

**SUBSTITUSI  
PUPUK ANORGANIK  
MENGGUNAKAN  
PUPUK HAYATI KONSORSIUM  
PADA TANAMAN UBI JALAR**

## **UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta**

### **Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4**

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### **Pembatasan Pelindungan Pasal 26**

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### **Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

**SUBSTITUSI  
PUPUK ANORGANIK  
MENGGUNAKAN  
PUPUK HAYATI KONSORSIUM  
PADA TANAMAN UBI JALAR**

Hanny Hidayati Nafi'ah  
Agung Karuniawan  
Reginawanti Hindersah  
Syariful Mubarok  
Hilmi Hardimansyah



**SUBSTITUSI PUPUK ANORGANIK  
MENGGUNAKAN PUPUK HAYATI KONSORSIUM  
PADA TANAMAN UBI JALAR**

**Hanny Hidayati Nafi'ah ... [et al.]**

**Editor :**  
**Ahmad Khanafi**

**Desain Cover :**  
**Rulie Gunadi**

**Sumber :**  
<https://www.shutterstock.com/>

**Tata Letak :**  
**Gofur Dyah Ayu**

**Proofreader :**  
**Meyta Lanjarwati**

**Ukuran :**  
**xii, 115 hlm, Uk: 17.5x25 cm**

**ISBN :**  
**No ISBN**

**Cetakan Pertama :**  
**Bulan 2022**

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2022 by Deepublish Publisher**  
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT DEEPUBLISH**  
**(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**  
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman  
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427  
Website: [www.deepublish.co.id](http://www.deepublish.co.id)  
[www.penerbitdeepublish.com](http://www.penerbitdeepublish.com)  
E-mail: [cs@deepublish.co.id](mailto:cs@deepublish.co.id)

## ■ KATA PENGANTAR PENERBIT

*Assalamu'alaikum, Wr. Wb*

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Swt., karena atas rahmat dan karunia-Nya Penerbit Deepublish masih ikut berikhtiar dalam memuliakan umat manusia melalui pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satunya adalah dengan menerbitkan sebuah buku berjudul *Substitusi Pupuk Anorganik Menggunakan Pupuk Hayati Konsorsium pada Tanaman Ubi Jalar* ini.

Sebagai penerbit yang sejak semula lebih mengutamakan perannya untuk mencerdaskan dan memuliakan umat manusia, serta memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi, Penerbit Deepublish tidak hanya bertumpu kepada karya penulis mapan saja, tetapi harus ada ruang bagi siapa pun untuk secara kreatif dan dengan inovasi menuliskan dan menyampaikan gagasan dan nilai-nilai untuk ikut membantu upaya tersebut.

Maraknya penggunaan pupuk anorganik yang menyebabkan kerusakan pada tanah, lingkungan, serta ketersediaan mikroba rizosfer. Alasan tersebut dimanfaatkan oleh penulis untuk pengujian pupuk hayati konsorsium dan anorganik terhadap pertumbuhan ubi jalar. Hasil dari pengujian berupa pengaruh dan efektivitas penggunaan pupuk tersebut dipaparkan secara lengkap dan lugas dalam buku ini.

Terima kasih dan penghargaan terbesar bagi penulis yang telah memberikan perhatian, kepercayaan, dan kontribusi demi hadirnya buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca yang bergelut dalam bidang ilmu lingkungan khususnya, serta dapat mencerdaskan, memuliakan umat manusia dan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi di Tanah Air pada umumnya.

*Wassalamu'alaikum, Wr. Wb*

Hormat Kami,

Penerbit Deepublish

## ■ DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR PENERBIT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB 1 POTENSI LAHAN PENANAMAN UBI JALAR.....</b>	<b>1</b>
<b>BAB 2 IMPLIKASI PENGGUNAAN PUPUK .....</b>	<b>7</b>
A. Percobaan di Rumah Kasa.....	11
B. Percobaan di Lahan .....	15
<b>BAB 3 RUMAH KASA DAN LAHAN PENANAMAN .....</b>	<b>20</b>
<b>BAB 4 MORFOLOGI DAN FISIOLOGI UBI JALAR, SERTA POPULASI RIZOSFER .....</b>	<b>24</b>
A. Morfologi Ubi Jalar .....	24
B. Fisiologi Ubi Jalar .....	28
C. Populasi Mikroba Rizosfer .....	30
<b>BAB 5 LAJU PERTUMBUHAN, HASIL, DAN KOMPONEN HASIL UBI JALAR.....</b>	<b>33</b>
A. Laju Tumbuh Relatif .....	33
B. Laju Asimilasi Bersih .....	40
C. Jumlah Daun dan Luas Daun Total.....	45
D. Ukuran Ubi.....	47
E. Bobot Ubi per Tanaman .....	53

F.	Jumlah Ubi per Tanaman.....	56
G.	Hasil Ubi .....	60
H.	Total Soluble Solid (TSS) Ubi Jalar .....	63
I.	Efisiensi Substitusi Relatif .....	67
<b>BAB 6 PENUTUP .....</b>		<b>70</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		72
TENTANG PENULIS .....		114

## ■ DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Karakteristik fisikokimia tanah di tiga lokasi percobaan.....	21
Tabel 2.	Rata-rata Suhu, Curah Hujan, dan Kelembapan di Tiga Lokasi selama Percobaan .....	22
Tabel 3.	Jumlah Daun dan Luas Daun Total beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati .....	25
Tabel 4.	Panjang Akar, Volume Akar, Bobot Kering Akar, dan Nisbah Pupus Akar beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati .....	26
Tabel 5.	Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati .....	29
Tabel 6.	Populasi Mikroba Rizosfer pada Beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati .....	30
Tabel 7.	Model Regresi Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan .....	34
Tabel 8.	Model Regresi Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu.....	36
Tabel 9.	Model Regresi Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan .....	38

Tabel 10.	Model Linier Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan .....	41
Tabel 11.	Model Regresi Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu.....	42
Tabel 12.	Model Regresi Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan .....	44
Tabel 13.	Jumlah Daun pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi.....	45
Tabel 14.	Luas Daun Total ( $\text{Cm}^2$ ) pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	46
Tabel 15.	Panjang ubi pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	48
Tabel 16.	Diameter ubi pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	50
Tabel 17.	Bobot Ubi per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	53
Tabel 18.	Bobot Ubi Ekonomis per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	55
Tabel 19.	Jumlah Ubi per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	56
Tabel 20.	Jumlah Ubi Ekonomis per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	58

Tabel 21.	Hasil Ubi per Plot pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	60
Tabel 22.	Potensi Hasil Ubi Ekonomis per Hektar pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	62
Tabel 23.	<i>Total Soluble Solid</i> (TSS) Ubi Segar pada beberapa Varietas Ubi Jalar 7 Hari Setelah Panen pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	64
Tabel 24.	<i>Total Soluble Solid</i> (TSS) Ubi Bakar pada beberapa Varietas Ubi Jalar 7 Hari Setelah Panen pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	65
Tabel 25.	Efisiensi Substitusi Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur Panen 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi .....	67

## ■ DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan ..... 33
- Gambar 2. Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu ..... 36
- Gambar 3. Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan..... 37
- Gambar 4. Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan ..... 40
- Gambar 5. Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu ..... 42
- Gambar 6. Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan..... 43

## ▪ DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Komposisi Mikroba pada Pupuk Hayati Konsorsium Bion-UP .....	87
Lampiran 2.	Kandungan NPK pada Pupuk Hayati Konsorsium Bion-UP .....	88
Lampiran 3.	Deskripsi Klon yang digunakan dalam penelitian .....	89
Lampiran 4.	Perhitungan dosis pupuk .....	92
Lampiran 5.	Data curah hujan dan analisis tanah kebun percobaan .....	94
Lampiran 6.	Komposisi Media Perbanyakkan Mikroba .....	97
Lampiran 7.	Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Karangpawitan .....	98
Lampiran 8.	Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Cilawu.....	101
Lampiran 9.	Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Pamulihan .....	104
Lampiran 10.	Analisis Ragam Percobaan Rumah Kaca .....	107
Lampiran 11.	Analisis Ragam Percobaan di Lapangan .....	110
Lampiran 12.	Perhitungan Potensi Hasil Ekonomis per Hektar .....	113



## BAB 1

# POTENSI LAHAN PENANAMAN UBI JALAR

Kebutuhan ubi jalar di Indonesia yang terus meningkat disebabkan oleh adanya program diversifikasi pangan, perkembangan industri pangan berbasis ubi jalar, dan perkembangan industri pakan ternak. Atas kondisi itulah diperlukan peningkatan produksi ubi jalar (Maulana *et al.*, 2020; Nafi'ah *et al.*, 2021). Saleh *et al.*, (2008) menambahkan, bahwa untuk memenuhi kebutuhan ubi jalar, diperlukan peningkatan produktivitas maupun perluasan areal tanam. Hingga saat ini, banyaknya varietas lokal ubi jalar yang ditanam petani di Jawa Barat belum sesuai dengan preferensi konsumen (Maulana *et al.*, 2020). Dalam hal ini diperlukan varietas unggul yang baru dan sesuai dengan kebutuhan konsumen dengan produktivitas hasil yang tinggi. Peningkatan produktivitas juga dapat dilakukan melalui modifikasi kondisi lingkungan tanam, seperti kesuburan tanah, kesesuaian lahan, serta penggunaan pupuk hayati. Hal ini akan menjadi bagian dari upaya peningkatan produktivitas hasil ubi jalar sesuai permintaan konsumen untuk memenuhi kebutuhan pasokan.

Konsumsi harian ubi jalar per kapita di tahun 2015 sebesar 10,9 g. Kemudian di tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 8,6 g. Akan tetapi, konsumsi ubi jalar per kapita diproyeksikan terus meningkat menjadi 18,1 g pada tahun 2024 (Badan Ketahanan Pangan, 2021). Hal ini terjadi karena semakin banyak industri dan UMKM yang menggunakan ubi jalar.

Produktivitas ubi jalar di Indonesia dalam kurun waktu 1995-2016 cenderung mengalami peningkatan yang stabil. Pertumbuhan rata-rata yang berhasil dilaporkan adalah sebesar 2,81% per tahun, dari 95,00 kuintal/ha pada tahun 1995 menjadi 168,18 kuintal/ha pada tahun 2016. Volume ekspor

ubi jalar dari tahun 2003-2016 juga meningkat sebesar 108,59% per tahun. Ubi jalar dieksport dalam bentuk beku dan segar menuju Malaysia, Jepang, Korea dan Singapura (PUSDATIN, 2016). Namun perlu dipahami bahwa produktivitas ini tidak diimbangi dengan perkembangan luas panen ubi jalar.

Perkembangan luas panen di Indonesia bersifat fluktuatif dengan kecenderungan menurun setiap tahun. Kondisi ini dapat diketahui dari laju pertumbuhan rata-rata yang turun hingga 2,95% per tahun. Luas panen yang awalnya sebesar 224,040 hektar tahun 1995 menjadi 124.430 hektar tahun 2016. Artinya, selama 5 tahun terakhir menunjukkan bahwa luas panen ubi Jalar mengalami penurunan sebesar 11,14% per tahun. Penurunan luas panen cukup signifikan terjadi di tahun 1996 (22,51%) dan tahun 2016 (20,63%). Sementara pada tahun 2018, tercatat luas panen ubi jalar Indonesia menurun menjadi 106.226 ha (PUSDATIN, 2019). Penurunan luas lahan yang disertai dengan tingginya permintaan pasar, dapat disiasati dengan teknologi budidaya, salah satunya ialah pemupukan dan pertanian ramah lingkungan.

Berbagai macam upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman antara lain penggunaan varietas unggul, aplikasi pupuk berimbang, dan pembenahan tanah terdegradasi (Sihombing dan Purnamayani, 2020). Varietas unggul memiliki sifat genetik lebih baik dan cenderung adaptif dengan lingkungan, serta memiliki pertumbuhan dan hasil yang tinggi (Restuono *et al.*, 2020). Aplikasi pupuk yang mengandung unsur hara N, P, dan K diterapkan untuk memenuhi kebutuhan N pada ubi jalar untuk pembentukan biomassa, P untuk pembentukan akar dan ubi, serta K untuk pertumbuhan dan perkembangan ubi (Yasmin *et al.*, 2020; Yeng *et al.*, 2012). Lahan yang ditanami satu jenis tanaman kemudian diberi pupuk anorganik secara kontinu akan berisiko terjadinya degradasi, kondisi tanah menjadi tidak sehat baik secara fisik, kimia, maupun biologi (Suprihatin & Amirullah, 2020; Widowati *et al.*, 2020). Dampak negatif dari pupuk anorganik juga berpengaruh buruk pada udara (gas beracun dari proses pembuatan pupuk), mencemari air, dan mencemari tanah apabila diaplikasikan secara terus menerus (Chandini *et al.*, 2019). Untuk itulah tanah harus segera dibenahi melalui salah satu upaya, yakni pemberian pupuk hayati.

Pupuk hayati merupakan salah satu jenis pupuk untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pupuk hayati dapat meregulasi ketersediaan unsur hara pada tanah, menyederhanakan senyawa organik kompleks, berperan sebagai agen hayati pengendali penyakit tanaman, serta memacu pertumbuhan tanaman (Kalay *et al.*, 2016; Masfufah *et al.*, 2015). Pemberian pupuk hayati mampu memacu pertumbuhan vegetatif tanaman, melalui mekanisme yang terjadi

pada daun dalam kemampuannya melakukan fotosintesis hingga translokasi fotosintat difokuskan untuk pembentukan ubi (Dehury *et al.*, 2018). Artinya, penggunaan pupuk hayati dapat dijadikan sebagai upaya untuk peningkatan hasil panen ubi jalar.

Pupuk hayati dibagi dua macam, yaitu pupuk hayati tunggal dan pupuk hayati konsorsium. Pupuk hayati tunggal terdiri dari satu jenis mikroba saja, sedangkan pupuk hayati konsorsium terdiri dari beberapa jenis mikroba (Mącik *et al.*, 2020). Kelebihan pupuk hayati konsorsium dibandingkan pupuk hayati tunggal ada pada manfaat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Naamala & Smith, 2020). Pupuk hayati konsorsium mengandung mikroba yang mampu menyediakan unsur hara menjadi senyawa yang dapat digunakan langsung oleh tanaman. Pupuk jenis ini juga menghasilkan fitohormon yang dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman, dan melindungi tanaman dari stres biotik dan abiotik (Fitriatin *et al.*, 2017; Hindersah *et al.*, 2018; Nurbaiti *et al.*, 2011). Maka dari itu dapat dikatakan, bahwa pupuk hayati konsorsium lebih banyak memberikan manfaat dibandingkan pupuk hayati tunggal.

Mikroba pada pupuk hayati konsorsium antara lain bakteri pemfiksasi nitrogen, bakteri pelarut fosfat, jamur pelarut fosfat, dan bakteri penghasil fitohormon. Prinsip yang digunakan di dalam mekanisme pelarutan fosfat oleh bakteri pelarut fosfat yakni diproduksinya asam-asam organik dan enzim fosfatase yang berperan dalam mengkatalisis reaksi mineralisasi hidrolitik secara enzimatik melalui pengubahan fosfat tidak terlarut menjadi fosfat terlarut (Larasati *et al.*, 2018). Jamur pelarut fosfat berperan dalam meningkatkan ketersediaan fosfat melalui solubilisasi P tersedia dalam tanah. Jamur jenis ini juga mampu memobilisasi kelembapan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar (Mukhongo *et al.*, 2017). Terdapat bakteri pemfiksasi nitrogen yang bersimbiosis dengan tanaman seperti *Rhizobium*, serta yang tidak nonsimbiosis seperti *Azotobacter*. Penggunaan bakteri pemfiksasi nitrogen non simbiosis sebagai pupuk hayati dapat diaplikasikan di lebih banyak tanaman dibandingkan bakteri simbiosis (Hindersah *et al.*, 2014). Artinya, penggunaan pupuk hayati konsorsium mampu merangsang pertumbuhan dan perkembangan ubi jalar karena menyediakan kebutuhan lengkap bagi tanaman.

Pemberian pupuk anorganik juga berpengaruh terhadap keberadaan dan aktivitas mikroba tanah. Partikel pupuk anorganik mampu meningkatkan konsentrasi garam dalam larutan tanah yang berdampak pada ketidakseimbangan hara dan pH tanah (Saraswati, 2012). Pemberian dosis pupuk anorganik yang lebih sedikit (kurang) memiliki efek yang lebih

menguntungkan pada kelompok mikroba heterotrofik dan memberikan efek positif pada struktur tanah serta ketersediaan hara (Musiał *et al.*, 2020; Saraswati, 2012). Pemberian pupuk hayati konsorsium mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman dan meminimalisasi penggunaan pupuk anorganik. Di sinilah urgensi diperlukannya kajian pada taraf pupuk anorganik yang sekiranya mampu memengaruhi keberadaan dan aktivitas mikroba tanah di sekitar perakaran tanaman dan sejauh mana pupuk hayati dapat menyubstitusi pupuk anorganik.

Perbedaan ketinggian tempat berpengaruh terhadap populasi mikroba rizosfer dan unsur hara pada tanah. Penurunan suhu karena bertambahnya ketinggian berpengaruh terhadap struktur komunitas bakteri dan jamur rizosfer (Xian *et al.*, 2015). Perbedaan ketinggian tempat juga memiliki pengaruh terhadap ketersediaan pupuk anorganik di dalam tanah (Horiuchi *et al.*, 1995). Oleh sebab itulah diperlukan kajian ilmiah terhadap lokasi-lokasi yang berbeda untuk menguji keberhasilan dari upaya pengurangan pupuk anorganik pada ubi jalar dengan penambahan pupuk hayati konsorsium.

Substitusi pupuk hayati dan anorganik menjadi upaya yang perlu dilakukan. Pengelolaan hara spesifik lokasi berupaya menyediakan hara bagi tanaman secara tepat dari segi jumlah, jenis, maupun waktu pemberiannya yang dipertimbangkan dengan kebutuhan tanaman dan kapasitas lahan. Penurunan kualitas lahan dan masalah pemupukan tidak seimbang dapat diatasi oleh substitusi pupuk anorganik (Darwis & Saptana, 2016; Riley, 2016). Di Indonesia, informasi yang memuat respons pertumbuhan dan kualitas hasil ubi jalar akibat pemberian pupuk hayati konsorsium dalam substitusi pupuk anorganik pada ketinggian berbeda masih sangat terbatas. Dengan begitu, aplikasi tentang substitusi pupuk hayati dengan pupuk anorganik di lingkungan berbeda akan sangat membantu kita dalam memahami upaya peningkatan produktivitas hasil ubi jalar.

