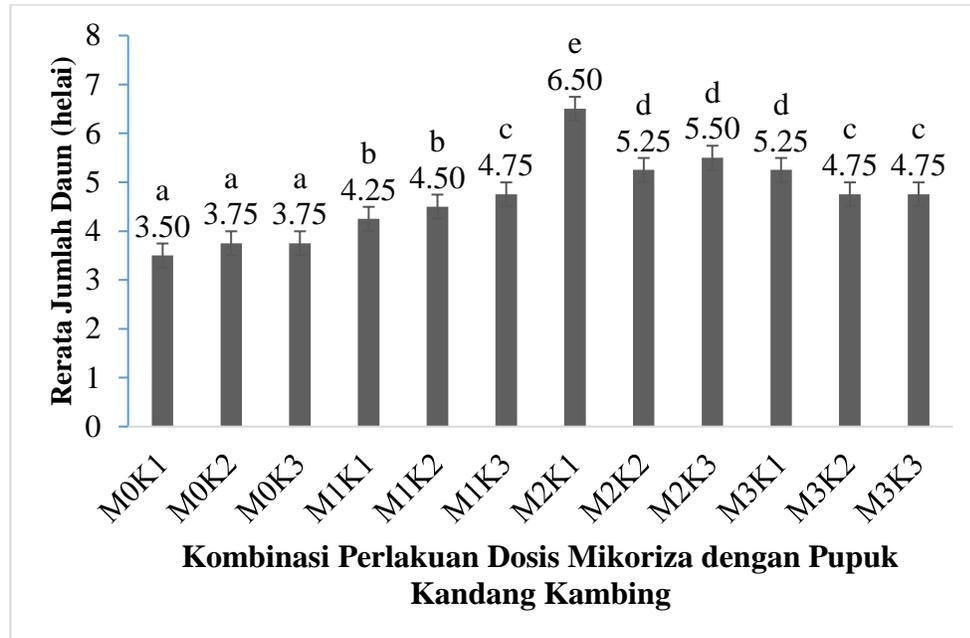
TN = tidak berpengaruh nyata (sig > 0,05) dan F hitung < F tabel

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa terdapat interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap jumlah daun, tinggi tanaman, berat basah, kandungan P sawi dan P tersedia tanah saat akhir pengamatan. Pengaruh nyata perlakuan terhadap

parameter ditunjukkan dengan nilai signifikansi  $<0,05$  (notasi \*) serta nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Parameter panjang akar tidak terdapat interaksi antara pupuk kandang kambing dan mikoriza (notasi <sup>TN</sup>).

#### **4.3.1 Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Jumlah Daun Sawi Hijau**

Perlakuan interaksi antara mikoriza dan pupuk kandang kambing yang diberikan menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap jumlah daun sawi. Rerata jumlah daun sawi tertinggi dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 20 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M2K1) yaitu sebanyak 6,5 helai. Jumlah daun sawi terendah dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 0 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M0K1) yaitu sebanyak 3,5 helai (Gambar 4.13).



**Gambar 4.13 Pengaruh interaksi pupuk kandang kambing dengan mikoriza terhadap rerata jumlah daun sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**  
(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p>0,05$ )

Keterangan :

M0K1 = 0 g/tan + 5 ton/ha	M1K2 = 5 g/tan + 15 ton/ha	M2K3 = 20 g/tan + 30 ton/ha
M0K2 = 0 g/tan + 15 ton/ha	M1K3 = 5 g/tan + 30 ton/ha	M3K1 = 35 g/tan + 5 ton/ha
M0K3 = 0 g/tan + 30 ton/ha	M2K1 = 20 g/tan + 5 ton/ha	M3K2 = 35 g/tan + 15 ton/ha
M1K1 = 5 g/tan + 5 ton/ha	M2K2 = 20 g/tan + 15 ton/ha	M3K3 = 35 g/tan + 30 ton/ha

Terdapat interaksi pupuk kandang kambing dan FMA pada parameter jumlah daun menunjukkan bahwa pupuk kandang kambing saling bekerjasama dengan FMA dalam pertumbuhan tanaman sawi. Sejalan dengan penjelasan Maghfoer *et al.*, (2018) bahwa pupuk kandang mampu meningkatkan sifat fisika tanah sehingga mendukung pertumbuhan akar serta perkembangan tanaman. Penggunaan pupuk kandang mampu

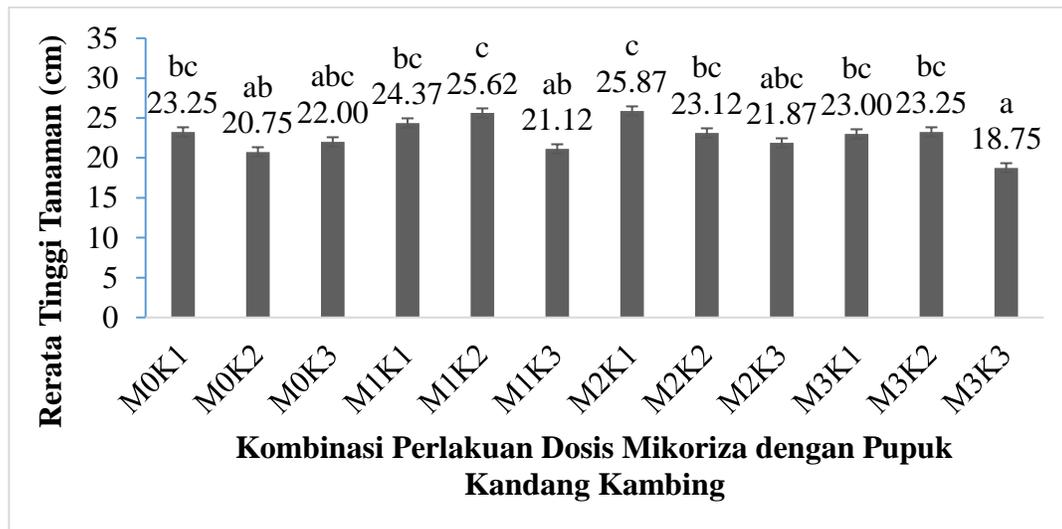
memperbaiki tekstur dan struktur tanah, aerasi, kapasitas air tanah serta meningkatkan aktivitas mikroba tanah. Aktivitas mikroba tanah termasuk perkembangan FMA.

Peningkatan jumlah daun disebabkan karena pembentukan daun dipengaruhi oleh penyerapan dan ketersediaan unsur hara. Purba *et al.*, (2015) menyatakan pupuk kandang mengandung unsur hara yang bermanfaat bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain untuk proses pembentukan daun baru, dengan adanya mikoriza akan mempermudah akses dalam penyerapan unsur hara. Peningkatan jumlah daun menunjukkan bahwa dengan ketersediaan unsur hara yang tercukupi mampu meningkatkan jumlah daun. Kandungan bahan organik yang semakin tinggi akan mempengaruhi kemampuan hifa eksternal untuk menginfeksi akar tanaman sehingga serapan unsur hara meningkat. Kecukupan unsur hara tersebut mampu membantu pembentukan bagian vegetatif tanaman termasuk jumlah daun.

Gambar (4.13) menunjukkan bahwa kadar pupuk kandang kambing serta kadar FMA yang terlalu tinggi digunakan mengakibatkan penurunan jumlah daun sawi yang dihasilkan. Sesuai dengan pernyataan Sagala *et al.*, (2017) bahwa bahwa pemupukan tanah dapat mempengaruhi simbiosis FMA dengan tanah. Penggunaan pupuk yang terlalu tinggi berarti menyuplai dosis P yang terlalu tinggi pula pada tanah. Unsur P tanah yang terlalu tinggi dapat menekan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman. Sehingga dapat disimpulkan terdapat batas maksimum pemberian pupuk pada tanah agar terjadi simbiosis yang optimal pula.

#### 4.3.2 Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Tinggi Tanaman Sawi Hijau

Perlakuan interaksi antara mikoriza dan pupuk kandang kambing yang diberikan menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap tinggi sawi hijau. Rerata tinggi sawi tertinggi dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 20 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M2K1) yaitu sebanyak 25,87 cm. Tinggi sawi terendah dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 35 g/tan dengan pupuk kandang 30 ton/ha (M3K3) yaitu sebanyak 18,75 cm (Gambar 4.14).



**Gambar 4.14 Pengaruh interaksi pupuk kandang kambing dengan mikoriza terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**  
(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p > 0,05$ )

Keterangan :

M0K1 = 0 g/tan + 5 ton/ha	M1K2 = 5 g/tan + 15 ton/ha	M2K3 = 20 g/tan + 30 ton/ha
M0K2 = 0 g/tan + 15 ton/ha	M1K3 = 5 g/tan + 30 ton/ha	M3K1 = 35 g/tan + 5 ton/ha
M0K3 = 0 g/tan + 30 ton/ha	M2K1 = 20 g/tan + 5 ton/ha	M3K2 = 35 g/tan + 15 ton/ha
M1K1 = 5 g/tan + 5 ton/ha	M2K2 = 20 g/tan + 15 ton/ha	M3K3 = 35 g/tan + 30 ton/ha

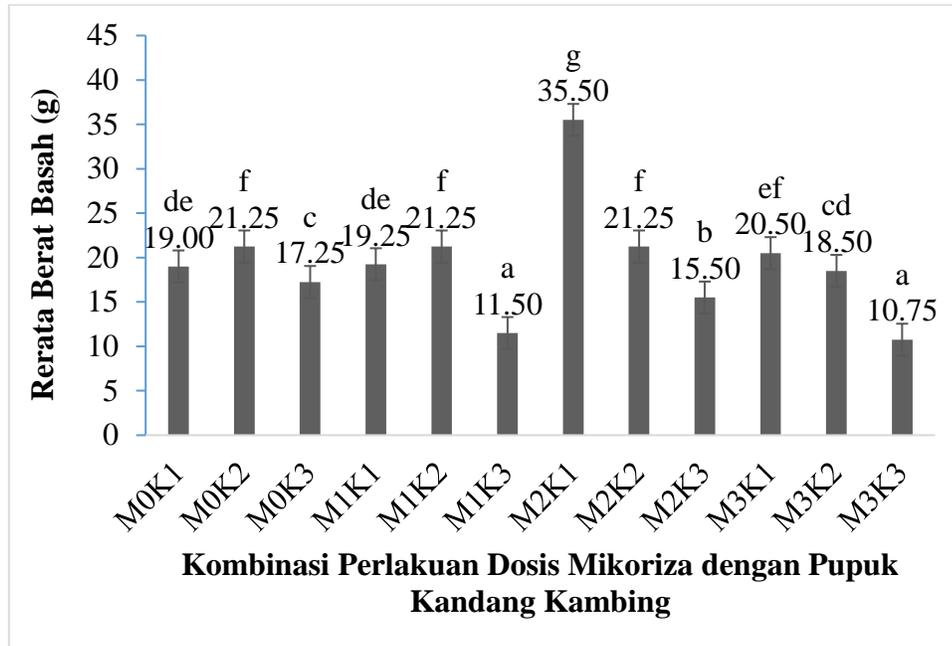
Terdapat interaksi pupuk kandang kambing dan FMA pada parameter tinggi tanaman menunjukkan bahwa pupuk kandang kambing saling bekerjasama dengan FMA dalam pertumbuhan tanaman sawi. Diperkuat dengan Maghfoer *et al.*, (2018) bahwa pupuk kandang juga mampu meningkatkan sifat fisika tanah sehingga mendukung pertumbuhan akar serta perkembangan tanaman selain itu pupuk kandang kambing juga kaya akan unsur P. Hasil ini diperkuat dengan pendapat Charisma *et al.*, (2012) bahwa FMA berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memperluas jangkauan penyerapan hara P. Kemudian Purba *et al.*, (2015) menambahkan bahwa Bahan organik memiliki keuntungan dapat meningkatkan kapasitas nutrisi tanaman, kemudian memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan aktivitas biologi termasuk aktivitas FMA dalam tanah. Pupuk kandang mampu meningkatkan suplai unsur P, kemudian mikoriza meningkatkan daya serapan hara P pada tanaman. Sehingga keduanya mampu bekerja sama dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman.