Buku ini disusun berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan di dua sentra produksi ubi jalar yaitu Kabupaten Garut dan Sumedang, serta satu lokasi yang tidak pernah ditanami ubi jalar di Garut. Seperti yang diketahui, bahwa Kabupaten Garut dan Kabupaten Sumedang merupakan dua sentra ubi jalar di Jawa Barat (Ishaq, 2017). Sentra ubi jalar terbesar di Kabupaten Garut berada di Kecamatan Cilawu dengan ketinggian tempat 800 mdpl, sementara pusat penanaman ubi jalar terbesar di Kabupaten Sumedang berada di Kecamatan Pamulihan dengan ketinggian tempat 986 mdpl. Di Kabupaten Garut, terdapat wilayah yang tidak pernah ditanam ubi jalar yakni Kecamatan Karangpawitan yang memiliki ketinggian tempat 762 mdpl.

Universitas Padjadjaran (Unpad) telah memiliki varietas unggul ubi jalar yang terseleksi berdasarkan preferensi mitra industri. Dua varietas unggul yang sangat berpotensi untuk dikembangkan adalah ubi jalar Mencrang dan Biang. Varietas Mencrang terdaftar dengan nomor 733/PVHP/2019 dan Biang dengan nomor 734/PVHP/2019. Kedua varietas ini merupakan ubi jalar unggul baru yang terseleksi sebagai komplementer ubi jalar Rancing (Cilembu). Mencrang merupakan ubi jalar berdaging jingga, sementara Biang merupakan ubi jalar berdaging ungu. Kedua ubi jalar ini memiliki rasa manis dan memenuhi kualitas standar sebagai ubi bakar, seperti Rancing. Kualitas seperti ini dapat tercapai apabila tanah sebagai media tanamnya memiliki kualitas yang baik, sehingga perkembangan akar ubi jalar menjadi baik. Namun sayangnya, penggunaan pupuk anorganik yang marak dilakukan menyebabkan kerusakan tanah dan lingkungan. Sehingga dalam hal ini perlu dilakukan substitusi pupuk anorganik menggunakan pupuk hayati pada lingkungan berbeda.

Sebagai sumber karbohidrat, kandungan mineral dan vitamin di dalam ubi jalar tergolong tinggi. Kandungan vitamin A yang tinggi ditemukan pada ubi jalar berdaging jingga, sedangkan antioksidan yang tinggi ditemukan pada ubi jalar berdaging ungu. Hal ini dapat menjadi keunggulan komparatif bagi Mencrang dan Biang yang dapat menjadi aspek kelengkapan bagi Rancing.

Penggunaan pupuk hayati konsorsium dalam substitusi pupuk anorganik masih terbatas diterapkan oleh petani ubi jalar. Untuk itu, sampai saat ini juga belum banyak diketahui efeknya terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar. Sifat pupuk hayati sebagai mikroba dipengaruhi oleh suhu, pH tanah, dan ketersediaan unsur hara (Firdausi *et al.*, 2016; Naher *et al.*, 2019). Artinya, setiap lahan pertanian di lokasi berbeda memiliki kondisi bervariasi dan belum tentu cocok untuk perkembangan mikroba rizosfer yang memiliki banyak manfaat bagi tanaman dan dapat menyubstitusi pupuk anorganik.

Buku ini pada dasarnya berusaha memaparkan hasil pengujian tentang pengaruh dosis pupuk hayati konsorsium dan berbagai dosis pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan komponen pertumbuhan klon ubi jalar unggul baru serta populasi mikroba rizosfer. Hal tersebut diperoleh melalui proses eksperimen. Penulis juga menyajikan informasi tentang ada tidaknya perlakuan pupuk hayati konsorsium untuk substitusi pupuk anorganik yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar unggul baru di tiga lokasi berbeda. Melalui buku ini, penulis berharap dapat segera disusun sebuah Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk upaya substitusi pupuk

anorganik dengan pupuk hayati konsorsium dalam rangka meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar.

Buku ini nantinya diharapkan menjadi referensi pengetahuan terkait dengan pengaruh pupuk hayati konsorsium dalam pertumbuhan, komponen pertumbuhan, populasi mikroba rizosfer, substitusi pupuk anorganik dan kualitas hasil ubi jalar unggul baru. Dengan begitu, inti dari buku ini secara langsung berhasil berkontribusi di dalam pengembangan ilmu mikrobiologi terapan daerah tropis, serta ilmu pemuliaan tanaman untuk memenuhi kebutuhan ubi jalar unggul berorientasi industri. Besar harapan penulis, buku ini dapat diterapkan secara praktis di beberapa lokasi lahan tanam Jawa Barat.



## BAB 2

# IMPLIKASI PENGGUNAAN PUPUK

Salah satu ubi jalar yang dikenal luas dan diminati oleh masyarakat adalah Ubi Cilembu. Ubi Cilembu memiliki rasa manis terutama apabila dikukus atau dibakar. Namun demikian, ketersediaan ubi ini masih belum mencukupi permintaan pasar. Padahal perkembangan olahan pangan berbahan baku ubi jalar semakin meningkat. Syarat dari bahan baku ubi jalar yang digunakan juga harus manis dan memiliki penampilan menarik, serta kandungan gizi yang lebih tinggi. Capaian ini dapat diperoleh melalui substitusi varietas Rancing dengan klon ubi jalar unggul baru yang mempunyai kegunaan yang luas, memiliki potensi hasil yang tinggi, serta stabil di beberapa lokasi. Universitas Padjadjaran telah menyeleksi ubi jalar unggul baru yang mampu menyubstitusi Ubi Cilembu, yakni Mencrang (ubi jalar berdaging jingga) dan Biang (ubi jalar berdaging ungu).

Hasil yang berbeda pada ubi jalar akan diperoleh apabila penanaman dilakukan di lokasi berbeda. Ubi jalar sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan beradaptasi luas. Kondisi ini yang menjadikannya berubah bila ditanam di lingkungan yang berbeda dari segi kesesuaian lahan, kesuburan tanah, iklim, maupun ketinggian tempat (Supadmi, 2009). Hasil ubi jalar juga dibatasi oleh beberapa faktor seperti kesuburan tanah yang rendah, pemilihan varietas, kondisi cuaca, jenis tanah, dan praktik pengelolaan tanaman. Praktik pengelolaan tanaman dalam hal ini adalah pemupukan (Onunka *et al.*, 2012). Penggunaan pupuk yang tepat di lahan yang berbeda berpotensi meningkatkan hasil ubi jalar. Kesuburan tanah menjadi faktor penting yang menentukan hasil ubi jalar. Hasil inilah yang nantinya mampu diintegrasikan melalui aplikasi pupuk anorganik, pupuk organik, dan pupuk hayati (Mukhongo *et al.*,

2017). Ketiga jenis pupuk yang diaplikasikan ini juga harus seimbang dan menyesuaikan kebutuhan tanaman. Perlu diingat bahwa aplikasi pupuk anorganik tidak dapat 100% dihilangkan, karena pupuk ini bersifat *fast release* yang dapat segera diserap oleh tanaman, namun dosisnya dapat disubstitusi oleh pupuk organik dan pupuk hayati.

Pemberian pupuk anorganik berpengaruh terhadap keberadaan mikroba tanah. Saraswati (2012) menegaskan, bahwa pupuk anorganik yang diberikan secara berlebihan dapat mempengaruhi pH tanah menjadi rendah atau sangat tinggi. Kondisi ini terjadi karena meningkatnya konsentrasi garam dalam larutan tanah. Pemberian pupuk anorganik dalam jumlah yang tepat justru akan meningkatkan humus dan ketersediaan hara menjadi seimbang. Mikroba penyedia hara tanah dan perombak bahan organik berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Oleh sebab itu, penambahan mikroorganisme yang menguntungkan perlu diterapkan untuk melepaskan unsur hara terfiksasi dalam tanah menjadi lebih tersedia.

Pupuk hayati memiliki peran penting bagi tanaman karena mengandung mikroorganisme penyedia unsur hara dari yang tidak dapat terserap menjadi dapat terserap oleh tanaman melalui proses biologis (Singh *et al.*, 2017). Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung sejumlah konsorsium mikroba yang berperan dalam pertumbuhan tanaman, serta mampu meningkatkan kualitas tanah. Pupuk hayati mampu menghasilkan fitohormon yang dapat berperan sebagai agen biokontrol tanaman. Aplikasi pupuk hayati dalam hal ini diharapkan dapat membantu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di kondisi lingkungan yang berbeda.

Pemberian pupuk juga dapat memengaruhi morfofisiologi dan kandungan kimia ubi jalar. Aplikasi *Azospirillum brasiliense* dan pupuk organik mampu meningkatkan peringkat warna daun sebagai indikator dari status unsur hara dan kandungan klorofil daun (Mohamed, 2017). Kandungan beta karoten pada ubi jalar dipengaruhi oleh genetik yang merespons kesuburan tanah dan kondisi iklim (Essilfie *et al.*, 2016). Pemberian berbagai pupuk organik dan anorganik berpengaruh terhadap kandungan glukosa, sukrosa, fruktosa dan kadar pati pada ubi jalar (Nyarko, 2015; Atuna *et al.*, 2018). Kandungan klorofil yang meningkat merupakan indikator meningkatnya hasil tanaman karena akumulasi fotosintat yang nantinya berpengaruh terhadap kualitas hasil ubi jalar.

Penggunaan pupuk hayati konsorsium untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman merupakan dukungan nyata bagi pertanian berkelanjutan. Pupuk hayati konsorsium yang diaplikasikan pada lahan

pertanian berakibat pada meningkatnya populasi total bakteri (Kalay *et al.*, 2020). Namun dalam hal ini penggunaan pupuk hayati pada tanah dengan kandungan unsur hara rendah masih perlu diberikan pupuk anorganik (Mukhongo *et al.*, 2017). Pupuk hayati dan pupuk anorganik berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan kualitas hasil. Hal ini telah diterapkan pada tanaman selasih (Al-mansour *et al.*, 2018). Pupuk hayati konsorsium dengan 100% dan 50% pupuk anorganik mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar di dua musim dibandingkan yang diaplikasikan dengan pupuk hayati konsorsium tanpa pupuk anorganik (Abdel-Naby *et al.*, 2018). Pupuk hayati mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik sehingga hasil panennya lebih meningkat sekaligus ramah lingkungan (Ríos-Ruiz *et al.*, 2020). Dengan kata lain, terdapat pengaruh pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan populasi mikroba rizosfer ubi jalar. Peningkatan hasil ubi jalar dapat dicapai dengan mengaplikasikan pupuk anorganik dan pupuk hayati konsorsium.

Pertumbuhan dan hasil ubi jalar selalu bervariasi di setiap lokasi yang berbeda. Lokasi penanaman memiliki efek yang signifikan terhadap hasil ubi jalar (Chipungu *et al.*, 2018; Karuniawan *et al.*, 2021). Hal ini terjadi karena adanya perbedaan tekstur tanah. Tanah di lokasi Kecamatan Karangpawitan Kabupaten Garut bertekstur lempung, di Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut bertekstur liat berdebu, sementara di Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang bertekstur liat. Perbedaan tekstur tanah dapat menentukan ketersediaan unsur hara dan air di sekitar rizosfer (Jones dan Jacobsen, 2012). Unsur hara yang tersedia bagi tanaman juga dipengaruhi oleh keberadaan mikroba rizosfer (Singh *et al.*, 2018).

Selain itu, suhu pada lingkungan pertanaman juga mampu mempengaruhi kinerja pupuk hayati konsorsium. Suhu di lokasi Kecamatan Karangpawitan Kabupaten Garut rata-rata 26,5°C, di Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut rata-rata suhu 25°C, sementara di Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang rata-rata suhu 24°C. Tipe curah hujan di Kabupaten Garut termasuk kriteria C3 menurut Oldeman, dan di Kecamatan Pamulihan termasuk kriteria D4. Sementara menurut Schmidt Ferguson, ketiga lokasi tersebut termasuk tipe C. Artinya, pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik yang diaplikasikan akan memberikan pengaruh berbeda baik untuk laju pertumbuhan, hasil dan komponen hasil ubi jalar di di masing-masing lokasi.

Pupuk hayati juga membantu tanaman dalam menyediakan unsur hara dan fitohormon. *Azotobacter* merupakan bakteri non simbiosis yang berperan

penting dalam penambatan nitrogen. Bakteri ini juga menyediakan senyawa yang dapat digunakan langsung oleh tanaman (Dehury *et al.*, 2018), serta fitohormon untuk meningkatkan pertumbuhan akar tanaman (Arora *et al.*, 2018), begitu pula dengan *Azospirillum* sp. (Naher *et al.*, 2018). Sementara *Acinetobacter* sp. (Das & Sarkar, 2018), *Pseudomonas* sp. (Vimal *et al.*, 2018), dan *Penicillium* sp. (Phuwiwat dan Seytong, 2001) berperan untuk melindungi tanaman dari stress biotik dan abiotik. *Pseudomonas* dan *Penicillium* juga berperan sebagai mikroba pelarut fosfat. Dengan kemampuan tersebut, aplikasi pupuk hayati konsorsium dinilai efektif dalam substitusi pupuk anorganik di banyak lokasi tanam yang berbeda.

Pembahasan yang dibangun di dalam buku ini didasari oleh dua dugaan ilmiah yang telah dikonfirmasi melalui pendekatan eksperimental. Pertama, penulis menduga adanya pengaruh dosis pupuk hayati konsorsium dan berbagai dosis pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan komponen pertumbuhan klon ubi jalar unggul baru serta populasi mikroba rizosfer. Kedua, dugaan adanya perlakuan pupuk hayati konsorsium untuk substitusi pupuk anorganik yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar unggul baru pada tiga lokasi berbeda.

Seperti yang dijelaskan di atas bahwa proses konfirmasi dua dugaan ilmiah dilakukan melalui proses eksperimen. Proses ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama yakni percobaan rumah kasa untuk mengkaji pengaruh kombinasi pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan ubi jalar dan populasi mikroba rizosfer. Pupuk hayati konsorsium yang digunakan mengandung *Azotobacter chrococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum* sp., *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas cepaceae*, dan *Penicillium* sp. (Lampiran 2). Kandungan unsur hara pada pupuk hayati konsorsium antara lain 0,16% N, 0,08% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan 0,23% K<sub>2</sub>O (Lampiran 3).

Untuk menguji substitusi pupuk, dilakukan tahap kedua yakni kajian efektivitas substitusi pupuk hayati konsorsium terhadap pupuk anorganik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar di tiga lokasi berbeda. Langkah pertama yang dilakukan ialah percobaan rumah kasa dengan 15 perlakuan dan tiga ulangan. Selanjutnya yakni percobaan lapangan dengan 12 perlakuan dan tiga ulangan. Lokasi percobaan tahap pertama bertempat di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Garut, sementara tahap kedua dilakukan di tiga lokasi dengan agroekosistem berbeda, yakni Kecamatan Karangpawitan Kabupaten Garut, Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut, dan Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang.

Dosis pupuk hayati konsorsium mengacu pada dosis rekomendasi yaitu 2 l/ha (Apriliana, 2016). Dosis inilah yang akan diuji untuk menyubstitusi pupuk anorganik dari mulai 100% sampai 50%. Komposisi mikroba pada pupuk hayati konsorsium dapat dipelajari pada Lampiran 2, sedangkan kandungan NPK nya dapat dipelajari pada Lampiran 3. Dosis rekomendasi pupuk anorganik pada ubi jalar antara lain 40-75 kg N/ha, 20-50 kg P/ha, dan 75-100 kg K/ha (Paturohman dan Sumarno, 2015), sementara penulis menggunakan dosis antara lain 150 kg Urea, 100 kg SP-36, dan 150 kg KCl. Ubi Jalar yang digunakan adalah ubi jalar unggul baru yang berpotensi untuk disajikan sebagai ubi bakar, yakni Biang dan Mencrang dengan Rancing sebagai kontrol (Deskripsi pada Lampiran 4). Biang adalah ubi jalar berdaging ungu, sementara Mencrang adalah ubi jalar berdaging jingga.

## A. Percobaan di Rumah Kasa

---

Percobaan di Rumah Kasa dilakukan untuk menguji ada tidaknya pengaruh kombinasi pupuk terhadap pertumbuhan dan komponen pertumbuhan Ubi Jalar unggul baru serta komposisi mikroba rizosfer. Prosedur ini dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Garut pada September sampai bulan November 2018. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Garut.

Bahan yang digunakan dibagi menjadi bahan untuk percobaan dan bahan untuk pengamatan mikroba. Bahan untuk percobaan antara lain stek ubi jalar dari 3 klon koleksi UNPAD dengan panjang stek berkisar 15 cm, pupuk hayati konsorsium, air bersih, Urea, SP-36, dan KCl. Sementara itu, bahan untuk pengamatan mikroba antara lain media Ashby bebas N untuk uji populasi *Azotobacter*, media Okon untuk uji populasi *Azospirillum*, media TSA untuk uji populasi *Acinetobacter*, media pikovskaya untuk uji populasi *Pseudomonas*, media pikovskaya+antibiotik untuk uji populasi *Penicillium*, akuades untuk melarutkan media, NaCl fisiologis untuk seri pengenceran, tanah rizosfer dari masing-masing perlakuan, alkohol untuk sterilisasi, serta spiritus untuk bahan bakar bunsen.

Alat dilibatkan dalam proses eksperimen antara lain *polybag* ukuran 25 cm x 20 cm, cangkul, spidol permanen, ajir untuk penanda plot, *roll meter* untuk pengamatan panjang akar, papan akrilik untuk pengamatan akar, gelas ukur 1000 ml untuk pengamatan volume akar, timbangan digital untuk pengukuran bobot kering dan bobot segar. Kamera digital juga digunakan

untuk dokumentasi, spektrofotometer UV-Vis untuk uji klorofil, mortal dan pistil untuk melumatkan daun, *cuvet*, kertas saring, corong kaca, *beaker glass* 50 ml. Sementara alat untuk uji mikroba antara lain spatula, gelas *beaker* 1000 ml, labu *erlenmeyer* 250 ml, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *shaker*, pipet, *colony counter*, spidol permanen, label, kamera digital, plastik *wrap*, kapas, cawan petri, autoklaf, *hot plate*, dan inkubator.