Peningkatan tinggi diakibatkan meningkatnya sumber makronutrien tanaman yang terdapat dipupuk kandang kambing. Pupuk kandang kambing memiliki kandungan nutrisi N, P, dan K (Gichaba *et al.*, 2020; Tayyab *et al.*, 2018). Pupuk kandang menyediakan nutrisi bagi sawi sedangkan mikoriza akan memfasilitasi penyerapan unsur hara dari pupuk kandang, sehingga interaksi keduanya dapat meningkatkan tinggi tanaman sawi. Pupuk kandang mengandung nitrogen dimana nitrogen dapat meningkatkan produksi sitokinin yang mempengaruhi elastisitas dinding sel, kemudian meningkatkan tinggi tanaman. Selain itu, penambahan bahan organik

pada tanah akan berpengaruh pada porositas tanah yang ditandai dengan menurunnya bobot isi tanah. Kondisi tanah porous berarti proses aerasi dalam tanah baik. Tanah dengan porositas yang baik mendukung perkembangan akar dalam menyerap unsur hara. Akar yang berkembang nantinya akan berpengaruh pada meningkatnya pertumbuhan tanaman serta memberikan peluang hidup mikoriza lebih tinggi (Dewi, 2018; Loss et al., 2019).

#### **4.3.3 Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Berat Basah Sawi Hijau**

Perlakuan interaksi antara mikoriza dan pupuk kandang kambing yang diberikan menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap berat basah sawi. Berat basah sawi tertinggi dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 20 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M2K1) yaitu sebanyak 35,5 g. Berat basah sawi terendah dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 35 g/tan dengan pupuk kandang 30 ton/ha (M3K3) yaitu sebanyak 10,75 g (Gambar 4.15).



Gambar 4.15 Pengaruh interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap rerata berat basah sawi hijau (*Brassica juncea* L.)  
(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p>0,05$ )

Keterangan :

M0K1 = 0 g/tan + 5 ton/ha	M1K2 = 5 g/tan + 15 ton/ha	M2K3 = 20 g/tan + 30 ton/ha
M0K2 = 0 g/tan + 15 ton/ha	M1K3 = 5 g/tan + 30 ton/ha	M3K1 = 35 g/tan + 5 ton/ha
M0K3 = 0 g/tan + 30 ton/ha	M2K1 = 20 g/tan + 5 ton/ha	M3K2 = 35 g/tan + 15 ton/ha
M1K1 = 5 g/tan + 5 ton/ha	M2K2 = 20 g/tan + 15 ton/ha	M3K3 = 35 g/tan + 30 ton/ha

Berdasarkan gambar (4.15) menunjukkan bahwa pupuk kandang kambing saling bekerjasama dalam meningkatkan berat basah tanaman sawi. Pupuk kandang kambing sebagai penyuplai sumber P-tanah, sementara FMA berfungsi sebagai alat peningkatan penyerapan P-tanah oleh tanaman. Hasil ini diperkuat dengan pendapat Charisma *et al.*, (2012) bahwa FMA berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memperluas jangkauan penyerapan hara P serta meningkatkan kemampuan

tanaman untuk menyerap air. Mikoriza mengubah unsur P zona labil dengan menghasilkan asam-asam organik dan enzim fosfatase. Bahan organik direkomendasikan diberikan sebelum inokulasi FMA. Hal ini dikarenakan bahan organik seperti pupuk kandang mampu memperbaiki kualitas tanah, sehingga FMA dapat berkembang dengan baik. Kemudian Purba *et al.*, (2015) menambahkan bahwa bahan organik memiliki keuntungan dapat meningkatkan kapasitas nutrisi tanaman, meningkatkan kandungan humus tanah, meningkatkan kapasitas menahan air tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan aktivitas biologi. Pupuk kandang mampu meningkatkan suplai nutrisi, kemudian mikoriza meningkatkan daya serapan hara pada tanaman.

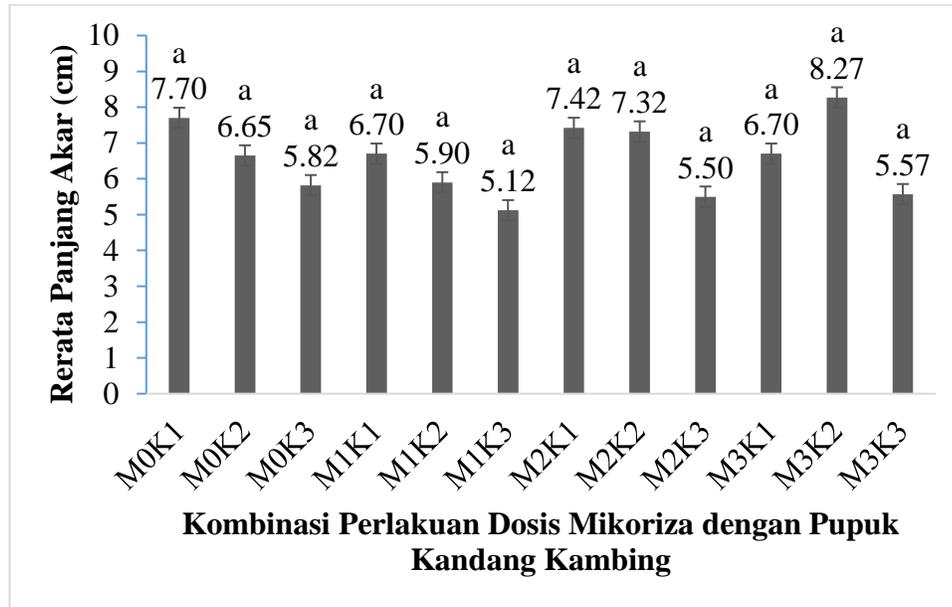
Perlakuan pupuk kandang kambing dan FMA (M3K3) menghasilkan berat basah terendah pada sawi, yakni 10,75 g. Kemungkinan besar dikarenakan pupuk kandang kadar 30 ton/ha merupakan konsentrasi pupuk kandang kambing diatas daya maksimal menggunakan pupuk kandang untuk tanaman sawi, sehingga yang menghasilkan kandungan P yang terlalu tinggi. Hal ini diperkuat dengan pendapat Herawati *et al.*, (2021) bahwa kandungan P yang terlalu tinggi dapat berakibat pada penurunan perkembangan akar dikarenakan keracunan unsur P. Perkembangan akar yang menurun akan menurunkan suplai nutrien dari tanah ke organ tanaman lain. Sehingga pada akhirnya dapat berpengaruh negatif terhadap perkembangan serta pertumbuhan tanaman.

Mikoriza memiliki fungsi utama dalam meperluas jangkauan P tanaman, pertumbuhan FMA dipengaruhi jumlah koloninya. Koloni FMA yang terlalu tinggi

akan menyebabkan kompetisi pengambilan nutrisi oleh FMA, jumlah FMA hidup akan menurun dan mengakibatkan penurunan proses penyerapan P oleh akar tanaman pula. Selain itu, pertumbuhan koloni FMA juga dipengaruhi banyaknya unsur P yang terdapat pada lingkungan. Unsur P yang terlalu banyak berpengaruh negatif terhadap perkembangan FMA (Sagala *et al.*, 2017).

#### **4.3.4 Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Panjang Akar Sawi Hijau**

Panjang akar sawi tidak dipengaruhi oleh interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza berdasarkan analisa. Panjang akar sawi tertinggi terdapat pada perlakuan mikoriza 35 g/tan dan pupuk kandang 15 ton/ha (M3K2), yaitu 8,27 mg/kg. Panjang akar sawi terendah terdapat pada perlakuan mikoriza 5 g/tan dan pupuk kandang 30 ton/ha (M1K3), yaitu 5,12 mg/kg (Gambar 4.16).



**Gambar 4.16 Pengaruh interaksi pupuk kandang kambing dengan mikoriza terhadap rerata panjang akar sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**

Keterangan :

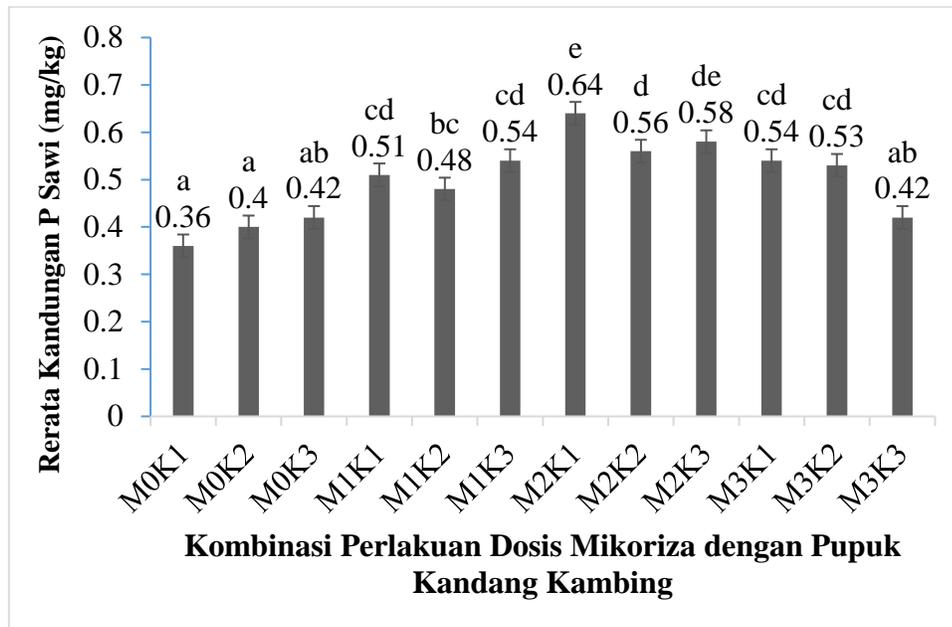
M0K1 = 0 g/tan + 5 ton/ha	M1K2 = 5 g/tan + 15 ton/ha	M2K3 = 20 g/tan + 30 ton/ha
M0K2 = 0 g/tan + 15 ton/ha	M1K3 = 5 g/tan + 30 ton/ha	M3K1 = 35 g/tan + 5 ton/ha
M0K3 = 0 g/tan + 30 ton/ha	M2K1 = 20 g/tan + 5 ton/ha	M3K2 = 35 g/tan + 15 ton/ha
M1K1 = 5 g/tan + 5 ton/ha	M2K2 = 20 g/tan + 15 ton/ha	M3K3 = 35 g/tan + 30 ton/ha

Tidak terjadi interaksi pada parameter tinggi diduga karena tinggi tanaman sawi lebih dipengaruhi faktor genetik tiap tanaman sehingga menyebabkan tinggi sawi yang tidak berbeda signifikan. Tinggi tanaman sawi yang tidak efektif dapat juga dipengaruhi oleh faktor-faktor internal dan eksternal dari tanaman sawi hijau tersebut. Faktor-faktor internal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman berkaitan dengan proses fisiologi. Sedangkan faktor-faktor eksternal seperti: radiasi matahari, suhu, air, dan suplai unsur hara. Apabila salah satu faktor tersebut tidak tersedia bagi

tanaman dan ketersediaannya tidak dalam seimbang dengan faktor lainnya, maka faktor tersebut dapat menghambat pertumbuhan tanaman itu sendiri (Sinuraya & Melati, 2019). Selain itu, pemberian mikoriza secara tunggal tidak berpengaruh terhadap panjang akar. Sejalan dengan pendapat Pratama *et al.*, (2019) bahwa terdapat kondisi tanaman kurang merespon secara jelas pada pengaruh pemberian pupuk, dikarenakan umumnya beberapa pertumbuhan organ tanaman lebih berhubungan dengan faktor genetik serta interaksinya dengan lingkungan.

#### **4.3.5 Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Kandungan Fosfor (P) Sawi Hijau**

Perlakuan interaksi antara mikoriza dan pupuk kandang kambing yang diberikan menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap kandungan P sawi hijau. Kandungan P sawi hijau tertinggi dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 20 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M2K1) yaitu sebanyak 0,64 mg/kg. Kandungan P sawi terendah dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 0 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M0K1) yaitu sebanyak 0,36 mg/kg (Gambar 4.17).



**Gambar 4.17 Pengaruh interaksi pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap kandungan P tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)**  
(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p>0,05$ )

Keterangan :

M0K1 = 0 g/tan + 5 ton/ha	M1K2 = 5 g/tan + 15 ton/ha	M2K3 = 20 g/tan + 30 ton/ha
M0K2 = 0 g/tan + 15 ton/ha	M1K3 = 5 g/tan + 30 ton/ha	M3K1 = 35 g/tan + 5 ton/ha
M0K3 = 0 g/tan + 30 ton/ha	M2K1 = 20 g/tan + 5 ton/ha	M3K2 = 35 g/tan + 15 ton/ha
M1K1 = 5 g/tan + 5 ton/ha	M2K2 = 20 g/tan + 15 ton/ha	M3K3 = 35 g/tan + 30 ton/ha

Kandungan P sawi dipengaruhi oleh interaksi pupuk kandang kambing dan FMA yang saling bekerjasama. Pupuk kandang kambing digunakan sebagai pensuplai P tambahan ke tanah. Kemudian, proses penyerapan P tanah oleh sawi ditingkatkan dengan adanya FMA (Maghfoer *et al.*, 2018). Proses penyerapan P oleh akar tanaman dapat dibantu dengan adanya simbiosis mutualisme antara tanaman dan FMA. Terdapat pertukaran C untuk FMA kemudian FMA akan membantu tanaman dalam menyerap

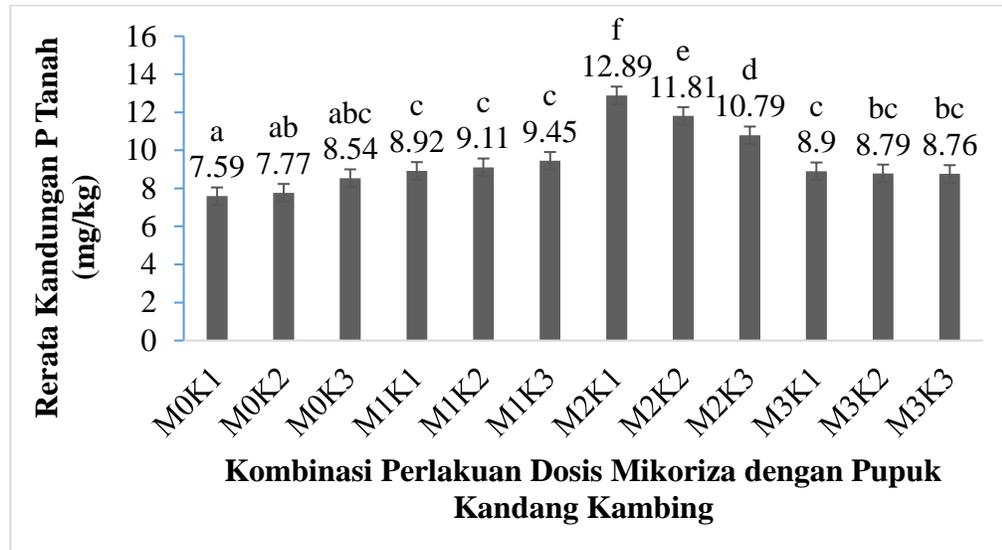
unsur P dengan hifanya. Tanaman dengan adanya jamur mikoriza akan menyerap P lebih tinggi 3 kali daripada akar tanaman non-mikoriza (Schachtman *et al.*, 1998).

FMA berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan memperluas jangkauan penyerapan hara P serta meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap air. Mikoriza mengubah unsur P zona labil dengan menghasilkan asam-asam organik dan enzim fosfatase (Charisma *et al.*, 2012). Bahan organik direkomendasikan diberikan sebelum inokulasi FMA. Hal ini dikarenakan bahan organik seperti pupuk kandang mampu memperbaiki kualitas tanah, sehingga FMA dapat berkembang dengan baik. Bahan organik memiliki keuntungan dapat meningkatkan kapasitas nutrisi tanaman, meningkatkan kandungan humus tanah, meningkatkan kapasitas menahan air tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan aktivitas biologi. Pupuk kandang mampu meningkatkan suplai nutrisi, kemudian mikoriza meningkatkan daya serapan hara pada tanaman (Purba *et al.*, 2015b)

#### **4.3.6 Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Kandungan Fosfor (P) Tanah saat Akhir Pengamatan**

Perlakuan interaksi antara mikoriza dan pupuk kandang kambing yang diberikan menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan terhadap kandungan P tanah media tanam sawi saat akhir pengamatan. Kandungan P tanah tertinggi dihasilkan oleh interaksi pemberian mikoriza 20 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M2K1) yaitu sebanyak 12,89 mg/kg. Kandungan P tanah terendah dihasilkan oleh

interaksi pemberian mikoriza 0 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M0K1) yaitu sebanyak 7,59 mg/kg (Gambar 4.18).



**Gambar 4.18 Pengaruh interaksi mikoriza dan pupuk kandang kambing terhadap kandungan P tanah saat akhir pengamatan**  
(Keterangan: Perbedaan huruf menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan DMRT  $p>0,05$ )

Keterangan :

M0K1 = 0 g/tan + 5 ton/ha	M1K2 = 5 g/tan + 15 ton/ha	M2K3 = 20 g/tan + 30 ton/ha
M0K2 = 0 g/tan + 15 ton/ha	M1K3 = 5 g/tan + 30 ton/ha	M3K1 = 35 g/tan + 5 ton/ha
M0K3 = 0 g/tan + 30 ton/ha	M2K1 = 20 g/tan + 5 ton/ha	M3K2 = 35 g/tan + 15 ton/ha
M1K1 = 5 g/tan + 5 ton/ha	M2K2 = 20 g/tan + 15 ton/ha	M3K3 = 35 g/tan + 30 ton/ha

Hasil parameter kandungan P tanah menunjukkan bahwa terdapat interaksi kerjasama antara pengaruh pupuk kandang kambing dan mikoriza. Pengaruh terhadap kesediaan P tanah akan lebih meningkat jika ditambahkan dengan bahan organik. Hal ini diperkuat dengan pendapat Purba *et al.*, (2015) bahwa pupuk kandang mengandung

bahan organik yang menghasilkan asam-asam organik yang mampu membebaskan unsur hara P dengan cara mengikat kation logam Al dan Fe. Bahan organik tersebut mampu menurunkan jumlah fosfat yang difiksasi oleh Fe dan Al. Pupuk kandang dapat diaplikasikan ke tanah untuk meningkatkan fertilitas P. Pupuk kandang mengandung P organik dalam jumlah besar, seperti fosfolipid dan asam nukleat yang dapat dilepaskan sehingga meningkatkan kandungan P inorganik tanah dengan metode mineralisasi. Metode mineralisasi menghasilkan asam organik (Shen et al., 2011).

Bahan organik dalam pupuk kandang tersebut mampu menurunkan jumlah fosfat yang difiksasi oleh Fe dan Al. Sehingga P tersedia bagi tanaman lebih banyak. Kemudian, bahan organik secara berkala mampu meningkatkan adsorpsi P tanah dengan tetap mempertahankan kondisi optimal pH, kelembaban tanah, dan aktivitas biologi tanah (Almeida *et al.*, 2019). Adanya mikoriza kemudian membantu penyerapan P secara optimal (Akande *et al.*, 2018).

Jamur mikoriza arbuskular dapat lebih efektif menyerap P inorganik dibandingkan jamur jenis lain karena unsur C untuk keberlangsungan hidup mikoriza langsung disediakan oleh tanaman. Selain itu, mikoriza mampu menyerap sumber P organik yang tidak tersedia langsung ke tanaman, misalnya asam nukleat dan asam fitat (Schachtman *et al.*, 1998). Wilayah dengan serapan hara terbesar terdapat pada bagian belakang kaliptra, yaitu bagian aktif akar tempat tumbuh rambut akar. Luas permukaan serap akar dapat ditingkatkan dengan melalui asosiasi tanaman dengan mikoriza. Mikoriza tersebut memfasilitasi pengambilan air dan hara yang bermanfaat dalam penyerapan P (Takatsuka & Umeda, 2014).