Proses eksperimen menerapkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 15 perlakuan 3 (tiga) kali ulangan sehingga diperoleh 45 plot. Setiap plot terdiri dari 6 (enam) *polybag*, *polybag* keseluruhan yang dibutuhkan adalah 270 *polybag*. Plot diletakan memanjang dari arah barat ke timur dengan jarak antar ulangan 50 cm, jarak antar plot 30 cm, jarak antar *polybag* 20 cm. Perlakuan yang digunakan antara lain:

- 1) Rancing+P1 (Rancing+100% Pupuk Anorganik)
- 2) Rancing+P2 (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 3) Rancing+P3 (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+100% Pupuk Anorganik)
- 4) Rancing+P4 (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 5) Rancing+P5 (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 6) Biang+P1 (Biang+100% Pupuk Anorganik)
- 7) Biang+P2 (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 8) Biang+P3 (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+100% Pupuk Anorganik)
- 9) Biang+P4 (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 10) Biang+P5 (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 11) Mencrang+P1 (Mencrang+100% Pupuk Anorganik)
- 12) Mencrang+P2 (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 13) Mencrang+P3 (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+100% Pupuk Anorganik)
- 14) Mencrang+P4 (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 15) Mencrang+P5 (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)

Tahapan pelaksanaan eksperimen dimulai dengan persiapan media. Media tanam yang digunakan yakni tanah Andisol yang dicampur dengan pupuk kandang ayam dengan dosis 2 ton/ha. Media dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 25 cm x 20 cm. Setelah itu, disiapkan stek batang dari tanaman ubi jalar yang sehat dengan panjang 15 cm - 20 cm yang berjumlah

tiga sampai lima buku/ruas. Kebutuhan stek per genotipe adalah 90 stek. Penanaman dilakukan dengan cara membenamkan stek berbentuk L menghadap ke utara, agar arah pertumbuhan akar serempak. Lubang tanam dibuat dengan kedalaman 5 cm.

Langkah selanjutnya yakni aplikasi pupuk. Pertama adalah pupuk hayati konsorsium dengan dosis 2 L per Ha dilarutkan dengan konsentrasi 0,1% menggunakan air bersih. Larutan encer kemudian disiramkan pada tanah dekat perakaran di masing-masing tanaman dengan dosis 5 ml per aplikasi (Lampiran 5). Aplikasi pupuk hayati konsorsium dilakukan pada saat tanaman ubi jalar berumur 1 MST dan 3 MST, sehingga setiap tanaman total dosisnya 10 ml. Selanjutnya, pemberian pupuk anorganik sesuai perlakuan yaitu 100%, 75%, dan 50% dari dosis anjuran. Pemberian pupuk dibagi menjadi dua kali aplikasi, 1/3 bagian Urea dan KCl dan seluruh dosis SP-36 diberikan pada saat tanam, 2/3 bagian Urea dan KCl diberikan pada saat tanaman berumur satu bulan. Dosis perhitungan dapat dipelajari pada Lampiran 5. Langkah terakhir adalah pemeliharaan. Penyiraman dilakukan secara manual, terutama diperuntukkan bagi gulma muncul pada *polybag*. Tanaman ubi jalar diairi 1 hari sekali pada pagi atau sore hari dengan cara menyiram *polybag* dengan air sumur sebanyak 250-300 ml.

Beberapa pengamatan yang dilakukan antara lain:

### **1. Pertumbuhan**

#### a) Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun dilakukan ketika tanaman berumur 70 HST.

Jumlah daun merupakan jumlah seluruh daun pada tanaman ubi jalar pada 3 tanaman sampel.

#### b) Luas Daun Total

Perhitungan luas daun total dilakukan ketika tanaman berumur 70 HST.

Luas daun ditentukan dengan metode gravimetri melalui rumus matematis sebagai berikut.

$$LD = \frac{\text{Bobot replika keseluruhan daun (g)}}{\text{Bobot kertas standar (g)}} \times \text{Luas kertas standar (cm}^2\text{)}$$

#### c) Kandungan Klorofil

Kandungan klorofil diamati ketika tanaman berumur 70 HST.

Pengamatan menggunakan metode Kolorimetri dengan Spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran kadar klorofil kadar klorofil total, klorofil a dan klorofil b secara spektrofotometri didasarkan pada hukum Lambert-Beer, dengan metode Wintermans and De Mots (1965). Dalam hal ini digunakan pelarut etanol (*ethyl alcohol*) 96 %

dan mengukur absorbansi (A) larutan klorofil pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 649 dan 665 nm. Setelah itu, kadar klorofil dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{klorofil a} = 13,7 D-665 - 5,76 D-649 \text{ (mg/l)}$$

$$\text{klorofil b} = 25,8 D-649 - 7,60 D-665 \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Total klorofil} = 20,0 D-649 + 6,10 D-665 \text{ (mg/l)}$$

d) Panjang akar (cm).

Panjang akar diukur pada saat umur 70 HSR. Pengukuran dilakukan dari pangkal akar sampai ujung akar untuk tiga tanaman sampel.

e) Volume akar ( $\text{cm}^3$ ).

Volume akar diukur dengan cara memasukkan bagian basah akar ke dalam gelas ukur berisi air. Penambahan volume air dicatat sebagai volume akar. Pengukuran ini dilakukan pada tiga tanaman sampel ketika tanaman berumur 70 HST.

f) Bobot kering akar (g).

Akar dioven pada suhu 105°C selama 20 jam, kemudian ditimbang. Pengukuran ini dilakukan pada tiga tanaman sampel pada saat tanaman berumur 70 HST.

g) Nisbah pupus akar.

Tanaman sampel diambil untuk diuji rasio bobot kering pupus dan akar. Pengukuran dilakukan pada tiga tanaman sampel pada saat tanaman berumur 70 HST, dengan rumus sebagai berikut:

$$NPA = \frac{\text{Bobot Kering Pupus}}{\text{Bobot Kering Akar}}$$

## 2. Populasi Mikroba Rizosfer

Mikroba rizosfer yang diamati ialah jenis yang terkandung di dalam pupuk hayati konsorsium yang digunakan, yang mencakup populasi *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acinetobacter*, *Penicillium*, dan *Pseudomonas*. Tanah rizosfer diambil sebanyak 1 gram untuk dilarutkan dalam NaCl fisiologis. Setelah itu larutan tanah dibuat pengenceran bertingkat sampai  $10^{-7}$ . Setiap mikroba menggunakan suspensi dari seri pengenceran berbeda, kecuali untuk *Azotobacter* dan *Pseudomonas*. Kedua mikroba ini menggunakan seri pengenceran  $10^{-6}$  sebanyak 0,5 ml, sementara *Azospirillum* menggunakan seri pengenceran  $10^{-5}$  sebanyak 0,5 ml. Untuk *Acinetobacter* menggunakan seri pengenceran  $10^{-7}$  sebanyak 0,1 ml, dan *Penicillium* menggunakan seri pengenceran  $10^{-3}$  sebanyak 0,5 ml. Selanjutnya suspensi dimasukkan ke dalam cawan petri secara aseptik. Metode penanaman mikroba pada media

pertumbuhan menggunakan metode tuang (*pour plate*) dengan melibatkan agar yang belum padat ( $\pm 45^{\circ}\text{C}$ ) yang dituang bersama suspensi bakteri ke cawan petri kemudian dihomogenkan dan dibiarkan memadat (Widodo, 2017). Media untuk perkembangbiakan mikroba dibuat menjadi lima jenis sesuai jenis mikroba yang diamati. Dalam hal ini ialah media Ashby untuk *Azotobacter*, media Okon untuk *Azospirillum*, media TSA untuk *Acinetobacter*, media Pikovskaya+antibiotic Chloramphenicol 1 g/L untuk *Penicillium*, dan media Pikovskaya untuk *Pseudomonas*. Komposisi media dapat dipelajari pada Lampiran 6.

Data dianalisis menggunakan *one way* ANOVA dengan bantuan *software* DSAASTAT ver. 1.101. Apabila perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter yang diukur, maka perbedaan antar perlakuan dapat diketahui dengan cara melakukan Uji Scott-Knott taraf 5%.

## B. Percobaan di Lahan

---

Eksperimen ini dilakukan untuk mengetahui eksistensi perlakuan pupuk hayati konsorsium untuk substitusi pupuk anorganik efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar unggul baru pada tiga lokasi berbeda.

Pengurangan perlakuan dilakukan di tahap kedua karena tidak menggunakan pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik 100% dari dosis anjuran. Perlakuan diterapkan yakni pupuk anorganik 100% sebagai perlakuan standar, pupuk hayati tanpa pupuk anorganik sebagai kontrol, dan kombinasi perlakuan pupuk hayati konsorsium dengan pengurangan pupuk anorganik 25–50% sebagai perlakuan substitusi.

Prosedur eksperimen dilakukan di tiga lokasi berada, dua lokasi di Kabupaten Garut, yaitu Desa Jatisari Kecamatan Karangpawitan dan Desa Margalaksana Kecamatan Cilawu, dan satu lokasi di Kabupaten Sumedang yaitu Desa Cilembu Kecamatan Pamulihan. Lokasi Kecamatan Karangpawitan dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2019, lokasi Kecamatan Cilawu dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2019, sedangkan lokasi Kecamatan Pamulihan dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2020.

Bahan yang digunakan antara lain stek dari 3 genotipe ubi jalar koleksi UNPAD dengan panjang stek berkisar 15-20 cm, Urea, SP-36, KCl, dan pupuk hayati konsorsium. Sementara alat yang diterapkan di dalam eksperimen ini meliputi timbangan digital, spatula, gelas beker, tabung

erlenmeyer, jangka sorong, spidol permanen, label, kamera digital, ember, selotip, dan alat tulis.

Penulis menerapkan RAK 12 perlakuan yang diulang 3 kali di dalam eksperimen sehingga diperoleh 36 plot. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut.

- 1) Rancing+A (100% Pupuk Anorganik)
- 2) Rancing+B (Pupuk Hayati Konsorsium)
- 3) Rancing+C (Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 4) Rancing+D (Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 5) Biang+A (100% Pupuk Anorganik)
- 6) Biang+B (Pupuk Hayati Konsorsium)
- 7) Biang+C (Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 8) Biang+D (Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 9) Mencrang+A (100% Pupuk Anorganik)
- 10) Mencrang+B (Pupuk Hayati Konsorsium)
- 11) Mencrang+C (Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 12) Mencrang+D (Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)

Persiapan lahan dilakukan sebagai langkah awal dengan cara membersihkan areal pertanaman dari gulma dan sisa-sisa tanaman sebelumnya. Lahan kemudian dibagi menjadi 3 blok. Setiap blok terdiri dari 12 plot dengan panjang 5 meter dan lebar 0,6 meter. Jarak antar plot 30 cm dengan ketinggian 40 cm yang sekaligus berfungsi sebagai parit. Populasi tanaman per plot yakni sebanyak 25 tanaman.

Stek batang disiapkan dari tanaman ubi jalar yang sehat dengan panjang stek 15-20 cm. Kebutuhan stek per klon ialah 300 stek di masing-masing lokasi. Jarak tanam yang diterapkan yakni 20 cm. Penanaman dilakukan dengan cara membenamkan stek berbentuk L menghadap utara agar arah pertumbuhan akar serempak. Lubang tanam dibuat dengan kedalaman 5 cm.

Langkah selanjutnya yakni aplikasi pupuk hayati konsorsium dengan dosis 2 L per Ha yang dilarutkan dengan konsentrasi 0,1%. Larutan encer ini kemudian disiramkan pada tanah dekat perakaran masing-masing tanaman dengan dosis 30 ml per aplikasi. Aplikasi pupuk hayati konsorsium dilakukan ketika tanaman ubi jalar berumur 1 MST dan 3 MST, sehingga setiap tanaman memperoleh dosis 60 ml. Prosedur selanjutnya adalah aplikasi pupuk anorganik. Pemberian pupuk organik yakni 1/3 bagian Urea dan KCl, serta seluruh dosis SP36 ketika awal tanam, kemudian 2/3 bagian Urea dan KCl diberikan ketika tanaman berumur satu bulan.

Penyirangan dilakukan menggunakan cangkul apabila gulma sudah menutupi 70% lahan pertanaman ubi jalar. Sementara penyiraman dilakukan apabila kondisi lahan sangat kering atau tidak turun hujan selama 3 hari berturut-turut. Penyiraman dilakukan satu hari sekali pada pagi atau sore hari melalui aliran air dengan selang. Panen dilakukan setelah tanaman berumur 18 MST dengan cara mencangkul guludan sampai ubi terlihat, kemudian ubi dipetik dari pangkal batang dan diukur sesuai variabel pengamatan.

Beberapa pengamatan yang dilakukan antara lain:

### **1. Laju Tumbuh Relatif**

Pengamatan laju Tumbuh Relatif (LTR) dilakukan dengan interval 10 hari sejak tanaman berumur 30 HST sampai umur 70 HST. Data yang diperoleh dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$LTR = \frac{W2 - W1}{A(T2 - T1)}$$

Keterangan: W = bobot kering, A = luas tanah, T = waktu pengamatan.

Data ditampilkan dalam model regresi.

### **2. Laju Asimilasi Bersih**

Pengamatan laju Tumbuh Tanaman (LAB) dilakukan dengan interval 10 hari dimulai ketika tanaman berumur 30 HST sampai 70 HST. Data yang diperoleh dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$LAB = \frac{W2 - W1}{T2 - T1} \times \frac{\ln L2 - \ln L1}{L2 - L1}$$

Keterangan:

W = bobot kering, T = waktu pengamatan, L = luas daun.

Data ditampilkan dalam model regresi.

### **3. Jumlah Daun**

Jumlah daun diamati ketika tanaman berumur 70 HST dengan cara menghitung seluruh daun pada tanaman ubi jalar.

### **4. Luas Daun Total**

Pengamatan luas daun total dilakukan ketika tanaman berumur 70 HST menggunakan metode gravimetri dengan rumus sebagai berikut.

$$LD = \frac{\text{Bobot replika keseluruhan daun (g)}}{\text{Bobot kertas standar (g)}} \times \text{Luas kertas standar (cm}^2\text{)}$$

**5. Panjang Ubi**

Pengamatan panjang ubi dilakukan dengan cara mengukur rata-rata panjang ubi dari bagian pangkal sampai ujung ubi dari 5 tanaman sampel masing-masing.

**6. Diameter Ubi**

Diameter ubi merupakan rata-rata diameter bagian tengah ubi yang diukur menggunakan jangka sorong. Ubi yang diukur sebanyak 5 sampel.

**7. Jumlah Ubi per Tanaman**

Pengamatan dilakukan setelah panen dengan cara menghitung rata-rata jumlah ubi dari 5 tanaman sampel masing-masing.

**8. Bobot Ubi per Tanaman**

Pengamatan dilakukan setelah panen dengan cara mengambil ubi dari 5 tanaman sampel untuk ditimbang bobotnya.

**9. Jumlah Ubi Ekonomis per Tanaman**

Pengamatan dilakukan setelah panen dengan cara menghitung rata-rata jumlah ubi ekonomis dari 5 tanaman sampel.

**10. Bobot Ubi Ekonomis per Tanaman**

Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil ubi pada 5 tanaman sampel untuk ditimbang bobot ekonomisnya. Penentuan ubi ekonomis didasarkan pada standar ubi jalar *grade A* dan *B* (BSN, 1998).

**11. Hasil Ubi per Plot**

Pengamatan dilakukan setelah panen dengan cara mengambil ubi dari semua tanaman dalam plot untuk ditimbang bobotnya.

**12. Hasil Ubi Ekonomis t/Ha**

Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil ubi ekonomis semua tanaman dalam plot untuk ditimbang bobotnya yang kemudian dikonversikan ke dalam ton per hektar.

**13. Total Soluble Solid/TSS ( $^{\circ}$ Brix)**

Pengukuran *Total Soluble Solid* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemanisan sampel ubi jalar. Pengukuran menggunakan refraktometer, yakni

pada ubi segar dan ubi yang telah dioven. Sampel ubi jalar yang digunakan adalah ubi yang telah disimpan selama 1 minggu.

Untuk pengukuran ubi segar, ubi dipotong menjadi 3 bagian secara vertikal. Masing-masing sisi diiris tipis kemudian dihaluskan dengan mortar dan alu. Setelah itu dilakukan pemerasan air untuk diteteskan pada kaca refraktometer, kemudian diamati skalanya di bawah Cahaya Matahari. Sementara untuk pengukuran ubi bakar, ubi yang telah dioven dibelah menjadi 3 bagian secara vertikal. Pada tiap bagian dipotong seukuran  $1\text{ cm}^3$  lalu dilumatkan menggunakan sendok dengan menambah sedikit air dalam piring plastik. Setetes air lumatan ubi diletakkan pada kaca refraktometer, lalu diamati skalanya di bawah Cahaya Matahari.

#### 14. Efisiensi Substitusi Relatif

Nilai Efisiensi Substitusi Relatif (ESR) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$ESR = \frac{(hasil\ pupuk\ yang\ diuji - kontrol)(100\% - \% pupuk\ yang\ diuji)}{(hasil\ pupuk\ standar - kontrol)}$$

Perlakuan kontrol di sini merupakan perlakuan tanpa pupuk anorganik, dan perlakuan standar adalah perlakuan tanpa pupuk hayati.

Analisis data dilakukan menggunakan *software* DSAASTAT ver. 1.101 untuk menjalankan pengujian *one way* ANOVA Multilokasi. Apabila hasil keputusan berpengaruh nyata, maka perbedaan antar perlakuan dilihat lebih lanjut dengan cara Uji Scott-Knott taraf 5%.