#### 4.4 Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) dalam Perspektif Islam

Allah SWT menciptakan langit, bumi, serta isi langit dan bumi dengan segala kesempurnaan-Nya. Tumbuhan merupakan salah satu ciptaan Allah yang memiliki berbagai fungsi dalam kehidupan manusia. Sebagaimana Firman Allah SWT dalam surat Al-Luqman ayat 10 berikut:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَأَلْقَى فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ  
وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya: “Dia menciptakan langit tanpa tiang sebagaimana kamu melihatnya, dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi agar ia (bumi) tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembangbiakkan segala macam jenis makhluk bergerak yang bernyawa di bumi. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (Q.S: Al-Luqman: 10)

Ibnu katsir menjelaskan bahwa dalam ayat diatas Allah menunjukkan kebesaran Allah melalui segala ciptaan-Nya baik di langit maupun di bumi. Tumbuh-tumbuhan merupakan salah satu tanda kuasa-Nya. Dalam tafsir Al-Qurtubi kalimat berarti segala macam tumbuhan yang baik termasuk salah satu contohnya sawi hijau (*Brassica juncea* L.) yang merupakan salah satu tanda kekuasaan Allah yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan untuk manusia ataupun hewan. Sawi hijau mengandung berbagai mineral dan vitamin untuk memenuhi kebutuhan gizi tubuh (Cahyono, 2003).

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالرَّيْثُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

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

Ibnu katsir (2004) menyatakan maksud surat An-Nahl ayat 11 diatas ialah Allah telah menumbuhkan berbagai macam tumbuhan dari air hujan. Tumbuhan merupakan salah satu tanda kekuasaan yang diciptakan Allah yang hanya dapat dilihat oleh manusia yang mau berfikir. Kemudian, Allah telah membekali manusia dengan akal agar semakin melihat tanda kekuasaan Allah dengan inovasi dan penelitian. Selain itu, penelitian ini dilakukan akibat kebutuhan sayuran oleh masyarakat mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya pengetahuan masyarakat akan pentingnya sayur untuk kesehatan (Rubatzky & Yamaguchi, 1998). Salah satunya, penelitian pemberian pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* l.). Selain untuk memahami tanda kekuasaan Allah.

Pertumbuhan serta perkembangan tanaman sejalan dengan penambahan kandungan bahan organik, artinya akan semakin meningkat apabila kandungan bahan organik dalam tanah meningkat. Bahan organik pada pupuk kambing mampu meningkatkan biomassa tanaman serta meningkatkan hasil panen (Saepuloh *et al.*, 2020). Mikoriza pada tanaman berfungsi untuk membantu meningkatkan jangkauan penyerapan air, unsur hara, nutrisi yang penting untuk tanaman, serta penyerapan unsur fosfor (P) dari tanah (Fahmissidqi, 2016).

Pupuk kandang kambing serta mikoriza arbuskular mampu bekerja sama dan memberikan manfaat saling terkait guna meningkatkan perkembangan tanaman hingga kondisi optimum. Pupuk kandang memiliki kemampuan untuk menyuburkan tanah sehingga mikoriza dapat berkembangbiak dengan optimum. Pupuk kandang juga memiliki P inorganik yang dapat diserap oleh FMA langsung, yang kemudian diedarkan ke seluruh bagian organ tanaman (Akande *et al.*, 2018; Almeida *et al.*, 2019). Kadar pemberian pupuk harus seimbang agar dicapai perkembangan tanaman yang optimum, sesuai dengan Firman Allah SWT dalam Surat Al-Hijr ayat 19 berikut:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ

Artinya: “Dan Kami telah menghamparkan bumi dan Kami pancangkan padanya gunung-gunung serta Kami tumbuhkan di sana segala sesuatu menurut ukuran” (Q.S. Al-Hijr: 19)

Ayat tersebut menuturkan bahwa Allah menciptakan bumi yang luas serta berbagai isinya, termasuk tumbuh-tumbuhan dengan seimbang. Penggalan ayat dari (مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ) berarti segala sesuatu dengan takaran, segala hal di bumi telah memiliki ukurannya masing-masing (Katsir, 2004). Allah telah menciptakan segala bentuk dengan seimbang. Hal ini sejalan dengan pemberian pupuk kandang kambing dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau. Penambahan pupuk kandang kambing serta mikoriza dilakukan hingga mencapai dosis optimal. Aplikasi pupuk yang tidak sesuai takaran menyebabkan pekatnya larutan tanah sehingga sulit untuk diserap tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Nuryani dan Haryono (2019) bahwa

aplikasi pupuk yang berlebihan akan menghambat pertumbuhan serta perkembangan tanaman dikarenakan larutan tanah menjadi pekat. Misalnya, apabila kadar P berlebihan maka akan penyerapan unsur hara yang lain akan terganggu.

Sejalan dengan penelitian yang sudah dilakukan, bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah tidaklah sia-sia baik tanaman sawi hijau, pupuk kandang kambing dan mikoriza. Hal ini tercantum dalam firman Allah Surat Al-Imran ayat 191 sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka” (Q.S. Al-Imran: 191).

Ayat Al-Imran: 191 menuturkan bahwa segala ciptaan Allah tidak ada yang sia-sia sekalipun yang tidak terlihat oleh mata manusia seperti halnya Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) yang berukuran mikroskopis. Mikoriza halnya jamur berukuran sangat kecil (mikro) tetapi memiliki manfaat yang sangat banyak salah satunya membantu tanaman menyerap unsur hara lebih banyak meskipun dalam keadaan lingkungan yang tercekam. Mikoriza bersimbiosis dengan akar tanaman untuk meningkatkan penyerapan unsur hara dari tanah. Akar tanaman yang terinfeksi mikoriza akan memiliki daya serap hara fosfor (P) yang meningkat dimana mikoriza

menghasilkan enzim phospatase sehingga P yang terikat dengan tanah atau dengan mineral lain dapat terlepas dan mudah diserap oleh tanaman (Herawati *et al.*, 2021).

Pupuk kandang yang berasal dari kotoran hewan juga tidaklah sia-sia karena masih memiliki banyak manfaat salah satunya dapat digunakan untuk menyuburkan tanah dan menambah kandungan unsur hara didalam tanah, dimana mikoriza akan berinteraksi dengan pupuk kandang agar meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau sehingga tanaman bisa tumbuh dengan baik. Begitu halnya dengan sawi hijau yang memiliki banyak manfaat salah satunya untuk menunjang kehidupan manusia dengan dikonsumsi ataupun untuk keperluan ekonomi yang memiliki nilai jual. Maha besar Allah, segala ciptaan Allah tidaklah ada yang sia-sia bagi orang-orang yang berfikir dan selalu mengingat Allah.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemberian pupuk kandang kambing berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan sawi hijau. Konsentrasi 5 ton/ha memberikan pengaruh yang lebih baik dibanding 15 dan 30 ton/ha pada variabel jumlah daun (4,87 helai), tinggi tanaman (23,18 cm), berat basah (18,05 g) dan panjang akar (7,03 cm).
2. Pemberian mikoriza berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan sawi hijau. Konsentrasi 20 g/tan memberikan pengaruh yang lebih baik dibanding 0, 5, dan 35 g/tan pada variabel jumlah daun (5,75 helai), berat basah (24,08 g), kandungan P sawi hijau (0,59 mg/kg) dan kandungan P tanah saat akhir pengamatan (11,83 mg/kg).
3. Terdapat pengaruh nyata interaksi antara pemberian pupuk kandang kambing dan mikoriza pada parameter pertumbuhan sawi hijau. Konsentrasi pemberian mikoriza 20 g/tan dengan pupuk kandang 5 ton/ha (M2K1) memberikan hasil yang lebih baik untuk jumlah daun (6,50 helai), tinggi tanaman (25,87 cm), berat basah (35,50 g), kandungan P sawi hijau (0,64 mg/kg) dan kandungan P tanah saat akhir pengamatan (12,89 mg/kg).

## 5.2 Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut.

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait keberhasilan pengaruh interaksi pupuk kandang kambing dengan mikoriza menggunakan parameter lain: seperti berat kering tanaman utuh, derajat infeksi mikoriza, dan kandungan unsur hara selain P.
2. Tanah yang akan digunakan sebagai media tanam untuk penelitian pengaruh mikoriza harus dipastikan telah steril terlebih dahulu dari mikoriza dan spora-spora mikoriza. Hal ini bertujuan agar didapatkan hasil pengamatan yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, A., Kadian, N., Tanwar, A., Yadav, A., & Gupta, K. K. (2011). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in Global Sustainable Development. *Journal of Applied and Natural Science*, 3(2), 340–351. <https://doi.org/10.31018/jans.v3i2.211>
- Akande, T. Y., Fagbola, O., Erinle, K. O., Bitire, T. D., & Urhie, J. (2018). Effect of Organic Manure and Mycorrhizal on the Growth and Yield of Capsicum annum ( Hot Pepper ). *New York Science Journal*, 11(5), 1–9. <https://doi.org/10.7537/marsnys110518.01>
- Al-Mahalli, I. J., & As-suyutti, I. J. (1990). *Tafsir Jalalain Berikut Asbabun Nuzul* (Jilid 1). Sinar Baru.
- Al-Maraghi, A. M. (1993). *Tafsir Al-Maraghi* (Cetakan ke). Karya Toha Putra.
- Al-Qarni, A. (2008). *Tafsir Muyassar*. Qisthi Press.
- Almeida, R. F., Queiroz, I. D. S., Mikhael, J. E. R., Oliveira, R. C., & Borges, E. N. (2019). Enriched Animal Manure as a Source of Phosphorus in Sustainable Agriculture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(s1), 203–210. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-00291-x>
- Anjarwati, H., Waluyo, S., & Purwanti, S. (2017). Pengaruh Macam Media dan Takaran Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau ( Brassica rapa L.). *Vegetalika*, 6(1), 35–45. <https://doi.org/10.22146/veg.25983>
- Arif, M. R., Islam, M. T., Hasan, A., & Robin, K. (2019). Salinity Stress Alters Root Morphology and Root Hair Traits in Brassica napus. *Journal Plants*, 8(192), 14.
- Astiko, W., Sastrahidayat, I. R., Djauhari, S., & Muhibuddin, A. (2013). The Role of Indigenous Mycorrhiza in Combination with Cattle Manure in Improving Maize Yield (*Zea mays* L) on Sandy Loam of Northern Lombok, Eastern of Indonesia. *Journal of Tropical Soils*, 18(1), 53. <https://doi.org/10.5400/jts.2013.v18i1.53-58>
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik Produksi Hortikultura*. Kementerian Pertanian Indonesia. <http://hortikultura.pertanian.go.id/?p=1532>
- Badar, U., Jaenudin, A., & Wahyuni, S. (2021). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Kambing dan Jenis Mulsa terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Agros wagati*, 9(1), 1–9. <https://ejournal.upm.ac.id/index.php/agrotechbiz/article/view/269>
- Bahuwa, S. (2014). *Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Menggunakan Air Cucian Beras dan Jarak Tanam*. Universitas Negeri Gorontalo.
- Barker, A. V., Pilbeam, D. J., Hopkins, B. G., & Hopkins, B. G. (2021). *Phosphorus*. <https://doi.org/10.1201/b18458-6>
- Brundrett, M. (1991). Mycorrhizas in Natural Ecosystems. In *Advances in Ecological Research* (Vol. 21). [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60099-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60099-9)
- Bustami, Sufardi, & Bakhtiar. (2012). Serapan Hara dan Efisiensi Pemupukan Fosfat Serta Pertumbuhan Padi Varietas Lokal. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*,

- I(2)*, 159–170.
- Cahyono, B. (2003). *Teknik dan Strategi Budidaya Sawi Hijau*. Yayasan Pustaka Nusantara.
- Campbell, N. A., & Reece, J. . (2008). *Biologi*. Erlangga.
- Charisma, A. M., Rahayu, yuni sri, & Isnawati. (2012). Pengaruh Kombinasi Kompos Trichoderma dan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*) pada Media Tanam Tanah Kapur. *LenteraBio*, *1(3)*, 111–116.
- Dewi, W. W. (2018). Respon Dosis Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mntimun (*Cucumis sativus L.*) Varietas Hibrida. *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, *10(2)*, 11–29. <https://doi.org/10.35457/viabel.v10i2.140>
- Efendi, M. Z. (2018). *Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dengan Dosis Mikoriza Arbuskula dalam Meningkatkan Serapan P Tanaman Jagung Manis pada Tanah Andisol*. Universitas Brawijaya.
- Fahmissidqi, D. (2016). Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Fungi Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merr.*). *Agroekotek*, *8(1)*, 47–55.
- Fahrudin, F. (2009). *Budidaya Caisim (Brassica juncea L.) menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing*. Universitas Sebelas Maret.
- Gao, W. Q., Wang, P., & Wu, Q. S. (2019). Functions and Application of Glomalin-Related Soil Proteins: A Review. *Sains Malaysiana*, *48(1)*, 111–119. <https://doi.org/10.17576/jsm-2019-4801-13>
- Gichaba, V. M., Muraya, M., & Ndukhu, H. O. (2020). Effects of Goat Manure-Based Vermicompost on Growth and Yield of Garlic (*Allium sativum L.*). *International Journal of Horticulture, Agriculture and Food Science*, *4(3)*, 62–72. <https://doi.org/10.22161/ijhaf.4.3.1>
- Gunawan, H., Puspitawati, M. D., & Sumiasih, I. H. (2019). Pemanfaatan Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Bioindustri*, *2(1)*, 413–425. <https://doi.org/10.31326/jbio.v2i1.526>
- Handayanto. (2009). *Biologi Tanah*. Pustaka Adipura.
- Hartatik, W., & Widowati, L. . (2006). Pupuk Kandang. *Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati*, 59–82.
- Haryanto, E., Suhartini, T., Rahayu, E., & Sunarjono, H. (2007). *Sawi dan Selada* (Cetakan 11). Penebar Swadaya. [https://books.google.co.id/books?id=4iyG6pWqd5sC&printsec=frontcover&dq=Sawi+dan+Selada&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwj68sqHiaLpAhWVve30KHclGDjgQ6wEIKzAA#v=onepage&q=Sawi dan Selada&f=false](https://books.google.co.id/books?id=4iyG6pWqd5sC&printsec=frontcover&dq=Sawi+dan+Selada&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwj68sqHiaLpAhWVve30KHclGDjgQ6wEIKzAA#v=onepage&q=Sawi+dan+Selada&f=false)
- Herawati, A., Syamsiyah, J., Mujiyo, M., & Rochmadtulloh, M. (2021). Pengaruh Aplikasi Mikoriza dan Bahan Pembena terhadap Sifat Kimia dan Serapan Fosfor di Tanah Pasir. *Soilrens*, *18(2)*, 26–35. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v18i2.32074>

- Jaenudin, A., & Sugesa, N. (2018). Pengaruh Pupuk Kandang dan Cendawan Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan, Serapan dan Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). *Jurnal Agros wagati*, 6(1). <https://doi.org/10.33603/agros wagati.v6i1.1948>
- Katsir, I. (2004). *Tafsir Ibnu Katsir* (Y. Harun (ed.)). Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Kim, H. J., & Li, X. (2016). Effects of Phosphorus on Shoot and Root Growth, Partitioning, and Phosphorus Utilization Efficiency in Lantana. *HortScience*, 51(8), 1001–1009. <https://doi.org/10.21273/hortsci.51.8.1001>
- Laksono, J., & Karyono, T. (2017). Pemberian Pupuk Fosfat dan Fungi Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan Tanaman Legum Pohon (*Indigofera zollingeriana*). *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 12(2), 165–170. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.12.2.165-170>
- Leovini, H., Kastono, D., & Widada, J. (2014). Pengaruh Pemberian Jamur Mikoriza Arbuskular, Jenis Pupuk Fosfat dan Takaran Kompos Terhadap Pertumbuhan Bibit Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Media Pasir Pantai. *Vegetalika*, 3(1), 102–115. <https://doi.org/10.22146/veg.4019>
- Loss, A., Couto, R. da R., Brunetto, G., Veiga, M. da, Toselli, M., & Baldi, E. (2019). Animal Manure As Fertilizer: Changes in Soil Attributes, Productivity and Food Composition. *International Journal of Research -Granthaalayah*, 7(9), 307–331. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v7.i9.2019.615>
- Lukman, L. (2010). Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. *Jurnal Hortikultura*, 20(1), 82960. <https://doi.org/10.21082/jhort.v20n1.2010.p>
- Maghfoer, M. dawam, Koesriharti, Islami, T., & Kanwal, N. D. . (2018). A Study of the Efficacy of Various Nutrient Sources on the Growth and Yield of Cabbage. *Journal of Agricultural Science*, 4(1), 168–176. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000163>
- Mahdiannor. (2014). Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. Var. *Saccharata*) dengan pemberian pupuk hayati pada lahan rawa lebak. *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(3), 105–113.
- Masfufah, R., Proborini, meitini w, & Kawuri, R. (2016). Uji Kemampuan Spora Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Lokal Bali pada Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *SIMBIOSIS Journal of Biological Sciences*, 4(1), 26–30.
- Mosse, B. (1986). Mycorrhiza in a Sustainable Agriculture. *Biological Agriculture and Horticulture*, 3(2–3), 191–209. <https://doi.org/10.1080/01448765.1986.9754471>
- Mosse, B., & Thompson, P. (1984). Vesicular Arbuscular Endomycorrhizal Inoculum Production. I. Exploratory Experiments with Beans (*Phaseolus vulgaris*) in Nutrient Flow Culture. *Canadian Journal of Botany*, 62(7), 1531–1536. <https://doi.org/10.1139/b84-203>
- Muna, K., & Rahayu, E. S. (2015). Optimasi Medium Pembibitan Kawista (*Limonia acidissima* L.) dengan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan Kompos. *Unnes Journal of Life Science*, 4(1), 22–28.

- Musfal. (2010). Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), 154–158. <https://doi.org/10.21082/jp3.v29n4.2010.p154-158>
- Nainggolan, E. V., Bertham, Y. H., & Sudjarmiko, S. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) di Ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 58–63. <https://doi.org/10.31186/jipi.22.1.58-63>
- Nasamsir, & Huffia, D. (2020). Pertumbuhan Bibit Bud Chip Tebu (*Sacharum officinarum* L.) pada Beberapa Dosis Pupuk Kandang Kotoran Sapi. *Jurnal Media Pertanian*, 5(2), 27–33. <https://doi.org/10.33087/jagro.v5i2.99>
- Nuryani, E., & Haryono, G. (2019). Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian P terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Tipe Tegak. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 4(1), 14–17.
- Palasta, R., & Rini, M. V. (2018). Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit dengan Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskular dan Beberapa Dosis Pupuk Fosfat. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 5(2), 97. <https://doi.org/10.25181/jaip.v5i2.428>
- Pratama, R. A., Nizar, A., & Siswancipto, T. (2019). Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Cendawan Mikoriza Arbuskular (cma) dan Pupuk Fosfat Alam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Lokal Garut. *Agro Wiralodra*, 2(2), 43–51. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v2i2.17>
- Purba, M., Fauzi, F., & Sari, K. (2015a). Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial terhadap P-Tersedia Tanah dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(3), 105094. <https://doi.org/10.32734/jaet.v3i3.10937>
- Purba, M., Fauzi, F., & Sari, K. (2015b). Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial Terhadap P-Tersedia Tanah dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(3), 105094. <https://doi.org/10.32734/jaet.v3i3.10937>
- Rahmawati, N. (2005). *Pemanfaatan Biofertilizer pada Pertanian Organik*. 1–16.
- Rahmi, N., Dewi, R., Maretalina, R., & Hidayat, M. (2017). Keanekaragaman Fungi Mikoriza Di Kawasan Hutan Desa Lamteuba Droe Kecamatan Seulimum Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 227–236.
- Robert, P. (2017). Morphological and Nutritional Parameters of Chinese mustard (*Brassica juncea*). *Horticultural Science-UZPI (Czech Republic)*, 34(3), 123–128.
- Rubatzky, V. ., & Yamaguchi, M. (1998). *Sayuran Dunia : Prinsip, Produksi dan Gizi* (Jilid II). Institut Pertanian Bogor.
- Rukmana, R. (2007). *Bertanam Petsai & Sawi*. Kanisius. [https://books.google.co.id/books?id=FXQcAS\\_oomsC&printsec=frontcover&dq=Rukmana,+Rahmat.+2007.+Bertanam+Petsai+dan+Sawi.+Hal+11-35.+Yogyakarta+:++Kanisius&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwiXz9Ks2KPPAhVeyzgGHRB9CWwQ6wEIODAB#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?id=FXQcAS_oomsC&printsec=frontcover&dq=Rukmana,+Rahmat.+2007.+Bertanam+Petsai+dan+Sawi.+Hal+11-35.+Yogyakarta+:++Kanisius&hl=id&sa=X&ved=0ahUKEwiXz9Ks2KPPAhVeyzgGHRB9CWwQ6wEIODAB#v=onepage&q&f=false)