## BAB 3

# RUMAH KASA DAN LAHAN PENANAMAN

Rumah kasa terletak di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Garut berlokasi di Desa Sukagalih, Kecamatan Tarogong Kaler. Lokasi ini berada pada ketinggian 750 meter di atas permukaan laut (mdpl). Tipe curah hujan lokasi ini adalah C (agak basah) menurut Schmidt dan Ferguson, dan termasuk kategori C2 (Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan palawija tidak ditanam di musim kering) menurut Oldeman. Lahan basah memiliki total luas 1.400 m<sup>2</sup>. Tanah ini memiliki pH 6,59 (netral), kandungan C-organik 2,06% (rendah), N-total 0,18% (rendah), P 30,53 mg/100 g (sedang), K 51,42 mg/100 g (tinggi), kapasitas pertukaran kation 43,61 cmol.kg<sup>-1</sup> (tinggi) dan tekstur tanah liat. Suhu rata-rata 23,5°C, curah hujan rata-rata 86,12 mm per bulan, dan kelembapan rata-rata 81,33%. Data curah hujan dan karakteristik kesuburan tanah kebun percobaan dapat dipelajari pada Lampiran 6.

Sementara itu, Desa Sukaraja, Kecamatan Karangpawitan, Kabupaten Garut merupakan lokasi pertama di mana percobaan di sini dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan Juli 2019. Desa Sukaraja berada pada ketinggian 762 mdpl dengan tipe curah hujan C (agak basah) menurut Schmidt dan Ferguson, dan termasuk kategori C3 (Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering) menurut Oldeman. Lahan ini memiliki pH 6,59 (agak masam), kandungan C-organik 1,08 (rendah), N-total 0,15% (rendah), P 70,46 mg/100 g (sangat tinggi), K 144,1 mg/100 g (sangat tinggi), nilai Kapasitas Tukar Kation 18,02 cmol.kg<sup>-1</sup> (tinggi) dan tekstur tanah liat. Suhu rata-rata 26,5°C, curah hujan bulanan rata-

rata 86,12 mm, dan kelembapan rata-rata 81,33%. Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Karangpawitan dapat dipelajari pada Lampiran 8

Lokasi yang kedua, yakni Desa Margalaksana, Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut yang berada pada ketinggian 800 mdpl. Tipe curah hujan untuk lokasi ini adalah tipe C (agak basah) menurut *Schmidt* dan *Ferguson*, dan termasuk kategori C3 (Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering) menurut Oldeman. Penanaman dilakukan pada bulan Mei sampai September 2019. Tanah ditandai dengan pH 6,27 (agak masam), kandungan C-Organik 1,18% (rendah), N-total 0,16% (rendah), P 66,69 mg/100 g (sangat tinggi), K 181,88 mg/100 g (sangat tinggi), KTK 27,52 cmol.kg<sup>-1</sup> (tinggi), dan tekstur tanah liat berdebu. Suhu rata-rata adalah 25°C, curah hujan bulanan rata-rata 65,56 mm, dan kelembapan rata-rata 78,4%. Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Cilawu dapat dipelajari pada Lampiran 9.

Lokasi ketiga berada di Desa Cilembu, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang dengan ketinggian tempat 986 mdpl. Tipe curah hujan lokasi ini adalah tipe C (agak basah) menurut Schmidt dan Ferguson, dan termasuk kategori D3 (Hanya mungkin tanam padi sekali dan palawija sekali, perlu adanya irigasi) menurut Oldeman. Penelitian di lokasi ini dilakukan pada bulan Februari sampai Juni 2020. Tanah memiliki pH 6,32 (agak masam), kandungan C-Organik 1,02% (rendah), N-total 0,12% (rendah), P 23,93 mg/100 g (sedang), K 28,55 mg/100 g (sedang), KTK 27,49 cmol.kg<sup>-1</sup> (tinggi), dan tekstur tanah liat. Suhu rata-rata adalah 24°C, curah hujan bulanan rata-rata 65,6 mm, dan kelembapan rata-rata 86,9%. Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Pamulihan dapat dipelajari pada Lampiran 10.

Lokasi pertama bukan merupakan lokasi sentra ubi jalar. Lokasi ini merupakan lahan sawah yang terletak di dataran medium beriklim sedang. Sementara untuk lokasi kedua dan ketiga adalah lokasi sentra ubi jalar namun terletak di kabupaten yang berbeda. Lahan yang digunakan adalah lahan tegalan di dataran tinggi beriklim sejuk.

Tabel 1. Karakteristik fisikokimia tanah di tiga lokasi percobaan.

No.	Parameter	Satuan	Kecamatan Karangpawitan		Kecamatan Cilawu		Kecamatan Pamulihan	
			Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria
1.	pH: H <sub>2</sub> O	-	6,59	Agak masam	6,27	Agak masam	6,32	Agak masam
2.	C-Organik	(%)	1,08	Rendah	1,18	Rendah	1,02	Rendah
3.	N-total	(%)	0,15	Rendah	0,16	Rendah	0,12	Rendah
4.	C/N	-	7	Rendah	7	Rendah	9	Rendah
5.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl	(mg/100	70,46	Sangat	66,69	Sangat	23,93	Sedang

No.	Parameter	Satuan	Kecamatan Karangpawitan		Kecamatan Cilawu		Kecamatan Pamulihan	
			Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria	Hasil	Kriteria
6.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Olsen)	(ppm P)	23,1	Sangat tinggi	7,88	Sedang	2,25	Sangat Rendah
7.	K <sub>2</sub> O HCl 25%	(mg/100 g)	144,1	Sangat tinggi	181,88	Sangat tinggi	28,55	Sedang
8.	KTK	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	18,02	Tinggi	27,52	Tinggi	27,49	Tinggi
9.	Kejenuhan Basa	(%)	54,89	Sedang	50,98	Sedang	34,74	Rendah
10.	Tekstur :							
	Pasir (%)		37,35		13,36	Liat	4	Liat
	Debu (%)		37	Lempung	43,91	berdebu	37	
	Liat (%)		25,65		42,73		59	

Sumber: Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Unpad, 2020

Hasil analisis parameter fisikokimia tanah menunjukkan, bahwa semua lokasi memiliki beberapa parameter dengan kriteria yang sama (pH tanah, C-Organik, N-total, C/N rasio, dan KTK). Sementara parameter sisanya memiliki kriteria yang berbeda (Tabel 1). Lahan di Kecamatan Karangpawitan bertekstur lempung, lahan di Kecamatan Cilawu bertekstur liat berdebu, sementara lahan di Kecamatan Pamulihan bertekstur liat.

Laporan informasi iklim pada Tabel 2 menunjukkan, bahwa suhu rata-rata di lokasi Kecamatan Cilawu dan Pamulihan hampir sama dan lebih rendah dibandingkan di Kecamatan Karangpawitan. Kelembapan udara di Kecamatan Karangpawitan dan Pamulihan cenderung lebih tinggi dibandingkan Kecamatan Cilawu. Hal ini terjadi karena curah hujan yang cukup tinggi.

Tabel 2. Rata-rata Suhu, Curah Hujan, dan Kelembapan di Tiga Lokasi selama Percobaan

No..	Data Iklim	Kecamatan		
		Karangpawitan (Maret - Juli 2019)	Cilawu (Mei - September 2019)	Pamulihan (Februari - Juni 2020)
1	Curah Hujan	86,12 mm	65,56 mm	144,17 mm
2	Suhu	26,5°C	25°C	24°C
3	Kelembapan	81,33%	78,40%	86,90%

Sumber: Data Sekunder, 2019-2020 (Diolah). Data diperoleh dari stasiun cuaca dan pemda setempat.

Pola curah hujan di lokasi pertama dan ketiga cenderung sama. Ketika fase pertumbuhan vegetatif awal, curah hujan yang tinggi membantu

pertumbuhan stek menjadi optimal. Saat tanaman memasuki fase perkembangan ubi, curah hujan tergolong masih cukup tinggi sehingga proses perkembangan ubi jalar cukup baik. Namun demikian, curah hujan di lokasi kedua cenderung sangat rendah di fase pertumbuhan vegetatif awal, sehingga pertumbuhan stek menjadi terganggu. Ketika memasuki fase perkembangan umbi, curah hujan juga masih tergolong rendah, sehingga pembentukan dan perkembangan ubi jalar menjadi terganggu.



## BAB 4

# MORFOLOGI DAN FISIOLOGI UBI JALAR, SERTA POPULASI RIZOSFER

### A. Morfologi Ubi Jalar

---

Tabel 3. merupakan gambaran dari pengaruh pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik pada tiga genotipe ubi jalar terhadap jumlah daun dan luas daun total. Kita dapat mengetahui bahwa jumlah daun terbaik pada Rancing ditemukan pada P3, sementara pada Biang dan Mencrang ditemukan pada P3 dan P4. Luas daun total terbaik pada Rancing ditemukan pada P3, sementara Biang ditemukan pada P4 (berbeda nyata dengan Rancing+P3), dan untuk Mencrang perlakuan terbaik ditemukan pada P1 (berbeda nyata dengan Rancing+P3 namun tidak berbeda nyata dengan Biang+P4). Perlakuan pupuk hayati konsorsium dengan pupuk anorganik dinilai mampu meningkatkan jumlah daun dan luas daun total tanaman ubi jalar. Perlakuan pupuk anorganik 75–100% dari dosis anjuran ternyata mampu memberikan pengaruh terbaik.

Pupuk hayati konsorsium dapat menyediakan N dan P yang dibutuhkan tanaman untuk pembentukan daun. Hal ini dapat terjadi karena pupuk hayati konsorsium mengandung mikroba pemfiksasi nitrogen yang mengoptimalkan penyerapan unsur N. Ketersediaan N yang cukup mampu mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, terutama pada organ vegetatif. Pupuk hayati konsorsium juga mengandung mikroba pelarut fosfat yang mampu menyediakan unsur P yang terikat oleh unsur lain. Salah satu manfaat P bagi tumbuhan ialah untuk pembentukan ATP atau energi bagi semua proses metabolisme tumbuhan.

Tabel 3. Jumlah Daun dan Luas Daun Total beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati

Perlakuan	Jumlah Daun		Luas Daun Total
Rancing+P1	74,33	b	1909,57
Rancing+P2	49,67	a	1365,96
Rancing+P3	115,33	d	3218,44
Rancing+P4	83,33	b	2142,55
Rancing+P5	67,67	b	961,35
Biang+P1	125,67	d	1809,93
Biang+P2	103,33	c	1348,94
Biang+P3	140,33	e	1919,15
Biang+P4	137,00	e	2437,23
Biang+P5	98,67	c	1414,89
Mencrang+P1	119,33	d	2495,04
Mencrang+P2	116,00	d	1309,22
Mencrang+P3	101,67	c	1297,52
Mencrang+P4	93,33	c	1298,94
Mencrang+P5	49,67	a	844,33

Keterangan: **P1** (100% Pupuk Anorganik); **P2** (Pupuk Hayati); **P3** (Pupuk Hayati+100% Pupuk Anorganik); **P4** (Pupuk Hayati+75% Pupuk Anorganik); **P5** (Pupuk Hayati+50% Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Dari data yang diperoleh kita juga dapat mengatakan, bahwa genotipe Rancing responsif terhadap kombinasi pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik 100%, genotipe Biang responsif terhadap pupuk hayati konsorsium dan anorganik 75–100 %, sementara genotipe Mencrang responsif terhadap substitusi pupuk anorganik oleh pupuk hayati konsorsium dengan pengurangan pupuk anorganik 75% dari dosis anjuran. Penambahan pupuk anorganik sesuai dosis yang dianjurkan pada genotipe Rancing ternyata masih dapat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kondisi ini sejalan dengan hasil riset Abdollahi *et al.*, (2018) yang melaporkan, bahwa indeks luas daun maksimum diperoleh dengan aplikasi pupuk anorganik, kemudian diikuti kombinasi pupuk hayati dan pupuk anorganik. Indeks luas daun yang tinggi mengindikasikan bahwa jumlah daun dan luas daun juga tinggi.

Tabel 4. Panjang Akar, Volume Akar, Bobot Kering Akar, dan Nisbah Pupus Akar beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati

Perlakuan	Panjang Akar (cm)		Volume Akar (cm <sup>3</sup> )		Bobot Kering Akar (g)		Nisbah Pupus Akar	
Rancing+P1	46,97	a	9,7	c	9,70	c	0,72	a
Rancing+P2	55,23	b	4,3	a	7,23	b	0,84	a
Rancing+P3	51,73	a	11,3	d	8,93	c	0,76	a
Rancing+P4	54,03	b	9,3	c	7,57	b	0,86	a
Rancing+P5	65,33	b	6,8	b	5,70	a	0,99	b
Biang+P1	46,87	a	13,0	d	8,80	c	0,73	a
Biang+P2	61,10	b	6,3	b	7,90	b	0,76	a
Biang+P3	62,23	b	11,0	d	9,57	c	0,69	a
Biang+P4	61,37	b	9,3	c	7,50	b	0,85	a
Biang+P5	72,37	b	5,0	a	6,07	a	0,95	b
Mencrang+P1	40,13	a	8,0	c	8,80	c	0,89	a
Mencrang+P2	56,97	b	2,7	a	5,50	a	1,17	b
Mencrang+P3	41,17	a	11,0	d	9,87	c	0,73	a
Mencrang+P4	42,00	a	7,0	b	7,43	b	0,88	a
Mencrang+P5	38,03	a	5,0	a	7,73	b	0,76	a

Keterangan: **P1** (100% Pupuk Anorganik); **P2** (Pupuk Hayati); **P3** (Pupuk Hayati+100% Pupuk Anorganik); **P4** (Pupuk Hayati+75% Pupuk Anorganik); **P5** (Pupuk Hayati+50% Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Panjang akar terbaik pada Rancing ditemukan pada P2, P4, dan P5. Panjang akar terbaik pada Biang ditemukan pada P2, P3, P4, dan P5, sementara panjang akar terbaik pada Mencrang ditemukan pada P2.

Volume akar terbaik pada Rancing ditemukan pada P3. Volume akar terbaik pada Biang ditemukan pada P1 dan P3, sementara volume akar terbaik pada Mencrang ditemukan pada P3.

Bobot kering akar terbaik pada Rancing ditemukan pada P1 dan P3. Bobot kering akar terbaik pada Biang ditemukan pada P1 dan P3, sementara bobot kering akar terbaik pada Mencrang juga ditemukan pada P1 dan P3.

Nisbah pupus akar yang terbaik pada Rancing ditemukan pada P5. Nisbah pupus akar terbaik pada Biang ditemukan pada P5, sementara nisbah pupus akar terbaik pada Mencrang juga ditemukan pada P2.

Pengaruh pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik pada tiga genotipe ubi jalar menunjukkan adanya kelompok perlakuan terbaik. Pengaruh ini dilihat dari parameter panjang akar, volume akar, bobot kering akar, dan nisbah pupus akar (Tabel 4). Perlakuan pupuk hayati konsorsium

baik tanpa pupuk anorganik maupun dengan pupuk anorganik mampu meningkatkan perkembangan akar tanaman ubi jalar. Di genotipe tertentu, pemberian pupuk hayati konsorsium tanpa adanya kombinasi sudah dapat meningkatkan panjang dan volume akar. Hal ini terjadi karena adanya interaksi antara akar dan mikroba rizosfer. Marques *et al.*, (2019) juga sepakat, bahwa perbedaan genotipe pada tanaman ubi jalar mempengaruhi populasi mikroba pelarut fosfat dan pemfiksasi nitrogen. Kita dapat memahami bahwa kedua mikroba tersebut dapat membantu pertumbuhan dan hasil serta menyuburkan tanah.

Rancing dan Biang memiliki panjang akar terbaik dengan pemberian pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik yang disubstitusi sampai 50%. Pupuk hayati konsorsium nyatanya efektif dalam menyubstitusi pupuk anorganik. Hal ini tidak lepas dari fungsinya sebagai penyedia unsur hara sekaligus agen hayati penghasil fitohormon. Meningkatnya panjang akar, volume akar, dan bobot kering akar merupakan bagian dari pembuktian nyata. Yasmin *et al.*, (2007) dalam hal ini juga menambahkan, bahwa pemberian pupuk hayati dapat memacu pertumbuhan akar dan meningkatkan penyerapan unsur hara. Artinya, aplikasi pupuk hayati dan pupuk anorganik dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan kesuburan tanah.

Genotipe Rancing, Biang, dan Mencrang dinilai masih memerlukan pupuk anorganik 100% untuk meningkatkan volume akar. Kondisi ini ternyata masih dapat dipenuhi menggunakan kombinasi substitusi pupuk hayati konsorsium di sini dapat menyubstitusi pupuk anorganik 75 % pada genotipe Rancing dan Biang. Sesuai dengan pendapat Li *et al.* (2020), bahwa volume akar meningkat pada pemberian pupuk nitrogen 75%.

Perlakuan pupuk hayati juga ternyata mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar. Kondisi ini sejalan dengan hasil riset Pérez-pazos dan Sánchez-lópez (2018), bahwa pemberian pupuk hayati dan 75% pupuk anorganik dapat meningkatkan hasil ubi jalar sampai 32% dibandingkan penggunaan 100% pupuk anorganik tanpa pupuk hayati. Tingginya nilai NPA menunjukkan bobot pupus lebih besar dari bobot akar. Ini merupakan indikasi bahwa pupuk hayati konsorsium dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan bagian pupus. Apabila kondisi ini terjadi pada fase awal pertumbuhan ubi jalar, maka akan berpengaruh pada pembentukan cabang dan daun yang tinggi sehingga baik untuk fotosintesis.

Perlakuan terbaik pada panjang akar tidak berbanding lurus dengan volume akar dan bobot kering akar. Namun kondisi yang diperoleh justru berbanding lurus dengan nisbah pupus akar pada beberapa perlakuan seperti

Rancing+P5, Biang+P5, dan Mencrang+P2 (Tabel 4). Pupuk hayati konsorsium yang tidak diikuti dengan perlakuan pupuk anorganik mampu membentuk akar yang panjang. Namun kondisi tidak menambah volume akar tersebut. Perlakuan genotipe yang diberi pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik 100% maupun hanya pupuk anorganik 100% menunjukkan bahwa volume akar dan bobot kering akar memiliki nilai paling tinggi. Pupuk hayati konsorsium mampu menghasilkan fitohormon yang mendeterminasi sel-sel akar berkembang dengan cepat. Fitohormon juga membentuk volume akar yang mampu meningkatkan bobot kering akar. Amelia dan Aditiawati (2016) dalam hal ini menegaskan, bahwa semakin tinggi laju pertumbuhan tanaman ubi jalar, maka peningkatan populasi mikroba rizosfer juga akan terjadi. Dengan begitu, unsur hara akan tersedia untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

## B. Fisiologi Ubi Jalar

---

Nilai klorofil a, klorofil b, dan klorofil total daun ubi jalar (Tabel 5) menunjukkan adanya perbedaan di setiap perlakuan. Namun demikian, kandungan klorofil ketiga genotipe bervariasi untuk setiap perlakuan kombinasi pupuk. Hal ini mengindikasikan bahwa respons fisiologis setiap genotipe berbeda terhadap pemupukan yang diberikan. Unsur hara yang terakumulasi pada pupuk hayati dan pupuk anorganik 100% dosis anjuran mampu meningkatkan kandungan klorofil pada ubi jalar Rancing, Biang, dan Mencrang secara signifikan.