- Saepuloh, S., Isnaeni, S., & Firmansyah, E. (2020). Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pagoda (*Brassicae narinosa L.*). *AGROSCRIPT Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(1), 34–48. <https://doi.org/10.36423/agroscript.v2i1.500>
- Sagala, Y., Hanafiah, A. S., & Razali. (2017). Peranan Mikoriza terhadap Pertumbuhan, Serapan P dan Cd Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Serta Kadar P dan Cd Andisol yang Diberi Pupuk Fosfat Alam. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara* (3), 49–54.
- Samanhudi, Yunus, A., Pujiasmanto, B., & Rahayu, M. (2014). Application of Organic Manure and Mycorrhizal for Improving Plant Growth and Yield of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb .*). *Scientific Research Journal (SCIRJ)*, 2(5), 11–16.
- Sanjotha, P., Mahantesh, P., & Patil, C. S. (2011). Isolation and Screening of Efficiency of Phosphate Solubilizing Microbes. *International Journal of Microbiology Research*, 3(1), 56–58.
- Schachtman, D. P., Reid, R. J., & Ayling, S. M. (1998). Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiology*, 116(2), 447–453. <https://doi.org/10.1104/pp.116.2.447>
- Selwina, A., & Sutejo, H. (2017). Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk NPK Phonska terhadap Pertumbuhan Bibit Karet Okulasi (*Hevea brasiliensis Muell.Arg*) Klon PB 206. *Jurnal Agrifor*, XVI(1), 17–26.
- Setiadi. (2011). Peranan Mikoriza Arbuskula dalam Reboisasi Lahan Kritis di Indonesia. *Makalah Seminar Penggunaan Fungi Mikoriza Arbuskula dalam Sistem Pertanian Organik dan Rehabilitasi Lahan Kritis* (pp. 21-23)
- Setiawati, W., Murtiningsih, R., Sopha, G. A., & Handayani, T. (2007). Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran. In *Balai Penelitian Tanaman Sayuran*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Setyorini, D., Saraswati, R., & Anwar, E. K. (2006). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, W., & Zhang, F. (2011). Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. *Plant Physiology*, 156(3), 997–1005. <https://doi.org/10.1104/pp.111.175232>
- Shihab, M. Q. (2007). *Membumikan Al-Qur'an, Fungsi dan Peran Wahyu dalam Masyarakat*. Mizan Media Utama.
- Simanungkalit, R. D. M. (2006). *Cendawan Mikoriza Arbuskuler*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Sinaga, A. M., Marbun, P., & Lubis, A. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk ZA terhadap Sifat Kimia Lahan Bekas Sawah dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*). *Jurnal Agroteknologi FP USU*, 55, 440–447.

- Sinuraya, B. A., & Melati, M. (2019). Pengujian Berbagai Dosis Pupuk Kandang Kambing untuk Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis Organik (*Zea mays* var. Saccharata Sturt). *Buletin Agrohorti*, 7(1), 47–52. <https://doi.org/10.29244/agrob.v7i1.24407>
- Smith, S. E., & Gianinazzi-pearson, V. (1988). Physiological Interactions Between Symbionts in Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 39(1), 221–244.
- Song, Z., Bi, Y., Zhang, J., Gong, Y., & Yang, H. (2020). Arbuscular Mycorrhizal Fungi Promote the Growth of Plants in the Mining Associated Clay. *Scientific Reports*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59447-9>
- Sukprakarn, S., Juntakool, S., & Huang, R. (2005). *Panen dan Menyimpan Benih Sayur-sayuran (Buku Panduan untuk Petani)* (K. Luther (ed.); Taiwan). AVRDC-The World Vegetable Center. [https://books.google.co.id/books?id=8XAtOvjKZ\\_kC&pg=PA7&dq=gambar+sawi&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwjD3NuL9c7sAhUn4nMBHZJLCVY4ChDoATAgGegQIBxAc#v=onepage&q=gambar+sawi&f=false](https://books.google.co.id/books?id=8XAtOvjKZ_kC&pg=PA7&dq=gambar+sawi&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwjD3NuL9c7sAhUn4nMBHZJLCVY4ChDoATAgGegQIBxAc#v=onepage&q=gambar+sawi&f=false)
- Sulaeman, Suparto, & Eviati. (2005). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. <https://doi.org/10.2307/2931206>
- Sunarjono, H., & Nurrohmah, F. A. (2018). *Bertanam Sayuran Daun & Umbi*. Penebar Swadaya. [https://books.google.co.id/books?id=Rg6QDwAAQBAJ&pg=PA54&dq=sawi+brassica&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwja\\_OqN8M7sAhXG7XMBHenWDEgQ6wEwAAnoECAkQAQ#v=onepage&q=sawi+brassica&f=false](https://books.google.co.id/books?id=Rg6QDwAAQBAJ&pg=PA54&dq=sawi+brassica&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwja_OqN8M7sAhXG7XMBHenWDEgQ6wEwAAnoECAkQAQ#v=onepage&q=sawi+brassica&f=false)
- Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas). (2016). *Statistik Konsumsi Pangan*. <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/StatistikPertanian/2015/StatistikKonsumsiPangan2015/files/assets/basic-html/page62.html>
- Syafria, H., Jamarun, N., Zein, M., & Yani, E. (2015). Peningkatan Hasil dan Nilai Nutrisi Rumput Kumpai (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees.) dengan Fungi Mikoriza Arbuskular dan Pupuk Organik di Tanah Podzolik Merah Kuning. *Pastura*, 5(1), 29–34. <https://doi.org/10.24843/pastura.2015.v05.i01.p06>
- Syarief, E., Duryatmo, S., Angkasa, S., & Apriyanti, R. N. (2014). *Hidroponik Praktis*. Trubus Swadaya. [https://books.google.co.id/books?id=pb5TDgAAQBAJ&pg=PA44&dq=akar+sawi&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwjim5vmk8\\_sAhXHbX0KHSL2AFgQ6wEwAXoEAYQAQ#v=onepage&q=akar+sawi&f=false](https://books.google.co.id/books?id=pb5TDgAAQBAJ&pg=PA44&dq=akar+sawi&hl=id&sa=X&ved=2ahUKEwjim5vmk8_sAhXHbX0KHSL2AFgQ6wEwAXoEAYQAQ#v=onepage&q=akar+sawi&f=false)
- Takatsuka, H., & Umeda, M. (2014). Hormonal Control of Cell Division and Elongation along Differentiation Trajectories in Roots. *Journal of Experimental Botany*, 65(10), 2633–2643. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert485>
- Talanca, H. (2010). Status Cendawan Mikoriza Vesikular-Arbuskular (MVA) pada Tanaman. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*, 978–979.

- Tayyab, M., Islam, W., Arafat, Y., Pang, Z., Zhang, C., Lin, Y., Waqas, M., Lin, S., Lin, W., & Zhang, H. (2018). Effect of Sugarcane Straw and Goat Manure on Soil Nutrient Transformation and Bacterial Communities. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(7), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su10072361>
- Trisilawati, O., Supriatun, T., & Indrawati, I. (2018). Pengaruh Mikoriza Arbuskula dan Pupuk Fosfat terhadap Pertumbuhan Jambu Mente pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *J. Biol. Indon*, *3*(2), 91–98.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2015). Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, *5*(2), 75–80.
- Xiuxiu, S., Yansu, L., Xianchang, Y., & Chaoxing, H. (2019). Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Inoculums on Cucumber Seedlings. *Advances in Plants & Agriculture Research*, *9*(1), 127–130. <https://doi.org/10.15406/apar.2019.09.00422>
- Yuliana, Rahmadani, E., & Permanasari, I. (2015). Aplikasi Pupuk Kandang Kambing dan Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di Media Gambut. *Jurnal Agroteknologi*, *5*(2), 37. <https://doi.org/10.24014/ja.v5i2.1353>
- Yuniarti, A., Solihin, E., & Arief Putri, A. T. (2020). Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa* L.) pada inceptisol. *Kultivasi*, *19*(1), 1040. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i1.24563>
- Yusriadi, Pata'dungan, Y. S., & Hasanah, U. (2018). Kepadatan dan Keragaman Spora Fungi Mikoriza Arbuskula pada Daerah Perakaran beberapa Tanaman Pangan di Lahan Pertanian Desa Sidera. *Agroland*, *25*(1), 64–73.
- Zulkarnain. (2013). *Budidaya Sayuran Tropis* (Cetakan 1). Bumi Aksara. [https://repository.unja.ac.id/4052/1/Buku Budidaya Sayuran Tropis.pdf](https://repository.unja.ac.id/4052/1/Buku%20Budidaya%20Sayuran%20Tropis.pdf)

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan

**Tabel 1. Data hasil pengamatan pada tumbuhan sawi hijau 40 HST dan tanah pasca panen**

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Daun (helai)	Tinggi Sawi (cm)	Berat Basah (g)	Panjang Akar (cm)	P Sawi (mg/kg)	P Tanah (mg/kg)
MOK1	1	4,00	24,00	18,00	11,00	0,35	8,59
	2	3,00	22,50	19,70	6,00	0,38	7,20
	3	3,00	21,50	17,85	5,80	0,40	6,98
	4	4,00	25,00	20,45	8,00	0,31	7,59
Rerata		3,50	23,25	19,00	7,70	0,36	7,59
MOK2	1	4,00	25,00	20,25	7,00	0,40	5,57
	2	4,00	22,00	23,50	6,50	0,41	9,60
	3	4,00	19,00	20,80	6,70	0,37	6,95
	4	3,00	17,00	20,45	6,40	0,42	8,96
Rerata		3,75	20,75	21,25	6,65	0,40	7,77
MOK3	1	4,00	18,00	15,25	6,50	0,43	8,79
	2	3,00	21,00	17,90	6,00	0,39	8,52
	3	3,00	22,50	17,50	7,50	0,40	8,20
	4	5,00	26,50	18,35	3,30	0,47	8,65
Rerata		3,75	22,00	17,25	5,825	0,42	8,54
M1K1	1	5,00	23,40	19,25	9,30	0,55	9,00
	2	4,00	27,50	19,20	6,80	0,46	8,85
	3	4,00	25,50	19,75	6,30	0,52	9,10
	4	4,00	21,10	18,80	4,40	0,51	8,75
Rerata		4,25	24,375	19,25	6,70	0,51	8,925
M1K2	1	5,00	23,50	19,25	5,20	0,52	9,11
	2	4,00	25,40	20,24	5,50	0,45	8,47
	3	5,00	27,60	21,80	6,50	0,47	8,85
	4	4,00	26,00	23,71	6,40	0,48	10,01
Rerata		4,50	25,625	21,25	5,90	0,48	9,11