Kadar klorofil a tertinggi yang ditemukan pada Rancing adalah perlakuan pupuk P3. Kadar klorofil a tertinggi pada Biang dan Mencrang ditemukan pada perlakuan pupuk P1 dan P3. Sementara kadar klorofil b terbaik yang ditemukan pada Rancing adalah perlakuan pupuk P4, sedangkan kadar klorofil b yang terbaik pada Biang adalah pada perlakuan pupuk P3. Mencrang di sini tampak berbeda nyata dengan Rancing dan Biang. Kadar Klorofil total menunjukkan, bahwa genotipe Biang berbeda nyata dengan Rancing dan Mencrang. Perlakuan terbaik ditemukan pada Biang dengan kombinasi pupuk P3.

Tabel 5. Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati

Perlakuan	Klorofil a (mg/l)		Klorofil b (mg/l)		Klorofil Total (mg/l)	
Rancing+P1	16,52	b	21,79	b	38,27	b
Rancing+P2	2,36	a	21,17	b	23,49	a
Rancing+P3	27,43	c	9,73	a	37,11	b
Rancing+P4	16,88	b	28,11	c	44,92	b
Rancing+P5	16,66	b	5,08	a	21,71	a
Biang+P1	25,61	c	11,91	a	37,47	b
Biang+P2	9,82	a	14,07	a	23,85	a
Biang+P3	20,11	c	37,22	c	57,24	c
Biang+P4	14,44	b	21,35	b	35,73	b
Biang+P5	8,06	a	9,53	a	17,56	a
Mencrang+P1	25,73	c	18,04	b	43,72	b
Mencrang+P2	13,66	b	13,12	a	26,74	a
Mencrang+P3	22,20	c	19,35	b	41,50	b
Mencrang+P4	15,02	b	14,60	a	29,57	a
Mencrang+P5	13,92	b	10,25	a	24,14	a

Keterangan: **P1** (100% Pupuk Anorganik); **P2** (Pupuk Hayati Konsorsium); **P3** (Pupuk Hayati Konsorsium+100% Pupuk Anorganik); **P4** (Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik); **P5** (Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Nitrogen di dalam protoplasma sel tanaman diperlukan bagi setiap proses pertumbuhan dan merupakan bagian dari klorofil. Proses fotosintesis pada tumbuhan dipengaruhi oleh kandungan klorofil yang bertanggung jawab di dalam proses konversi energi matahari menjadi karbohidrat. Kandungan klorofil yang tinggi mendukung adanya peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman. Peningkatan kandungan klorofil merupakan indikator baik bagi penyerapan unsur hara dan tingginya produksi tanaman. Peningkatan kandungan klorofil juga mengindikasikan adanya efisiensi fotosintesis pada tanaman sehingga dapat meningkatkan akumulasi fotosintat pada organ panen (P. Purwanto & Suharti, 2021).

Pengaplikasian pupuk hayati dinilai berperan dalam meningkatkan kandungan klorofil. Singh *et al.*, (2018) menegaskan, kemampuan *Azotobacter* untuk menghasilkan zat pengatur pertumbuhan tanaman bersama dengan fiksasi N<sub>2</sub> merangsang pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar, termasuk kandungan klorofilnya. Aplikasi pupuk hayati dan pupuk anorganik mampu meningkatkan kadar klorofil sehingga fotosintesis tanaman akan

meningkat dan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman (Larimi *et al.*, 2014). Substitusi pupuk anorganik dengan pupuk hayati masih tetap meningkatkan pertumbuhan semua genotipe yang diuji. Bakteri pemfiksasi N di dalam pupuk hayati mampu meningkatkan ketersediaan N untuk diserap tanaman sehingga pembentukan klorofil lebih optimal. Bakteri di dalam pupuk hayati konsorsium juga menghasilkan fitohormon (Hindersah *et al.*, 2021) yang berperan dalam meningkatkan perakaran, serapan N, dan mendukung sintesis klorofil.

### C. Populasi Mikroba Rizosfer

Pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik yang diterapkan di tiga genotipe ubi jalar terhadap populasi mikroba rizosfer (Tabel 6) menunjukkan adanya perlakuan berbeda nyata pada populasi *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acinetobacter*, dan *Pseudomonas*. Untuk populasi *Penicillium* sendiri tidak dipengaruhi oleh perlakuan genotipe dan kombinasi pupuk yang diuji. Kondisi ini belum dapat dijelaskan secara rinci mengingat penelitian terkait hal itu belum pernah dilakukan. Kemungkinan, fungi *Penicillium* tidak mendominasi rizosfer ubi jalar karena eksudat dari ubi jalar tidak kompatibel dengan kebutuhan nutrisi *Penicillium*. Fungi juga dinilai menghasilkan spora yang resistan terhadap kekeringan dan cekaman abiotik lainnya sehingga fungi lebih banyak berbentuk spora dorman. Kondisi tanah yang kekurangan C-Organik menyebabkan fungi tumbuh hanya sebatas daya dukung bahan organik yang tersedia. Dalam kondisi ini, bisa jadi pertumbuhan hifa terhenti (Sutarman, 2016). Kandungan C-Organik pada lahan percobaan (Lampiran 6) tergolong rendah.

Tabel 6. Populasi Mikroba Rizosfer pada Beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati

Perlakuan	Populasi Mikroba (CFU/g tanah)									
	<i>Azotobacter</i>	<i>Azospirillum</i>	<i>Acinetobacter</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Pseudomonas</i>					
Rancing+P1	$13,67 \times 10^6$	a	$22,83 \times 10^5$	c	$57,83 \times 10^7$	a	$6,00 \times 10^3$	a	$39,67 \times 10^6$	b
Rancing+P2	$23,67 \times 10^6$	b	$25,50 \times 10^5$	c	$60,33 \times 10^7$	a	$4,17 \times 10^3$	a	$50,50 \times 10^6$	b
Rancing+P3	$34,67 \times 10^6$	b	$22,17 \times 10^5$	c	$84,33 \times 10^7$	b	$10,17 \times 10^3$	a	$72,00 \times 10^6$	b
Rancing+P4	$25,83 \times 10^6$	b	$16,83 \times 10^5$	b	$53,83 \times 10^7$	a	$3,83 \times 10^3$	a	$41,83 \times 10^6$	b
Rancing+P5	$16,33 \times 10^6$	a	$14,17 \times 10^5$	b	$44,00 \times 10^7$	a	$3,83 \times 10^3$	a	$27,00 \times 10^6$	a
Biang+P1	$17,67 \times 10^6$	a	$6,83 \times 10^5$	a	$62,50 \times 10^7$	a	$4,83 \times 10^3$	a	$35,00 \times 10^6$	b
Biang+P2	$14,67 \times 10^6$	a	$7,00 \times 10^5$	a	$47,83 \times 10^7$	a	$5,83 \times 10^3$	a	$25,50 \times 10^6$	a
Biang+P3	$13,50 \times 10^6$	a	$22,00 \times 10^5$	c	$84,33 \times 10^7$	b	$7,67 \times 10^3$	a	$27,33 \times 10^6$	a
Biang+P4	$10,50 \times 10^6$	a	$31,00 \times 10^5$	c	$53,00 \times 10^7$	a	$4,33 \times 10^3$	a	$11,67 \times 10^6$	a
Biang+P5	$13,00 \times 10^6$	a	$14,00 \times 10^5$	b	$42,00 \times 10^7$	a	$2,17 \times 10^3$	a	$14,33 \times 10^6$	a
Mencrang+P1	$19,50 \times 10^6$	a	$17,17 \times 10^5$	b	$46,67 \times 10^7$	a	$5,00 \times 10^3$	a	$48,00 \times 10^6$	b

Perlakuan	Populasi Mikroba (CFU/g tanah)							
	<i>Azotobacter</i>		<i>Azospirillum</i>		<i>Acinetobacter</i>		<i>Penicillium</i>	<i>Pseudomonas</i>
Mencrang+P2	22,17 x 10 <sup>6</sup>	b	26,50 x 10 <sup>5</sup>	c	46,17 x 10 <sup>7</sup>	a	12,67 x 10 <sup>3</sup>	a
Mencrang+P3	23,00 x 10 <sup>6</sup>	b	17,83 x 10 <sup>5</sup>	b	71,17 x 10 <sup>7</sup>	b	7,83 x 10 <sup>3</sup>	a
Mencrang+P4	24,50 x 10 <sup>6</sup>	b	18,67 x 10 <sup>5</sup>	b	38,67 x 10 <sup>7</sup>	a	4,83 x 10 <sup>3</sup>	a
Mencrang+P5	33,33 x 10 <sup>6</sup>	b	15,67 x 10 <sup>5</sup>	b	41,33 x 10 <sup>7</sup>	a	3,83 x 10 <sup>3</sup>	a
							26,67 x 10 <sup>6</sup>	a

Keterangan: **P1** (100% Pupuk Anorganik); **P2** (Pupuk Hayati); **P3** (Pupuk Hayati+100% Pupuk Anorganik); **P4** (Pupuk Hayati+75% Pupuk Anorganik); **P5** (Pupuk Hayati+50% Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Selain pada tumbuhan, pupuk hayati juga berdampak positif pada tanah. Shukla *et al.*, (2020) melalui hasil penelitiannya melaporkan, bahwa mengintegrasikan konsorsium mikroba dan aplikasi pupuk NPK terbukti efektif dalam meningkatkan karbon organik tanah, mikroba tanah populasi, mikroba biomassa karbon, mikroba biomassa nitrogen, dan respirasi tanah.

Tanpa pupuk anorganik sama sekali atau aplikasi pupuk anorganik 100% sampai 50% ternyata memberikan populasi *Azotobacter* tertinggi pada genotipe Rancing dan Mencrang, diikuti oleh Biang yang tidak berbeda nyata dengan populasi *Azotobacter* tanpa pupuk hayati konsorsium. Perlakuan yang berhasil memberikan populasi *Azospirillum* tertinggi ialah Rancing tanpa pupuk hayati konsorsium, Rancing tanpa pupuk anorganik, dan Rancing dengan pupuk anorganik 100% dan pupuk hayati konsorsium, Biang dengan pupuk anorganik 100% dan pupuk hayati konsorsium, Biang dengan pupuk anorganik 75% dan pupuk hayati konsorsium, serta Mencrang dengan pupuk hayati konsorsium. Perlakuan yang dinilai mampu meningkatkan populasi *Acinetobacter* adalah perlakuan pupuk hayati konsorsium dan pupuk 100% anorganik pada Rancing, Mencrang, dan Biang (Tabel 6).

Populasi *Pseudomonas* (Tabel 6) ditemukan meningkat pada genotipe Rancing dengan perlakuan tanpa pupuk hayati konsorsium, tanpa pupuk anorganik, serta dengan pupuk hayati konsorsium dan substitusi pupuk anorganik sampai 75%. Populasi *Pseudomonas* juga meningkat pada genotipe Biang dengan perlakuan tanpa pupuk hayati konsorsium, genotipe Mencrang dengan perlakuan tanpa pupuk hayati konsorsium, tanpa pupuk anorganik, serta dengan pupuk hayati konsorsium dan substitusi pupuk anorganik sampai 75%.

Aktivitas rizobakteri banyak ditemukan di sekitar zona rizosfer ubi jalar. Sesuai dengan pendapat Navarro *et al.*, (2020), bahwa hampir semua genera yang terdeteksi di Proteobacteria, Actinobacteria, dan Bacilli telah dilaporkan sebagai endofit dalam ubi jalar (Salehin *et al.*, 2020).

Rhizobacteria bertindak sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR merupakan biofertilizer atau sumber nutrisi dan pengayaan tanaman yang akan mengisi kembali atau merekonstruksi siklus nutrisi antara tanah, akar tanaman, dan mikroorganisme yang ada (Vejan *et al.*, 2016). Setiap akar tanaman mempengaruhi komunitas mikroba rizosfer akibat eksudat akar yang dihasilkan seperti asam aspartate, fruktosa, urea, asam glutamat, Alanin, Asparagin, Galactinol, Tryptophan, dan komponen lain yang belum diketahui (Carvalhais *et al.*, 2015). Eksudat akar ini berfungsi sebagai sumber nutrisi mikroba sehingga populasi mikroba di rizosfer meningkat (Doornbos & Loon, 2012). Ubi jalar memiliki kandungan pati tinggi di dalam organ penyimpanannya sehingga berfungsi sebagai nutrisi bagi mikroba tanah baik endofit maupun yang berada di sekitar rizosfer (Tangapo, 2020). Untuk itulah bakteri yang berperan sebagai PGPR lebih mudah ditemukan di sekitar zona rizosfer ubi jalar. Sementara untuk setiap genotipnya memiliki perbedaan jumlah dan jenis komunitas mikroba rizosfernya.

Pupuk hayati konsorsium baik yang diaplikasikan tanpa pupuk anorganik maupun yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik ternyata dapat meningkatkan pertumbuhan dan populasi mikroba rizosfer. Perlakuan terbaik yang dapat meningkatkan pertumbuhan ubi jalar dan komposisi mikroba antara lain:

- 1) Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+100% Pupuk Anorganik
- 2) Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+100% Pupuk Anorganik,
- 3) Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+100% Pupuk Anorganik.

Eksperimen di rumah kaca menunjukkan bahwa Rancing, Mencrang, dan Biang dengan pupuk hayati konsorsium dan 100% pupuk anorganik merupakan perlakuan yang dinilai mampu meningkatkan pertumbuhan ubi jalar dan populasi mikroba pemfiksasi nitrogen dan mikroba pelarut fosfat. Dosis pupuk anorganik 100% ternyata tidak mempengaruhi populasi mikroba rizosfer, tetapi meningkatkan populasi mikroba, serta pertumbuhan dan hasil ubi jalar. Hal ini terjadi karena mikroba memerlukan unsur hara nitrogen untuk difiksasi, serta fosfat untuk dilarutkan. Substitusi pupuk hayati konsorsium yang rendah terhadap pupuk anorganik terjadi karena mobilitas unsur hara pada *polybag* yang terbatas. Teori ini dapat dibuktikan melalui perlakuan substitusi pupuk yang diuji di lapangan dengan lokasi yang berbeda-beda.

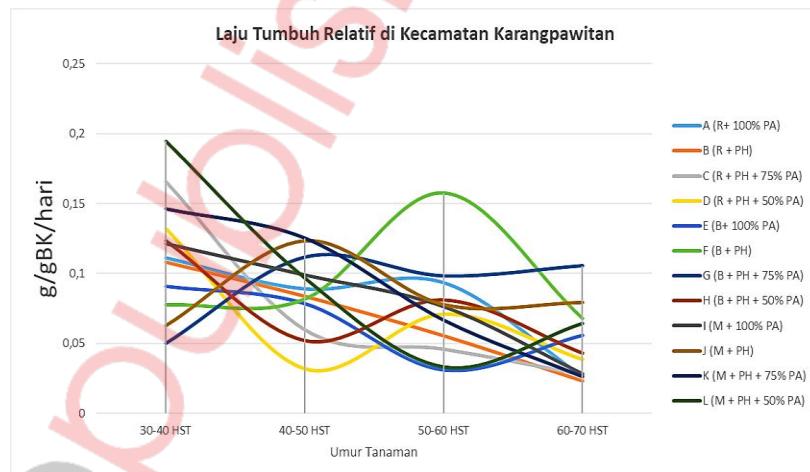


## BAB 5

# LAJU PERTUMBUHAN, HASIL, DAN KOMPONEN HASIL UBI JALAR

### A. Laju Tumbuh Relatif

Laju tumbuh relatif di masing-masing lokasi diukur pada saat tanaman ubi jalar berumur 30, 40, 50, 60, dan 70 HST. Grafik laju tumbuh relatif di Kecamatan Karangpawitan dapat dipelajari pada Gambar 1, di Kecamatan Cilawu pada Gambar 2, sedangkan Kecamatan Pamulihan pada Gambar 3.



Gambar 1. Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan

Tabel 7. Model Regresi Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan

Perlakuan	Model Regresi	$R^2$
A (R+100% PA)	$y = -0,0113x^2 + 0,0313x + 0,086$	$R^2 = 0,883$
B (R+PH)	$y = -0,002x^2 - 0,0184x + 0,1285$	$R^2 = 1$
C (R+PH+75% PA)	$y = 0,0219x^2 - 0,1524x + 0,2912$	$R^2 = 0,9597$
D (R+PH+50% PA)	$y = 0,0169x^2 - 0,1086x + 0,2131$	$R^2 = 0,6464$
E (B+100% PA)	$y = 0,0093x^2 - 0,062x + 0,149$	$R^2 = 0,7235$
F (B+PH)	$y = -0,0235x^2 + 0,1223x - 0,0332$	$R^2 = 0,4505$
G (B+PH+75% PA)	$y = -0,0135x^2 + 0,0828x - 0,0143$	$R^2 = 0,8062$
H (B+PH+50% PA)	$y = 0,0083x^2 - 0,063x + 0,1699$	$R^2 = 0,6429$
I (M+100% PA)	$y = -0,0064x^2 + 0,0019x + 0,1247$	$R^2 = 0,9933$
J (M+PH)	$y = -0,0147x^2 + 0,0741x + 0,0111$	$R^2 = 0,4253$
K (M+PH+75% PA)	$y = -0,0049x^2 - 0,0175x + 0,1712$	$R^2 = 0,9826$
L (M+PH+50% PA)	$y = 0,0323x^2 - 0,2069x + 0,3722$	$R^2 = 0,9875$

Besarnya nilai determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan bahwa model persamaan regresi pada perlakuan tersebut ideal bagi laju tumbuh tanaman (Tabel 7). Laju tumbuh ideal di Kecamatan Karangpawitan untuk Rancing ditemukan pada perlakuan B (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium) dan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% pupuk anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 1 dan 0,9597 atau 100% dan 95,97%. Untuk Biang, ditemukan pada E (Biang+100% Pupuk Anorganik) dan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,7235 dan 0,8062 atau 72,35% dan 80,62%. Sedangkan untuk Mencrang sendiri ditemukan pada perlakuan I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik), K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik) dan L (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,9933, 0,9826, dan 0,9875 atau 99,33%, 98,26% dan 98,75%.

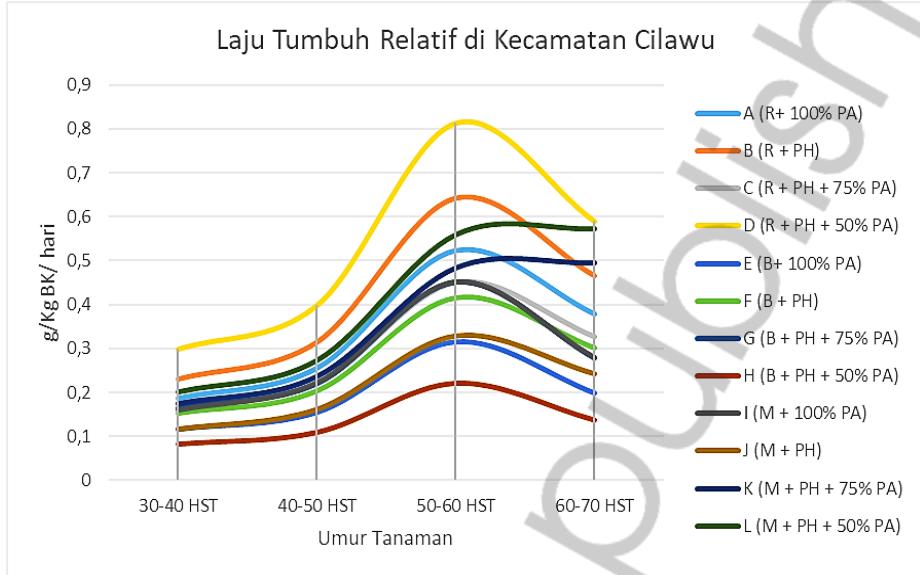
Model regresi laju tumbuh relatif tanaman ubi jalar genotipe Rancing dapat menjadi ideal walaupun dengan perlakuan pupuk hayati konsorsium saja. Sementara pada Mencrang dapat dikurangi pupuk anorganik sampai 50%. Namun demikian, hal ini harus dikaji dari sudut pandang sejarah lahan sebelum penanaman ubi jalar.

Berdasarkan hasil analisis tanah, lahan di Kecamatan Karangpawitan mengandung unsur P dan K tinggi sedangkan N-nya rendah. Kondisi ini menjadi salah satu faktor pada perlakuan pupuk hayati konsorsium saja pada Rancing dan 50% pupuk anorganik yang dapat meningkatkan pertumbuhan.

Kandungan N yang rendah memicu peningkatan populasi bakteri penambat N (Wu *et al.*, 2005), sehingga nitrogen tersedia cukup bagi tanaman, sementara kebutuhan P dan K sudah dipenuhi di dalam tanah.

Kombinasi perlakuan Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% pupuk anorganik pada Gambar 1 menunjukkan, bahwa laju tumbuh relatif meningkat pada pengamatan 40–50 HST, lalu sempat menurun pada 50–60 HST dan kembali meningkat pada umur 60–70 HST. Meningkatnya laju tumbuh terjadi karena fotosintesis lebih cepat akibat dari jumlah daun yang lebih banyak (Nurhalisyah, 2008). Seperti yang sudah dilaporkan oleh beberapa riset bahwa pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik hingga 25%, atau penggunaan hanya 75% saja dari dosis anjuran (Adesemoye *et al.*, 2009; Etesami & Alikhani, 2016; Etesami & Maheshwari, 2018). Pupuk hayati konsorsium mampu meningkatkan penyerapan unsur N dan P sehingga laju tumbuh relatif tanaman dapat meningkat.

Ekosistem tanah memiliki keragaman yang lebih kaya dibandingkan ekosistem lainnya melalui interaksi kompleks antara makhluk hidup dan tak hidup. Bentuk-bentuk kehidupan yang ada di tanah berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Uppal *et al.*, 2017). Faktor ekologi yang berpengaruh terhadap variasi komposisi eksudat akar secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi komposisi dan aktivitas bakteri rizosfer (Albareda *et al.*, 2006). Mekanisme kerja pupuk hayati bukan hanya menyediakan unsur hara, melainkan juga dapat berperan sebagai agens hayati dan menghasilkan hormon pertumbuhan (Mącik *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2010; Yasmin *et al.*, 2007). Untuk itu, pemberian pupuk hayati konsorsium dapat meningkatkan pertumbuhan akibat adanya hormon pertumbuhan dan optimalnya penyerapan unsur hara oleh akar. Bahkan hal ini dapat dicapai dengan substitusi pupuk anorganik sampai 75% dari dosis anjuran baik pada Rancing, Biang, maupun Mencrang.



Gambar 2. Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu

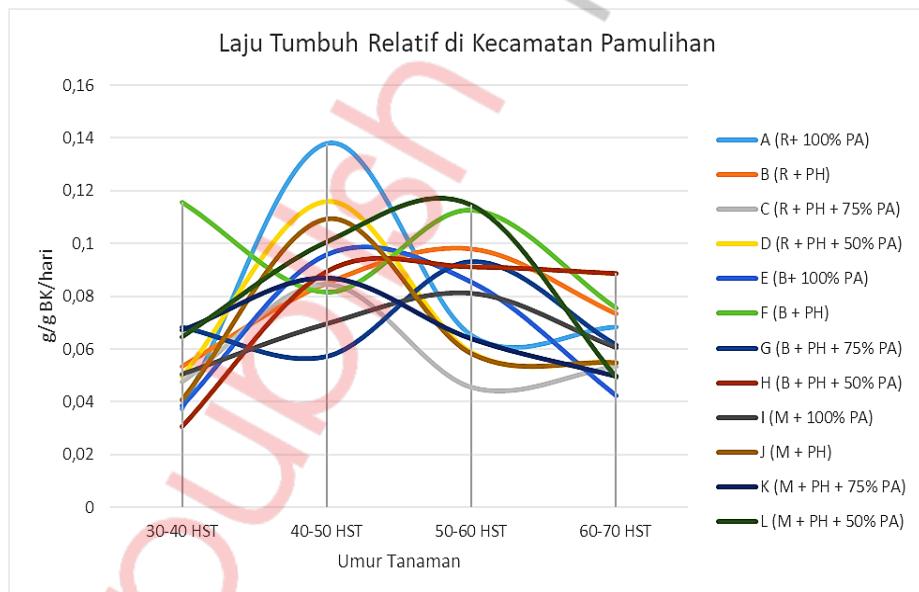
Tabel 8. Model Regresi Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu

Perlakuan	Model Regresi	$R^2$
A (R+100% PA)	$y = -0,053x^2 + 0,3489x - 0,1389$	$R^2 = 0,7161$
B (R+PH)	$y = -0,0652x^2 + 0,4294x - 0,1709$	$R^2 = 0,7161$
C (R+PH+75% PA)	$y = -0,0427x^2 + 0,2827x - 0,0922$	$R^2 = 0,6824$
D (R+PH+50% PA)	$y = -0,0808x^2 + 0,5327x - 0,2007$	$R^2 = 0,706$
E (B+100% PA)	$y = -0,039x^2 + 0,2359x - 0,1007$	$R^2 = 0,6432$
F (B+PH)	$y = -0,0414x^2 + 0,2729x - 0,1028$	$R^2 = 0,706$
G (B+PH+75% PA)	$y = -0,0569x^2 + 0,3413x - 0,1476$	$R^2 = 0,6364$
H (B+PH+50% PA)	$y = -0,0279x^2 + 0,1673x - 0,0723$	$R^2 = 0,6364$
I (M+100% PA)	$y = -0,0588x^2 + 0,3532x - 0,164$	$R^2 = 0,6577$
J (M+PH)	$y = -0,033x^2 + 0,22x - 0,09$	$R^2 = 0,7324$
K (M+PH+75% PA)	$y = -0,0126x^2 + 0,1836x - 0,0168$	$R^2 = 0,8931$
L (M+PH+50% PA)	$y = -0,0145x^2 + 0,2118x - 0,0194$	$R^2 = 0,8931$

Besarnya nilai determinasi ( $R^2$ ) di Kecamatan Cilawu menunjukkan, bahwa model persamaan regresi pada perlakuan tersebut ideal bagi laju tumbuh tanaman (Tabel 8). Laju tumbuh ideal di Kecamatan Cilawu untuk Rancing ditemukan pada perlakuan A (Rancing+100% Pupuk Anorganik) dan

B (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium) dengan nilai determinasi yang sama yaitu 0,7161 atau 71,61%. Untuk Biang, ditemukan pada F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium) dengan nilai determinasi 0,706 atau 70,6%. Sementara untuk Mencrang sendiri ditemukan pada K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik) dan L (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi yang sama yaitu 0,8931 atau 89,31%. Laju tumbuh relatif pada Gambar 2 yang menunjukkan tidak adanya penurunan adalah Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik dan Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik.

Hasil analisis tanah di Kecamatan Cilawu menunjukkan, bahwa ketersediaan P dan K sangat tinggi namun dengan N-total rendah. Kandungan N yang rendah memicu peningkatan populasi bakteri penambat N (Wu *et al.*, 2005) sehingga nitrogen tersedia cukup bagi tanaman, namun kebutuhan P dan K sudah tercukupi di dalam tanah. Untuk itu, penggunaan pupuk anorganik pada Mencrang dapat dikurangi 25–50% bergantung pada faktor lingkungan yang lain, seperti curah hujan, suhu lingkungan, dan kelembapan.



Gambar 3. Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan

Tabel 9. Model Regresi Laju Tumbuh Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan

Perlakuan	Model Regresi	$R^2$
A (R+100% PA)	$y = -0,0244x^2 + 0,1238x - 0,0496$	$R^2 = 0,4354$
B (R+PH)	$y = -0,014x^2 + 0,0772x - 0,0107$	$R^2 = 0,983$
C (R+PH+75% PA)	$y = -0,0073x^2 + 0,0342x + 0,0268$	$R^2 = 0,236$
D (R+PH+50% PA)	$y = -0,0175x^2 + 0,0833x - 0,0072$	$R^2 = 0,4574$
E (B+100% PA)	$y = -0,025x^2 + 0,1254x - 0,0601$	$R^2 = 0,976$
F (B+PH)	$y = -0,0008x^2 - 0,0051x + 0,1148$	$R^2 = 0,3101$
G (B+PH+75% PA)	$y = -0,0051x^2 + 0,0272x + 0,0404$	$R^2 = 0,1526$
H (B+PH+50% PA)	$y = -0,0153x^2 + 0,0941x - 0,0454$	$R^2 = 0,9468$
I (M+100% PA)	$y = -0,0099x^2 + 0,0537x + 0,0056$	$R^2 = 0,9414$
J (M+PH)	$y = -0,0179x^2 + 0,0889x - 0,0217$	$R^2 = 0,482$
K (M+PH+75% PA)	$y = -0,0085x^2 + 0,0351x + 0,0431$	$R^2 = 0,8105$
L (M+PH+50% PA)	$y = -0,0253x^2 + 0,1231x - 0,036$	$R^2 = 0,9412$

Besarnya nilai determinasi ( $R^2$ ) di Kecamatan Pamulihan menunjukkan, bahwa model persamaan regresi pada perlakuan tersebut ideal bagi laju tumbuh tanaman (Tabel 9). Laju tumbuh ideal di Kecamatan Pamulihan untuk Rancing ditemukan pada perlakuan B (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium) dengan nilai determinasi yaitu 0,983 atau 98,3%. Untuk Biang, ditemukan pada E (Biang+100% Pupuk Anorganik) dan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,976 dan 0,9468 atau 97,6% dan 94,68%. Sementara untuk Mencrang sendiri ditemukan pada I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik) dan L (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,9414 dan 0,9412 atau 94,14% dan 94,12%. Laju tumbuh relatif di Kecamatan Pamulihan (Gambar 3) menunjukkan, bahwa perlakuan Biang+Pupuk hayati konsorsium+50% pupuk anorganik memiliki kurva yang meningkat pada umur 40–50 HST dan hampir stabil sampai umur 60–70 HST.

Kondisi lahan di Kecamatan Pamulihan menunjukkan, bahwa kriteria N-Total rendah, P sedang, dan K sedang. Kandungan N yang rendah memicu peningkatan populasi bakteri penambat N (Wu *et al.*, 2005) sehingga nitrogen tersedia cukup bagi tanaman, namun kebutuhan P dan K sudah tercukupi dalam tanah. Untuk itulah penggunaan pupuk anorganik pada Mencrang dapat dikurangi sampai 50% bergantung pada faktor lingkungan lainnya, seperti curah hujan, suhu lingkungan, serta kelembapan pada saat budidaya.

Pupuk hayati berperan dalam menyediakan unsur hara dan hormon yang diperlukan tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan. Pupuk hayati konsorsium juga memiliki kaitan yang lebih erat dengan penyerapan air dan nutrisi yang lebih tinggi oleh tanaman ubi jalar dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk hayati (Oliveira *et al.*, 2010). Pupuk hayati konsorsium mampu menggantikan setengah dari pupuk anorganik yang diperlukan, bergantung pada strain mikroba dan lingkungan tumbuh yang ada (Ouyabe *et al.*, 2020; Yasmin *et al.*, 2020). Pupuk hayati konsorsium dalam hal ini mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik sampai 50% pada Mencrang.

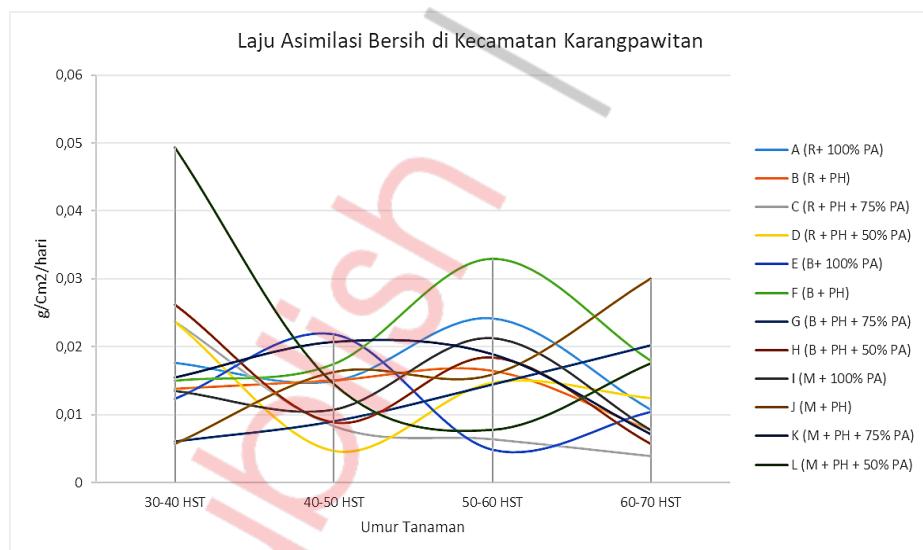
Pupuk hayati konsorsium mampu melakukan sintesis fitohormon untuk merangsang pertumbuhan tanaman. Sintesis fitohormon oleh pupuk hayati berperan dalam produksi auksin yang mirip dengan asam indole-3-asetat (IAA) sebagai molekul sinyal untuk mengatur pertumbuhan perkembangan tanaman, stimulasi organogenesis, pertumbuhan sel, pembelahan, dan diferensiasi (Antonia & Jos, 1995). Ketersediaan fitohormon di sini mampu meningkatkan pertumbuhan selain tersedianya unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Artinya, apabila populasi mikroba meningkat, maka laju pertumbuhan tanaman meningkat dan penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi.

Kecocokan sifat tanah dengan perkembangan populasi mikroba dapat diidentifikasi dari ketersediaan karbon. C-organik diperlukan sebagai sumber karbon untuk bakteri heterotrof pada pupuk hayati. Aktivitas fiksasi N dapat meningkat apabila kadar N tanah rendah, sedangkan aktivitas penyediaan (pelarutan) P oleh bakteri pelarut P dapat meningkat apabila tanah kekurangan P tersedia dan mengandung cukup P total. Hasil analisis tanah (Lampiran 8, 9, dan 10) memperlihatkan, bahwa kriteria ketersediaan N dan P memenuhi bagi perkembangan mikroba pemfiksasi nitrogen dan pelarut fosfat. Namun demikian kandungan C-Organik di ketiga lokasi sama-sama rendah sehingga penggunaan pupuk hayati konsorsium masih harus diimbangi dengan penggunaan pupuk anorganik. Dosis pupuk anorganik dalam hal ini dapat dikurangi sampai 50% pada varietas Mencrang, sedangkan pada Rancing dan Biang dapat dikurangi sampai 25% dari dosis anjuran.

## B. Laju Asimilasi Bersih

Pengukuran laju asimilasi bersih untuk masing-masing lokasi dilakukan ketika tanaman ubi jalar berumur 30, 40, 50, 60, dan 70 HST. Grafik laju asimilasi bersih di Kecamatan Karangpawitan dapat dipelajari pada Gambar 4, Kecamatan Cilawu pada Gambar 5, sedangkan Kecamatan Pamulihan pada Gambar 6.

Tingginya laju asimilasi dimiliki oleh tanaman dengan luas daun yang tinggi dan posisi daun tidak saling menutupi. Hal inilah yang menjadikan cahaya matahari akan maksimal diterima daun sehingga pembentukan fotosintat meningkat. Ciri ini dapat dikonfirmasi melalui meningkatnya laju asimilasi bersih. Namun dalam hal ini terjadi kecenderungan penurunan laju asimilasi bersih pada setiap waktu pengamatan. Bertambahnya umur tanaman menjadikan banyaknya daun yang terbentuk akan saling menaungi dan penyerapan cahaya akan tidak optimal.