**Tabel 1. Lanjutan**

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Daun (helai)	Tinggi Sawi (cm)	Berat Basah (g)	Panjang Akar (cm)	P Sawi (mg/kg)	P Tanah (mg/kg)
M1K3	1	5,00	23,00	11,50	4,00	0,55	9,20
	2	5,00	21,00	11,30	5,00	0,59	9,75
	3	4,00	18,50	11,10	7,00	0,44	8,85
	4	5,00	22,00	12,10	4,50	0,58	10,00
Rerata		4,75	21,125	11,50	5,125	0,54	9,45
M2K1	1	6,00	22,00	37,50	7,50	0,67	12,49
	2	7,00	29,00	35,20	7,00	0,65	12,22
	3	6,00	24,50	34,85	7,50	0,60	12,86
	4	7,00	28,00	34,45	7,70	0,64	13,99
Rerata		6,50	25,875	35,50	7,425	0,64	12,89
M2K2	1	5,00	22,00	22,25	5,30	0,58	11,71
	2	6,00	21,00	21,50	5,50	0,49	12,50
	3	4,00	24,50	23,50	9,00	0,60	11,50
	4	6,00	25,00	17,75	9,50	0,57	11,53
Rerata		5,25	23,125	21,25	7,325	0,56	11,81
M2K3	1	6,00	24,00	14,50	5,50	0,58	10,50
	2	5,00	22,50	16,50	6,00	0,60	11,90
	3	5,00	19,50	15,95	3,50	0,51	10,88
	4	6,00	21,50	15,04	7,00	0,63	9,90
Rerata		5,50	21,875	15,50	5,50	0,58	10,795
M3K1	1	5,00	24,50	22,50	7,00	0,54	9,80
	2	6,00	22,00	20,50	9,00	0,48	6,30
	3	4,00	22,50	19,85	6,30	0,51	10,05
	4	6,00	23,00	19,15	4,50	0,63	9,45
Rerata		5,25	23,00	20,50	6,70	0,54	8,90
M3K2	1	5,00	20,00	16,50	9,00	0,53	8,79
	2	6,00	21,50	18,85	7,80	0,58	8,00
	3	4,00	25,00	19,65	10,30	0,52	9,26
	4	4,00	26,50	19,00	6,00	0,49	9,11
Rerata		4,75	23,25	18,50	8,275	0,53	8,79

**Tabel 1. Lanjutan**

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Daun (helai)	Tinggi Sawi (cm)	Berat Basah (g)	Panjang Akar (cm)	P Sawi (mg/kg)	P Tanah (mg/kg)
M3K3	1	5,00	17,00	9,75	5,00	0,45	9,56
	2	5,00	16,50	10,25	4,50	0,37	9,00
	3	5,00	20,00	11,10	6,80	0,45	9,25
	4	4,00	21,50	11,90	6,00	0,41	7,23
Rerata		4,75	18,75	10,75	5,575	0,42	8,76

**Lampiran 2. Hasil Analisis Data ANOVA dan Uji Lanjut Duncan****1. Pupuk Kandang Kambing****a) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Jumlah Daun Sawi Hijau (40 HST) terhadap Pupuk Kandang Kambing**

Jumlah Daun	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,378	11	0,398	5,687	,007
Within Groups	2,520	36	,070		
Total	6,898	47			

### Jumlah Daun

Duncan

Pupuk Kandang	N	Subset	
		1	2
15 ton/ha	16	4,5625	
30 ton/ha	16	4,6875	4,6875
5 ton/ha	16		4,8750

b) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Tinggi Tanaman Sawi Hijau (40 HST) terhadap Pupuk Kandang Kambing

### ANOVA

Tinggi Sawi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	472,362	11	42,942	7,038	,003
Within Groups	219,636	36	6,101		
Total	691,998	47			

### Rerata Tinggi Tanaman

Duncan

Pupuk Kandang	N	Subset	
		1	2
30 ton/ha	16	20,9375	
15 ton/ha	16		23,1875
5 ton/ha	16		24,1250

c) **Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Berat Basah Sawi Hijau (40 HST) terhadap Pupuk Kandang Kambing**

**ANOVA**

Berat Basah					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	2338,215	11	212,565	180,445	,000
Within Groups	42,405	36	1,178		
Total	2380,620	47			

**Berat Basah**

Duncan

Pupuk Kandang	N	Subset		
		1	2	3
30 ton/ha	16	12,3712		
15 ton/ha	16		18,0575	
5 ton/ha	16			21,2150

**d) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Panjang Akar Sawi Hijau (40 HST) terhadap Pupuk Kandang Kambing**

Panjang Akar					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	146,454	11	13,314	5,249	,010
Within Groups	91,335	36	2,537		
Total	237,789	47			

**Panjang Akar**

Duncan

Pupuk Kandang	N	Subset	
		1	2
30 ton/ha	16	5,5063	
15 ton/ha	16		7,0375
5 ton/ha	16		7,1312

e) **Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kandungan P Sawi Hijau (40 HST) terhadap Pupuk Kandang Kambing**

**ANOVA**

Kandungan P Sawi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,026	11	,0023	1,198	,314
Within Groups	,071	36	,002		
Total	,097	47			

**Kandungan P\_Sawi**

Duncan

Pupuk Kandang	N	Subset
		1
30 ton/ha	16	,4906
15 ton/ha	16	,4925
5 ton/ha	16	,5125

**f) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kandungan P Tanah (40 HST) terhadap Pupuk Kandang Kambing**

**ANOVA**

Kandungan P Tanah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,312	11	0,210	0,426	,656
Within Groups	17,784	36	,494		
Total	20,096	47			

**Kandungan P Tanah**

Duncan

Pupuk Kandang	N	Subset
		1
15 ton/ha	16	9,3700
30 ton/ha	16	9,3862
5 ton/ha	16	9,5762

## 2. Mikoriza

### a) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Jumlah Daun Sawi Hijau (40 HST) terhadap Mikoriza

**ANOVA**

JumlahDaun					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	31,917	11	2,902	41,457	,000
Within Groups	2,506	36	,070		
Total	34,423	47			

**Jumlah Daun**

Duncan

Mikoriza	N	Subset			
		1	2	3	4
0 g/tan	12	3,6667			
5 g/tan	12		4,5000		
35 g/tan	12			4,9167	
20 g/tan	12				5,7500

**b) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Tinggi Tanaman Sawi Hijau (40 HST) terhadap Mikoriza**

**ANOVA**

Tinggi Sawi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	181,375	11	16,489	2,703	,120
Within Groups	219,625	36	6,101		
Total	401,000	47			

**Rerata Tinggi Tanaman**

Duncan

Mikoriza	N	Subset
		1
35 g/tan	12	21,6667
0 g/tan	12	22,0000
20 g/tan	12	23,6250
5 g/tan	12	23,7083

c) **Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Berat Basah Sawi Hijau (40 HST) terhadap Mikoriza**

**ANOVA**

Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1714,493	11	155,863	125,126	,000
44,843	36	1,246		
1759,336	47			

**Berat Basah**

Duncan

Mikoriza	N	Subset		
		1	2	3
35 g/tan	12	16,5833		
5 g/tan	12	17,3333		
0 g/tan	12		19,1667	
20 g/tan	12			24,0825

**d) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Panjang Akar Sawi Hijau (40 HST) terhadap Mikoriza**

<b>ANOVA</b>					
Panjang Akar					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43,002	11	3,909	1,541	,160
Within Groups	91,335	36	2,537		
Total	134,337	47			

**Panjang Akar**

Duncan

Mikoriza	N	Subset
		1
5 g/tan	12	5,9083
0 g/tan	12	6,7250
20 g/tan	12	6,7500
35 g/tan	12	6,8500

e) **Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kandungan P Sawi Hijau (40 HST) terhadap Mikoriza**

**ANOVA**

Kandungan P Sawi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,305	11	,028	14,111	,000
Within Groups	,071	36	,002		
Total	,376	47			

**Kandungan P Sawi**

Duncan

Mikoriza	N	Subset		
		1	2	3
0 g/tan	12	,3942		
35 g/tan	12		,4967	
5 g/tan	12		,5100	
20 g/tan	12			,5933

**f) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Kandungan P Tanah saat Akhir Pengamatan terhadap Mikoriza**

**ANOVA**

Kandungan P Tanah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	111,709	11	10,155	20,578	,000
Within Groups	17,767	36	,494		
Total	129,476	47			

**Kandungan\_P Tanah**

Duncan

Mikoriza	N	Subset		
		1	2	3
0 g/tan	12	7,9667		
35 g/tan	12		8,8167	
5 g/tan	12		9,1617	
20 g/tan	12			11,8317

### 3. Pupuk Kandang x Mikoriza

#### a) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Jumlah Daun Sawi Hijau (40 HST)

#### ANOVA

Jumlah Daun	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31,917	11	2,902	41,685	,000
Within Groups	2,506	36	,070		
Total	34,422	47			

#### Jumlah Daun

#### Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0,05				
		1	2	3	4	5
M0K1	4	3,5000				
M0K2	4	3,7500				
M0K3	4	3,7500				
M1K1	4		4,2500			
M1K2	4		4,5000	4,5000		
M1K3	4			4,7500		
M3K2	4			4,7500		
M3K3	4			4,7500		
M2K2	4				5,2500	
M3K1	4				5,2500	
M2K3	4				5,5000	
M2K1	4					6,5000

**b) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Tinggi Tanaman Sawi Hijau (40 HST)**

**ANOVA**

Tinggi Sawi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	181,375	11	16,489	2,703	,012
Within Groups	219,625	36	6,101		
Total	401,000	47			

**Tinggi Sawi**

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0,05		
		1	2	3
M3K3	4	18,7500		
M0K2	4	20,7500	20,7500	
M1K3	4	21,1250	21,1250	
M2K3	4	21,8750	21,8750	21,8750
M0K3	4	22,0000	22,0000	22,0000
M3K1	4		23,0000	23,0000
M2K2	4		23,1250	23,1250
M0K1	4		23,2500	23,2500
M3K2	4		23,2500	23,2500
M1K1	4		24,3750	24,3750
M1K2	4			25,6250
M2K1	4			25,8750



**d) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Panjang Akar Sawi Hijau (40 HST)**

**ANOVA**

Panjang Akar					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Between Groups	43,002	11	3,909	1,541	,160
Within Groups	91,332	36	2,537		
Total	134,334	47			

**Duncan**

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0,05
		1
M1K3	4	5,1250
M2K3	4	5,5000
M3K3	4	5,5750
M0K3	4	5,8250
M1K2	4	5,9000
M0K2	4	6,6500
M3K1	4	6,7000
M1K1	4	6,7000
M2K2	4	7,3250
M2K1	4	7,4250
M0K1	4	7,7000
M3K2	4	8,2750

e) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Kandungan P Sawi Hijau (40 HST)

**ANOVA**

Kandungan P Sawi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,308	11	,028	14,111	,000
Within Groups	,072	36	,002		
Total	,380	47			