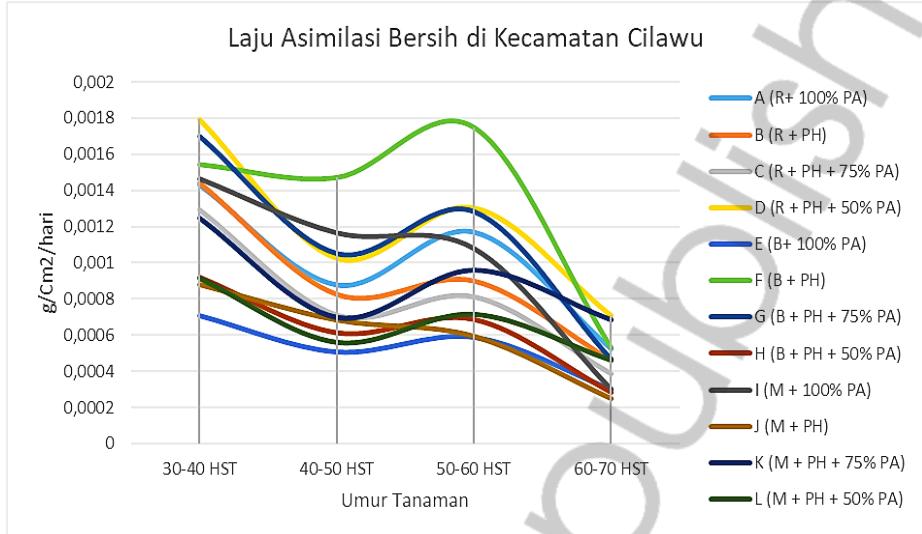
Gambar 4. Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan

Tabel 10. Model Linier Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Karangpawitan

Perlakuan	Model Regresi	
A (R+100% PA)	$y = -0,0027x^2 + 0,0122x + 0,0064$	$R^2 = 0,3703$
B (R+PH)	$y = -0,0025x^2 + 0,0107x + 0,005$	$R^2 = 0,8802$
C (R+PH+75% PA)	$y = 0,0032x^2 - 0,0221x + 0,0419$	$R^2 = 0,9594$
D (R+PH+50% PA)	$y = 0,0042x^2 - 0,0232x + 0,0406$	$R^2 = 0,5353$
E (B+100% PA)	$y = -0,001x^2 + 0,0027x + 0,0131$	$R^2 = 0,1987$
F (B+PH)	$y = -0,0043x^2 + 0,0242x - 0,0069$	$R^2 = 0,5268$
G (B+PH+75% PA)	$y = 0,0007x^2 + 0,0013x + 0,0041$	$R^2 = 0,9981$
H (B+PH+50% PA)	$y = 0,0012x^2 - 0,011x + 0,0336$	$R^2 = 0,537$
I (M+100% PA)	$y = -0,0027x^2 + 0,0128x + 0,0015$	$R^2 = 0,3097$
J (M+PH)	$y = 0,0009x^2 + 0,0028x + 0,0033$	$R^2 = 0,8918$
K (M+PH+75% PA)	$y = -0,0043x^2 + 0,0187x + 0,0009$	$R^2 = 0,9959$
L (M+PH+50% PA)	$y = 0,0111x^2 - 0,0659x + 0,1036$	$R^2 = 0,9937$

Besarnya nilai determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan, bahwa model persamaan regresi pada perlakuan tersebut ideal bagi laju asimilasi bersih. Laju asimilasi bersih ideal di Kecamatan Karangpawitan (Tabel 10) untuk Rancing ditemukan pada perlakuan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% pupuk anorganik) dengan nilai determinasi 0,9594 atau 95,94%. Untuk Biang, ditemukan pada G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi 0,9981 atau 99,81%. Sementara untuk Mencrang sendiri ditemukan pada K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik) dan L (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,9959 dan 0,9937 atau 99,59% dan 99,37%.

Grafik laju asimilasi yang terus meningkat (Gambar 4) ditemukan pada perlakuan Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% pupuk anorganik. Pemberian pupuk hayati konsorsium dengan dosis pupuk anorganik 75% dari dosis anjuran mampu meningkatkan laju asimilasi bersih. Hal ini terjadi pada penelitian yang melibatkan tanaman padi (Purwanto & Wijonarko, 2020). Peningkatan laju asimilasi bersih terjadi karena peningkatan metabolisme fotosintesis yang mengatur pertumbuhan tanaman.



Gambar 5. Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu

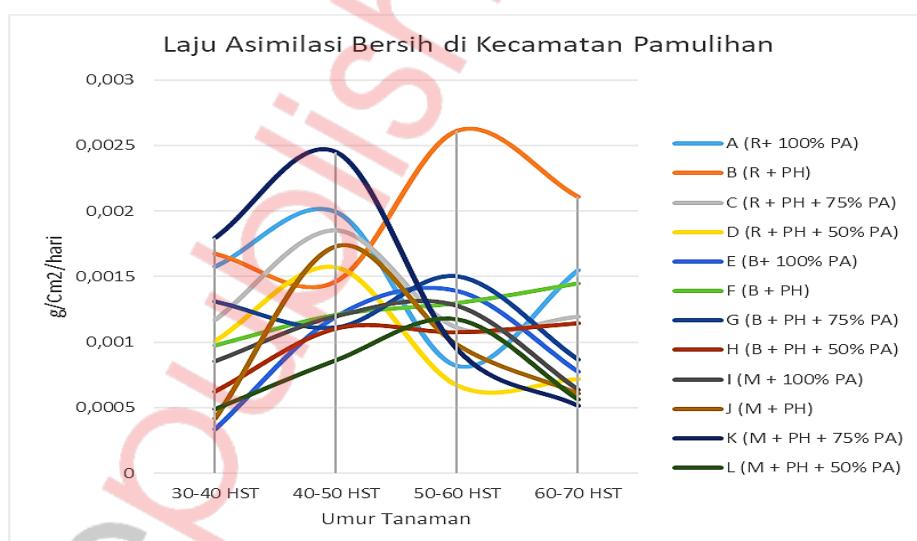
Tabel 11. Model Regresi Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Cilawu

Perlakuan	Model Regresi:	$R^2$
A (R+100% PA)	$y = -2E-05x^2 - 0,0001x + 0,0015$	0,6511
B (R+PH)	$y = 4E-05x^2 - 0,0005x + 0,0018$	0,8528
C (R+PH+75% PA)	$y = 4E-05x^2 - 0,0005x + 0,0017$	0,8268
D (R+PH+50% PA)	$y = 4E-05x^2 - 0,0005x + 0,0022$	0,7089
E (B+100% PA)	$y = -2E-05x^2 - 5E-06x + 0,0007$	0,76
F (B+PH)	$y = -0,0003x^2 + 0,0012x + 0,0006$	0,8067
G (B+PH+75% PA)	$y = -4E-05x^2 - 0,0001x + 0,0018$	0,7657
H (B+PH+50% PA)	$y = -2E-05x^2 - 6E-05x + 0,001$	0,8229
I (M+100% PA)	$y = -0,0001x^2 + 0,0002x + 0,0013$	0,9447
J (M+PH)	$y = -4E-05x^2 - 1E-05x + 0,0009$	0,9692
K (M+PH+75% PA)	$y = 7E-05x^2 - 0,0005x + 0,0016$	0,5701
L (M+PH+50% PA)	$y = 2E-05x^2 - 0,0002x + 0,0011$	0,6403

Laju asimilasi bersih ideal di Kecamatan Cilawu (Tabel 11) untuk Rancing ditemukan pada perlakuan B (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium) dan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% pupuk anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,8528 dan 0,8268 atau 85,28% dan 82,68%. Untuk Biang, ditemukan pada F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium) dan H

(Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,8067 dan 0,8229 atau 80,67% dan 82,29%. Sementara untuk Mencrang sendiri ditemukan pada I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik) dan J (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium) dengan nilai determinasi masing-masing 0,9447 dan 0,9692 atau 94,47% dan 96,92%.

Laju asimilasi bersih di Kecamatan Cilawu didominasi oleh pupuk hayati konsorsium dan kemampuannya menyubstitusi pupuk anorganik hingga 50%. Pengurangan pupuk anorganik 25% dilakukan pada Rancing, sedangkan sebanyak 50% pada Biang dan Mencrang. Dilihat dari kondisi lahan, kesuburan tanah di Kecamatan Cilawu tergolong rendah untuk kandungan N-nya. Di masa awal pertumbuhan, lahan di lokasi ini kekurangan air karena awal musim kemarau. Secara optimal, pengaruh pupuk hayati konsorsium diakibatkan oleh meningkatnya ketahanan tanaman ubi jalar akibat stress abiotik dari lingkungan. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Ojuederie *et al.*, (2019), bahwa pemberian pupuk hayati mampu mengurangi akibat stress abiotik pada lingkungan pertumbuhan tanaman. Untuk itulah pemberian pupuk hayati konsorsium dapat mempertahankan pertumbuhan tanaman pada kondisi lingkungan yang mencekam sekaligus berpotensi meningkatkan produksi tanaman. Karena adanya pengurangan pupuk anorganik, budidaya pertanian juga menjadi lebih ramah lingkungan.



Gambar 6. Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan

Tabel 12. Model Regresi Laju Asimilasi Bersih pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 30-70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Kecamatan Pamulihan

Perlakuan	Model Regresi:	
A (R+100% PA)	$y = 8E-05x^2 - 0,0005x+0,0022$	$R^2 = 0,1447$
B (R+PH)	$y = -7E-05x^2+0,0006x+0,001$	$R^2 = 0,4149$
C (R+PH+75% PA)	$y = -0,0001x^2+0,0007x+0,0007$	$R^2 = 0,3062$
D (R+PH+50% PA)	$y = -0,0001x^2+0,0005x+0,0008$	$R^2 = 0,4342$
E (B+100% PA)	$y = -0,0004x^2+0,002x - 0,0013$	$R^2 = 0,9984$
F (B+PH)	$y = -2E-05x^2+0,0003x+0,0007$	$R^2 = 0,9821$
G (B+PH+75% PA)	$y = -0,0001x^2+0,0005x+0,0009$	$R^2 = 0,4144$
H (B+PH+50% PA)	$y = -0,0001x^2+0,0007x+1E-04$	$R^2 = 0,8968$
I (M+100% PA)	$y = -0,0002x^2+0,0012x - 1E-04$	$R^2 = 0,9618$
J (M+PH)	$y = -0,0004x^2+0,0021x - 0,0011$	$R^2 = 0,7038$
K (M+PH+75% PA)	$y = -0,0003x^2+0,0008x+0,0014$	$R^2 = 0,7675$
L (M+PH+50% PA)	$y = -0,0002x^2+0,0013x - 0,0006$	$R^2 = 0,874$

Laju asimilasi bersih ideal di Kecamatan Pamulihan (Tabel 13) untuk Rancing ditemukan pada perlakuan B (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium) dan D (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+50% pupuk anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,4149 dan 0,4342 atau 41,49% dan 43,42%. Untuk Biang, ditemukan pada E (Biang+100% Pupuk Anorganik), F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium), dan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,9984, 0,9821, dan 0,8968 atau 99,84%, 98,68%, dan 89,68%. Sementara untuk Mencrang sendiri ditemukan pada I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik) dan L (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik) dengan nilai determinasi masing-masing 0,9618 dan 0,874 atau 96,18% dan 87,4%.

Nitrogen diperlukan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Sementara nutrisi makro yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman inang. Nitrogen dan fosfor berperan penting dalam pengembangan konstan suplemen yang terbentuk secara kimia dan mengembangkan berbagai alat biologis untuk meningkatkan kesuburan tanah kompetensi ekologi mikroba tetap dapat dipertahankan (Naseer *et al.*, 2019).

Penggunaan pupuk hayati konsorsium juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman ubi jalar di bagian pupus. Hal ini berakibat pada meningkatnya jumlah daun dengan kondisi yang saling menutupi. Kondisi ini menjadi penyebab tidak optimalnya sinar matahari yang terserap oleh daun. Akibatnya, proses fotosintesis menjadi terhambat dan fotosintet berkurang.

### C. Jumlah Daun dan Luas Daun Total

Kondisi jumlah daun di setiap lokasi tidak menunjukkan adanya perbedaan untuk perlakuan yang diuji (Tabel 13). Luas daun total juga menunjukkan bahwa setiap lokasi tidak memiliki perbedaan pada perlakuan yang diuji (Tabel 14).

Perlakuan yang menghasilkan jumlah daun terbaik di Kecamatan Karangpawitan untuk Rancing adalah C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik). Jumlah daun terbaik pada Biang adalah G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), sedangkan pada Mencrang jumlah daun terbaik yakni I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik) dan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Tabel 13. Jumlah Daun pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Lokasi					
	Kecamatan Karangpawitan		Kecamatan Cilawu		Kecamatan Pamulihan	
	Jumlah Daun (Helai)					
A (R+100% PA)	131,33	a	157,67	c	149,67	b
B (R+PH)	90,00	a	55,67	a	76,67	a
C (R+PH+75% PA)	163,33	b	174,00	c	121,67	b
D (R+PH+50% PA)	96,67	a	103,00	b	93,67	a
E (B+100% PA)	113,33	a	195,00	c	218,33	c
F (B+PH)	115,67	a	124,67	b	158,00	b
G (B+PH+75% PA)	228,33	c	221,67	c	213,67	c
H (B+PH+50% PA)	98,33	a	182,00	c	208,33	c
I (M+100% PA)	208,00	c	178,67	c	221,00	c
J (M+PH)	172,33	b	124,00	b	141,00	b
K (M+PH+75% PA)	198,33	c	181,33	c	129,67	b
L (M+PH+50% PA)	86,67	a	128,67	b	136,67	b

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik). Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Jumlah daun terbaik di Kecamatan Cilawu untuk Rancing adalah A (Rancing+100% Pupuk Anorganik) dan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), pada Biang adalah E (Biang+100% Pupuk Anorganik), G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk

Anorganik), dan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik), sedangkan pada Mencrang adalah I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik) dan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Jumlah daun terbaik di Kecamatan Pamulihan pada Rancing adalah A (Rancing+100% Pupuk Anorganik) dan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), untuk Biang ditemukan pada G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), dan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik), sedangkan pada Mencrang adalah I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik).

Tabel 14. Luas Daun Total ( $\text{Cm}^2$ ) pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur 70 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Lokasi				
	Kecamatan Karangpawitan	Kecamatan Cilawu	Kecamatan Pamulihan		
	Luas Daun Total ( $\text{Cm}^2$ )				
A (R+100% PA)	2857,14	b	3519,05	c	3333,33
B (R+PH)	2352,38	a	1247,61	a	1714,29
C (R+PH+75% PA)	3633,33	b	3876,12	d	2714,29
D (R+PH+50% PA)	2238,09	a	2519,05	b	2095,24
E (B+100% PA)	2976,19	b	4223,81	d	3980,95
F (B+PH)	2833,33	b	2438,10	b	2880,92
G (B+PH+75% PA)	4161,91	b	4242,86	d	5428,57
H (B+PH+50% PA)	2157,14	a	3314,28	c	4447,69
I (M+100% PA)	3785,71	b	3257,14	c	4571,43
J (M+PH)	3142,86	b	2266,67	b	2571,92
K (M+PH+75% PA)	3614,29	b	3304,72	c	3814,26
L (M+PH+50% PA)	1580,95	a	2352,31	b	3100,00

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik). Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Luas daun terbaik di Kecamatan Karangpawitan pada Rancing adalah A (Rancing+100% Pupuk Anorganik) dan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), pada Biang adalah E (Biang+100% Pupuk Anorganik), F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium), dan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), sedangkan pada Mencrang adalah I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik), J (Mencrang+Pupuk

Hayati Konsorsium), dan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Luas daun terbaik di Kecamatan Cilawu pada Rancing adalah C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), pada Biang adalah E (Biang+100% Pupuk Anorganik), dan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), sementara pada Mencrang adalah I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik) dan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Luas daun terbaik di Kecamatan Pamulihan pada Rancing adalah A (Rancing+100% Pupuk Anorganik) dan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), pada Biang adalah G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), sementara pada Mencrang adalah I (Mencrang+100% Pupuk Anorganik) dan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Perlakuan Rancing, Biang, dan Mencrang yang dikombinasikan dengan Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik ternyata mampu meningkatkan jumlah daun dan luas daun total di masing-masing lokasi. Kondisi ini mengindikasikan adanya optimalisasi pembelahan dan perluasan pada sel-sel daun (Matthew *et al.*, 2001). Unsur hara yang berperan dalam proses tersebut adalah N dan P (Nuryani *et al.*, 2019; Tobing *et al.*, 2018).

Perbaikan kesuburan tanah merupakan faktor pembatas yang dinilai penting untuk meningkatkan penyerapan nitrogen dan fosfor tersedia di dalam produksi tanaman (Pérez-Montaño *et al.*, 2014). Pupuk hayati konsorsium yang diaplikasikan mengandung mikroba pemfiksasi nitrogen dan mikroba pelarut fosfat. Mikroba inilah yang menjamin ketersediaan N dan P di sekitar perakaran walaupun penggunaan pupuk anorganik hanya 75% dari dosis anjuran.

#### **D. Ukuran Ubi**

Panjang ubi dan diameter ubi di masing-masing lokasi menunjukkan adanya perbedaan pengaruh lokasi dan perlakuan sehingga dilakukan pengujian gabungan di seluruh lokasi. Panjang ubi dapat dipelajari pada Tabel 15, sedangkan diameter ubi pada Tabel 16.

Perlakuan yang menghasilkan panjang ubi terbaik ada 13 antara lain:

- 1) Karangpawitan A (Rancing+100% Pupuk Anorganik)
- 2) Karangpawitan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)

- 3) Karangpawitan E (Biang+100% Pupuk Anorganik)
- 4) Karangpawitan F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 5) Karangpawitan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 6) Karangpawitan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 7) Karangpawitan J (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 8) Karangpawitan L (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 9) Pamulihan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 10) Pamulihan E (Biang+100% Pupuk Anorganik)
- 11) Pamulihan F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 12) amulihan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik),
- 13) Pamulihan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik).