**Kandungan P Sawi**

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0,05				
		1	2	3	4	5
M0K1	4	,3600				
M0K2	4	,4000				
M3K3	4	,4200	,4200			
M0K3	4	,4225	,4225			
M1K2	4		,4800	,4800		
M1K1	4			,5100	,5100	
M3K2	4			,5300	,5300	
M1K3	4			,5400	,5400	
M3K1	4			,5400	,5400	
M2K2	4				,5600	
M2K3	4				,5800	,5800
M2K1	4					,6400

**f) Tabel ANOVA dan Uji Lanjut Duncan Interaksi Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Kandungan P Tanah saat Akhir Pengamatan**

**ANOVA**

Kandungan P Tanah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	111,705	11	10,155	20,556	,000
Within Groups	17,784	36	,494		
Total	129,489	47			

**Kandungan P Tanah**

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0,05					
		1	2	3	4	5	6
M0K1	4	7,5900					
M0K2	4	7,7700	7,7700				
M0K3	4	8,5400	8,5400	8,5400			
M3K3	4		8,7600	8,7600			
M3K2	4		8,7900	8,7900			
M3K1	4			8,9000			
M1K1	4			8,9250			
M1K2	4			9,1100			
M1K3	4			9,4500			
M2K3	4				10,7950		
M2K2	4					11,8100	
M2K1	4						12,8900

### Lampiran 3. Gambar Pengamatan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

	
Mikoriza MycoGrow	MycoGrow tampak belakang
	
Benih sawi hijau varietas Tosakan	Pupuk kandang kambing
	
Penimbangan pupuk kandang kambing	Hasil penimbangan pupuk kandang

	
Penimbangan pupuk hayati mikoriza	Hasil penimbangan mikoriza
	
Pasir sungai merah	Persiapan media tanam
	
Pelabelan media tanam	Pemilihan biji sawi yang tenggelam

	
<p>Biji sawi disemai</p>	<p>Pemindahan bibit ke polybag</p>
	
<p>Sawi setelah panen (40 HST)</p>	<p>Penimbangan bobot basah</p>
	
<p>Sawi 40 HST (A = M0K1)</p>	<p>Sawi 40 HST (B = M0K2)</p>

 A photograph of four small, green leafy plant specimens (Sawi) laid out on a black fabric background. A small white label with the letter 'C' is visible at the top center.	 A photograph of four small, green leafy plant specimens (Sawi) laid out on a black fabric background. A small white label with the letter 'D' is visible at the top center.
Sawi 40 HST (C = M0K3)	Sawi 40 HST (D = M1K1)
 A photograph of four small, green leafy plant specimens (Sawi) laid out on a black fabric background. A small white label with the letter 'E' is visible at the top center.	 A photograph of four small, green leafy plant specimens (Sawi) laid out on a black fabric background. A small white label with the letter 'F' is visible at the top center.
Sawi 40 HST (E = M1K2)	Sawi 40 HST (F = M1K3)
 A photograph of four small, green leafy plant specimens (Sawi) laid out on a black fabric background. A small white label with the letter 'G' is visible at the top center.	 A photograph of four small, green leafy plant specimens (Sawi) laid out on a black fabric background. A small white label with the letter 'H' is visible at the top center.
Sawi 40 HST (G = M2K1)	Sawi 40 HST (H = M2K2)



Sawi 40 HST (I = M2K3)



Sawi 40 HST (J = M3K1)



Sawi 40 HST (K = M3K2)



Sawi 40 HST (L = M3K3)



Sawi hijau



Sawi hijau + akar



Akar sawi hijau



Akar sawi hijau



Serabut akar sawi



Sampel sawi dibawa ke UB

## Lampiran 4. Hasil Uji Lab. Tanah UB

### 4.1 Hasil Analisis Kandungan Fosfor (P) Sawi Hijau



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia  
Telp. +62341 551665, Fax. +62341 560011  
E-mail : [fperta@ub.ac.id](mailto:fperta@ub.ac.id) <http://fp.ub.ac.id>

Nomor : 273 / UN10.4 / T / PG / 2021

#### HASIL ANALISIS CONTOH TANAMAN

a.n. : Rona  
Alamat : BIOLOGI, UIN

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	P
		HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub>
		...%...
TNM 687	TANAMAN KONTROL ( M0K0 )	0,30
TNM 688	TANAMAN A ( M0K1 )	0,36
TNM 689	TANAMAN B ( M0K2 )	0,40
TNM 690	TANAMAN C ( M0K3 )	0,42
TNM 691	TANAMAN D ( M1K1 )	0,51
TNM 692	TANAMAN E ( M1K2 )	0,48
TNM 693	TANAMAN F ( M1K3 )	0,54
TNM 694	TANAMAN G ( M2K1 )	0,64
TNM 695	TANAMAN H ( M2K2 )	0,56
TNM 696	TANAMAN I ( M2K3 )	0,58
TNM 697	TANAMAN J ( M3K1 )	0,54
TNM 698	TANAMAN K ( M3K2 )	0,53
TNM 699	TANAMAN L ( M3K3 )	0,42

Malang, 17 Februari 2021  
Mengetahui  
a.n. Dekan  
Ketua Jurusan  
  
Syarifuddin Kurniawan, SP, MP, PhD  
NIP.19791018 200501 1 002

## 4.2 Hasil Analisis Kandungan Fosfor (P) Tanah Pascatanam



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia  
Telp. +62341 551665, Fax. +62341 560011  
E-mail : [fperta@ub.ac.id](mailto:fperta@ub.ac.id) <http://fp.ub.ac.id>

Nomor : 273 / UN10.4 / T / PG / 2021

### HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : Rona  
Alamat : BIOLOGI, UIN  
Lokasi tanah : Dinoyo

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	P.Brays1
		....mg kg <sup>-1</sup> ....
TNH 1350	TANAH KONTROL ( M0K0 )	5,90
TNH 1351	TANAH A ( M0K1 )	7,59
TNH 1352	TANAH B ( M0K2 )	7,77
TNH 1353	TANAH C ( M0K3 )	8,54
TNH 1354	TANAH D ( M1K1 )	8,92
TNH 1355	TANAH E ( M1K2 )	9,11
TNH 1356	TANAH F ( M1K3 )	9,45
TNH 1357	TANAH G ( M2K1 )	12,89
TNH 1358	TANAH H ( M2K2 )	11,81
TNH 1359	TANAH I ( M2K3 )	10,79
TNH 1360	TANAH J ( M3K1 )	8,90
TNH 1361	TANAH K ( M3K2 )	8,79
TNH 1362	TANAH L ( M3K3 )	8,76

Malang, 17 Pebruari 2021

Mengetahui  
a.n. Dekan  
Ketua Jurusan

Syahrul Kurniawan, SP, MP, PhD  
NIP. 19791018 200501 1 002

### 4.3 Hasil Analisis Pupuk Kandang Kambing



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia  
Telp. +62341 551665, Fax. +62341 560011  
E-mail : [faperta@ub.ac.id](mailto:faperta@ub.ac.id) <http://fp.ub.ac.id>

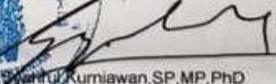
---

Nomor : 250 / UN10.4 / T / PG / 2021

**HASIL ANALISIS CONTOH PUPUK**  
a.n. : Rona  
Alamat : BIOLOGI, UIN

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	C. organik	N. total	C/N	Bahan Organik	P
						HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub>
PPK 493	PUPUK KANDANG KAMBING	14,21	0,78	18	28,17	0,42

Malang, 26 Pebruari 2021  
 Mengetahui :  
 a.n. Diken  
 Ketua Jurusan,  
  
 Kurniawan, SP, MP, PhD  
 NIP. 19791018 200501 1 002

C:\Dokumen\hasil analisis\Okt-20\sh

#### 4.4 Hasil Analisis Tanah Pratanam



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
 FAKULTAS PERTANIAN  
 Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia  
 Telp. +62341 551665, Fax. +62341 560011  
 E-mail : [faperta@ub.ac.id](mailto:faperta@ub.ac.id) <http://fp.ub.ac.id>

Nomor : 250 / UN10.4 / T / PG / 2021

#### HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : Rona  
 Alamat : BIOLOGI, UIN  
 Lokasi tanah : Dinoyo

Terhadap kering oven 105°C

No.Lab	Kode	pH 1:1		P.Bray1
		H <sub>2</sub> O	KCl 1N	
TNH 1232	TANAH	5,1	4,8	mg kg <sup>-1</sup> 1,45

Malang, 4 Januari 2021

Mengetahui :

am. Dekan,  
 Ketua Jurusan,



Srihenri Kurniawan, SP, MP, PhD  
 NIP: 19791018 200501 1 002

## Lampiran 5. Bukti Konsultasi Pembimbing Biologi



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

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

### KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Rona Qotrun Nada  
NIM : 16620083  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Genap TA 2021/2022  
Pembimbing : Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.  
JudulSkripsi : Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	30 Januari 2020	Konsultasi judul	
2.	03 Februari 2020	Konsultasi BAB I	
3.	18 Februari 2020	Konsultasi revisi BAB I	
4.	02 Maret 2020	Konsultasi BAB II	
5.	12 Mei 2020	Konsultasi revisi BAB II dan BAB III	
6.	08 Juli 2020	Konsultasi revisi BAB III	
7.	02 Agustus 2020	ACC proposal	
8.	22 April 2021	Konsultasi BAB IV dan BAB V	
9.	27 April 2021	Konsultasi revisi BAB IV dan bab V	
10.	30 April 2021	Konsultasi revisi BAB IV	
11.	03 Mei 2021	ACC Skripsi	

Malang, 03 Mei 2021

Pembimbing Skripsi,

Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.  
NIP. 197410182003122002



Ketua Jurusan,  
Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.  
NIP. 197410182003122002

## Lampiran 6. Bukti Konsultasi Pembimbing Agama



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

### KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Rona Qotrun Nada  
NIM : 16620083  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Genap TA 2021/2022  
Pembimbing : M. Imamudin Lc, M.A  
Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	31-Mar-2020	Konsultasi Integrasi BAB I&II	
2.	21-Mei-2020	Revisi Integrasi BAB I&II	
3.	24-Juli-2020	Revisi Integrasi BAB I&II	
3.	20 -Agus-2020	ACC Integrasi BAB I&II	
4.	22- April- 2021	Konsultasi Integrasi BAB IV	
5.	26-April-2021	Revisi Integrasi BAB IV	
6.	27- April- 2021	Revisi Integrasi BAB IV	
7.	03- Mei-2021	ACC Skripsi	

Malang, 03 Mei 2021

Pembimbing Skripsi,

M. Imamudin, M.A  
NIP. 197406022009011010

Ketua Jurusan,



Dr. Evika Sandi Savitri, M. P.  
NIP. 197410182003122002