Rancing mampu menghasilkan Panjang ubi terbaik hanya dengan pemberian pupuk hayati dan 75% pupuk anorganik, sedangkan pada Biang dan Mencrang (hanya di Karangpawitan) cukup dengan pupuk hayati saja.

Tabel 15. Panjang ubi pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

<b>Perlakuan</b>	<b>Rata-rata Panjang Ubi (Cm)</b>	
Karangpawitan A (R+100% PA)	24,99	B
Karangpawitan B (R+PH)	20,78	A
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	22,62	B
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	21,07	A
Karangpawitan E (B+100% PA)	24,08	B
Karangpawitan F (B+PH)	25,07	B
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	24,97	B
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	24,93	B
Karangpawitan I (M+100% PA)	21,82	A
Karangpawitan J (M+PH)	25,22	B
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	16,54	A
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	27,62	B
Cilawu A (R+100% PA)	18,53	A
Cilawu B (R+PH)	18,33	A
Cilawu C (R+PH+75% PA)	18,27	A

Perlakuan	Rata-rata Panjang Ubi (Cm)	
Cilawu D (R+PH+50% PA)	18,80	A
Cilawu E (B+100% PA)	19,02	A
Cilawu F (B+PH)	17,60	A
Cilawu G (B+PH+75% PA)	17,87	A
Cilawu H (B+PH+50% PA)	18,33	A
Cilawu I (M+100% PA)	15,66	A
Cilawu J (M+PH)	14,42	A
Cilawu K (M+PH+75% PA)	15,56	A
Cilawu L (M+PH+50% PA)	15,40	A
Pamulihan A (R+100% PA)	18,23	A
Pamulihan B (R+PH)	20,43	A
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	22,57	B
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	21,98	A
Pamulihan E (B+100% PA)	22,94	B
Pamulihan F (B+PH)	25,20	B
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	23,71	B
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	25,36	B
Pamulihan I (M+100% PA)	17,16	A
Pamulihan J (M+PH)	17,59	A
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	15,63	A
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	18,20	A

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Panjang ubi yang tinggi bagi genotipe Biang dan Mencrang yang dipengaruhi hanya dengan pupuk hayati dalam hal ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian dilakukan dengan melibatkan kondisi lapang yang berbeda. Meskipun hasil ini menguntungkan bagi petani, namun pengaruh jangka panjang perlu diteliti. Sejarah lahan memang meningkatkan keragaman bakteri, tetapi penurunan keanekaragaman jamur berkorelasi dengan banyak variabel lingkungan seperti serasah daun dan keanekaragaman tanaman (variabel di atas tanah), serta nutrisi tanah, pH dan bahan organik (variabel di bawah tanah) (Turley *et al.*, 2020). Lahan di Kecamatan Karangpawitan sendiri sebelumnya ditanami terung, sementara lahan di Kecamatan Pamulihan sebelumnya ditanami ubi jalar.

Rendahnya kandungan N di Kecamatan Karangpawitan dan Pamulihan menjadikan berapa pun jumlah input atau berbagai perlakuan dapat memberikan peningkatan hasil. Hal ini terjadi karena memiliki dampak secara langsung terhadap peningkatan unsur hara dalam tanah (Wu *et al.*, 2005). Genotipe Rancing dan Biang memiliki ubi dengan pola cenderung

bergerombol. Genotipe ini dinilai sangat cocok dengan tekstur tanah yang liat, karena lebih efisien dalam pemanfaatan fotosintat.

Tanaman memerlukan fotosintat yang besar untuk membentuk stolon dan menembus tanah bertekstur liat. Pada genotipe Rancing dan Biang, fotosintat dipusatkan untuk pembentukan ubi agar menghasilkan diameter ubi yang lebih besar. Pupuk hayati mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sekaligus luas cakupan perakaran tanaman. Tanaman dalam hal ini melepaskan eksudat akar lebih banyak, sehingga aktivitas mikroorganisme dengan siklus yang terus berlanjut akan menjadi lebih meningkat.

Tabel 16. Diameter ubi pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Rata-rata Diameter Ubi (Cm)	
Karangpawitan A (R+100% PA)	4,68	C
Karangpawitan B (R+PH)	4,02	B
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	4,32	B
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	3,68	A
Karangpawitan E (B+100% PA)	5,67	D
Karangpawitan F (B+PH)	5,69	D
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	4,79	C
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	5,03	C
Karangpawitan I (M+100% PA)	4,06	B
Karangpawitan J (M+PH)	5,12	C
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	3,03	A
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	5,91	D
Cilawu A (R+100% PA)	5,10	C
Cilawu B (R+PH)	4,40	B
Cilawu C (R+PH+75% PA)	4,25	B
Cilawu D (R+PH+50% PA)	4,86	C
Cilawu E (B+100% PA)	4,86	C
Cilawu F (B+PH)	4,87	C
Cilawu G (B+PH+75% PA)	4,43	B
Cilawu H (B+PH+50% PA)	4,99	C
Cilawu I (M+100% PA)	3,43	A
Cilawu J (M+PH)	3,09	A
Cilawu K (M+PH+75% PA)	3,20	A
Cilawu L (M+PH+50% PA)	3,69	A
Pamulihan A (R+100% PA)	5,56	D
Pamulihan B (R+PH)	6,07	D
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	5,93	D
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	6,27	D
Pamulihan E (B+100% PA)	5,64	D

Perlakuan	Rata-rata Diameter Ubi (Cm)	
Pamulihan F (B+PH)	5,81	D
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	5,02	C
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	5,87	D
Pamulihan I (M+100% PA)	3,55	A
Pamulihan J (M+PH)	4,47	B
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	3,43	A
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	4,18	B

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Terdapat 11 perlakuan yang menghasilkan diameter ubi terbaik antara lain:

- 1) Karangpawitan E (Biang+100% Pupuk Anorganik)
- 2) Karangpawitan F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 3) Karangpawitan F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 4) Karangpawitan L (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 5) Pamulihan A (Rancing+100% Pupuk Anorganik)
- 6) Pamulihan B (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 7) Pamulihan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 8) Pamulihan D (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik)
- 9) Pamulihan E (Biang+100% Pupuk Anorganik)
- 10) Pamulihan F (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium)
- 11) Pamulihan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik).

Rancing (hanya di Pamulihan) dan Biang mampu menghasilkan diameter ubi terbaik melalui pemberian pupuk hayati konsorsium, sedangkan Mencrang (hanya di Karangpawitan) menghasilkan diameter ubi terbaik dengan hanya pemberian pupuk hayati konsorsium+50% pupuk anorganik.

Peningkatan diameter ubi akibat pemberian pupuk hayati saja perlu diteliti lebih lanjut. Sama halnya dengan panjang ubi, sejarah lahan sangat menentukan faktor kesuburan tanah. Kondisi cuaca saat penanaman juga mempengaruhi kinerja pupuk hayati. Namun demikian, untuk aplikasi pupuk memiliki efek jangka panjang. Mungkin saja dengan hanya pupuk hayati dapat meningkatkan diameter ubi.

Pupuk anorganik dapat disubstitusi dengan pupuk hayati konsorsium. Pemberian pupuk anorganik saja berdampak pada menurunnya pertumbuhan dan hasil, sementara kombinasi antara pupuk anorganik dan pupuk hayati dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar (Chen *et al.*, 2017). Pengurangan pupuk anorganik oleh pupuk hayati mampu menghasilkan umbi ubi jalar yang tinggi (Pérez-pazos & Sánchez-lópez, 2018), serta tidak mengganggu keseimbangan lingkungan (Asoegwu *et al.*, 2020; Kour *et al.*, 2020). Pupuk hayati konsorsium dalam hal ini dinilai lebih ramah lingkungan karena rendahnya residu pupuk anorganik.

Aplikasi pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik 100% hingga pengurangan 50% mampu meningkatkan ukuran ubi yang berpengaruh pada hasil ubi jalar. Kondisi ini sejalan dengan hasil riset yang dilaporkan Abdel-Naby *et al.* (2018) bahwa perlakuan pupuk hayati dengan 100% dan 50% pupuk anorganik dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar.

Hasil ubi jalar eksperimen menunjukkan, bahwa penggunaan pupuk anorganik tidak dapat sepenuhnya dihilangkan lalu diganti dengan pupuk hayati. Hal ini dilakukan karena kandungan unsur hara dalam tanah terutama nitrogen di lokasi percobaan termasuk dalam kategori rendah (Lampiran 8, 9, dan 10). Pertumbuhan dan hasil ubi jalar tanpa perlakuan pupuk hijau dapat meningkat apabila menggunakan pupuk anorganik dengan dosis tinggi (Gaba *et al.*, 2017). Meningkatnya ukuran ubi jalar berpengaruh terhadap bobot dan hasil ubi jalar.

Kecamatan Karangpawitan bukan merupakan lokasi sentra ubi jalar, tetapi dalam hal ini mampu menghasilkan ukuran ubi yang lebih baik dibandingkan sentra ubi jalar. Lahan di Kecamatan Karangpawitan memiliki kandungan fosfat dan kalium dengan kategori sangat tinggi (Lampiran 8). Tanaman ubi jalar membutuhkan kalium untuk hasil ubi yang berkualitas. Paulus, (2011) dalam penelitiannya melaporkan, bahwa hasil ubi jalar meningkat karena adanya peningkatan dosis kalium. Namun demikian, apabila pemberian pupuk K tanpa pemberian pupuk N, hasil ubi menjadi menurun (Pahlevi *et al.*, 2016).

Hasil analisis tanah menunjukkan, bahwa kadar N-Total ternyata rendah. Artinya, penambahan pupuk anorganik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati konsorsium yang mengandung bakteri pemfiksasi N berperan dalam penyediaan nitrogen.

Unsur P berkontribusi di dalam produksi akar yang nantinya menjadi ubi. Sementara itu, unsur K berperan dalam proses asimilasi fotosintat dari daun ke seluruh organ termasuk ubi. Kedua unsur ini lebih banyak ditemukan pada ubi dibandingkan daun (Hakim, *et al.*, 2018; Rodriguez-Delfin, *et al.*,

2015). Jumlah P total dalam tanah tersedia dengan jumlah banyak, namun yang diserap tanaman hanya sedikit karena P dalam tanah mudah berikatan dalam bentuk Al-P, Fe-P, dan Ca-P bergantung pada pH tanah (Larasati, *et al.*, 2018). Kandungan mikroba pelarut fosfat dalam pupuk hayati konsorsium juga berperan dalam penyediaan fosfat bagi tanaman ubi jalar.

### E. Bobot Ubi per Tanaman

Bobot ubi per tanaman dan bobot ubi ekonomis per tanaman di tiap-tiap lokasi menunjukkan adanya perbedaan pengaruh lokasi dan perlakuan. Untuk itu, dilakukan pengujian gabungan di seluruh lokasi. Perlakuan yang menghasilkan bobot ubi per tanaman terbaik (Tabel 17) adalah Pamulihan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), dan Pamulihan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Tabel 17. Bobot Ubi per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Rata-rata Bobot Ubi per Tanaman (g)	
Karangpawitan A (R+100% PA)	691,39	C
Karangpawitan B (R+PH)	414,22	B
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	779,72	D
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	430,28	B
Karangpawitan E (B+100% PA)	898,33	D
Karangpawitan F (B+PH)	652,50	C
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	616,11	C
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	666,94	C
Karangpawitan I (M+100% PA)	296,94	B
Karangpawitan J (M+PH)	153,50	A
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	330,98	B
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	162,11	A
Cilawu A (R+100% PA)	610,33	C
Cilawu B (R+PH)	274,67	A
Cilawu C (R+PH+75% PA)	823,33	D
Cilawu D (R+PH+50% PA)	319,67	B
Cilawu E (B+100% PA)	244,67	A
Cilawu F (B+PH)	412,67	B
Cilawu G (B+PH+75% PA)	292,00	B
Cilawu H (B+PH+50% PA)	332,00	B
Cilawu I (M+100% PA)	198,00	A
Cilawu J (M+PH)	317,50	B
Cilawu K (M+PH+75% PA)	392,89	B
Cilawu L (M+PH+50% PA)	254,33	A

Perlakuan	Rata-rata Bobot Ubi per Tanaman (g)	
Pamulihan A (R+100% PA)	764,43	D
Pamulihan B (R+PH)	760,03	D
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	786,27	D
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	549,13	C
Pamulihan E (B+100% PA)	766,10	D
Pamulihan F (B+PH)	554,93	C
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	1003,10	E
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	669,63	C
Pamulihan I (M+100% PA)	770,37	D
Pamulihan J (M+PH)	568,87	C
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	1073,43	E
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	536,40	C

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Bobot ubi ekonomis per tanaman tertinggi (Tabel 18) antara lain Karangpawitan E (Biang+100% Pupuk Anorganik), Pamulihan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), serta Pamulihan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Hasil eksperimen menunjukkan, bahwa perlakuan substitusi pupuk yang memberikan pengaruh terhadap bobot ubi ekonomis per tanaman yakni pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik 75% pada Biang dan Mencrang di Kecamatan Pamulihan. Sementara itu, genotipe Biang di Kecamatan Karangpawitan masih perlu menggunakan 100% pupuk anorganik untuk meningkatkan bobot ubi ekonomis per tanaman. Hasil serupa juga ditemukan pada ukuran ubi. Ukuran ubi di sini berkaitan dengan bobot ubi per tanaman dan bobot ubi ekonomis per tanaman.

Pupuk hayati konsorsium mampu melengkapi pupuk anorganik dalam penyediaan unsur hara tanaman sekaligus menyubstitusi pupuk anorganik. Kondisi ini didukung oleh hasil penelitian Pérez-pazos & Sánchez-lópez. (2018), Hellal & Mahfouz (2011), Al-Zabee & AL-Maliki, (2019), Osman (2007) dan Valpato *et al.* (2020) bahwa pupuk hayati konsorsium mampu mengurangi kebutuhan pupuk anorganik tanpa mengurangi hasil ubi jalar. Tidak hanya itu, pencemaran tanah akibat residu pupuk anorganik juga dapat dikurangi. Yasmin *et al.*, (2020) juga menambahkan, bahwa pupuk hayati mampu menurunkan penggunaan pupuk anorganik sekaligus menciptakan pertanian ramah lingkungan namun tetap meningkatkan hasil ubi jalar.

Tabel 18. Bobot Ubi Ekonomis per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Rata-rata Bobot Ubi Ekonomis per Tanaman (g)	
Karangpawitan A (R+100% PA)	677,56	B
Karangpawitan B (R+PH)	405,94	A
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	764,13	B
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	421,67	A
Karangpawitan E (B+100% PA)	880,37	C
Karangpawitan F (B+PH)	639,45	B
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	603,79	B
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	653,61	B
Karangpawitan I (M+100% PA)	291,01	A
Karangpawitan J (M+PH)	150,43	A
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	324,36	A
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	125,54	A
Cilawu A (R+100% PA)	567,61	B
Cilawu B (R+PH)	255,44	A
Cilawu C (R+PH+75% PA)	748,11	B
Cilawu D (R+PH+50% PA)	297,29	A
Cilawu E (B+100% PA)	227,54	A
Cilawu F (B+PH)	250,45	A
Cilawu G (B+PH+75% PA)	271,56	A
Cilawu H (B+PH+50% PA)	308,76	A
Cilawu I (M+100% PA)	202,12	A
Cilawu J (M+PH)	136,28	A
Cilawu K (M+PH+75% PA)	592,37	B
Cilawu L (M+PH+50% PA)	185,20	A
Pamulihan A (R+100% PA)	737,32	B
Pamulihan B (R+PH)	354,05	A
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	640,86	B
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	431,60	A
Pamulihan E (B+100% PA)	662,69	B
Pamulihan F (B+PH)	420,53	A
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	989,96	C
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	511,07	B
Pamulihan I (M+100% PA)	761,45	B
Pamulihan J (M+PH)	369,78	A
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	1006,99	C
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	501,86	B

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Perlakuan terbaik ditemukan pada Biang dan Mencrang untuk pemberian pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik 75% di Kecamatan Pamulihan. Pemberian pupuk hayati konsorsium mampu meningkatkan sistem perakaran, penyerapan unsur hara, dan pengambilan air oleh akar tanaman (Etesami & Maheshwari, 2018). Keuntungan inilah yang membuat pertumbuhan tanaman meningkat, begitu pula dengan bobot cadangan makanan pada tanaman ubi.

#### F. Jumlah Ubi per Tanaman

Pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik mempengaruhi jumlah ubi per tanaman (Tabel 19) serta jumlah ubi ekonomis per tanaman (Tabel 20) di semua lokasi. Jumlah ubi per tanaman dan jumlah ubi ekonomis per tanaman di masing-masing lokasi menunjukkan adanya perbedaan pengaruh lokasi dan perlakuan sehingga dilakukan pengujian gabungan di seluruh lokasi.

Jumlah ubi per tanaman terbaik (Tabel 19) dihasilkan oleh 6 perlakuan antara lain:

- 1) Karangpawitan A (Rancing+100% Pupuk Anorganik)
- 2) Karangpawitan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 3) Cilawu A (Rancing+100% Pupuk Anorganik)
- 4) Cilawu C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 5) Pamulihan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 6) Pamulihan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Tabel 19. Jumlah Ubi per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Ubi per Tanaman	
Karangpawitan A (R+100% PA)	7,73	D
Karangpawitan B (R+PH)	4,50	C
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	4,61	C
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	5,22	C
Karangpawitan E (B+100% PA)	5,11	C
Karangpawitan F (B+PH)	4,67	C
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	4,56	C

<b>Perlakuan</b>	<b>Rata-rata Jumlah Ubi per Tanaman</b>	
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	4,11	B
Karangpawitan I (M+100% PA)	3,06	A
Karangpawitan J (M+PH)	3,83	B
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	6,44	D
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	3,06	A
Cilawu A (R+100% PA)	5,67	D
Cilawu B (R+PH)	5,07	C
Cilawu C (R+PH+75% PA)	6,33	D
Cilawu D (R+PH+50% PA)	4,67	C
Cilawu E (B+100% PA)	3,87	B
Cilawu F (B+PH)	3,87	B
Cilawu G (B+PH+75% PA)	3,80	B
Cilawu H (B+PH+50% PA)	2,60	A
Cilawu I (M+100% PA)	2,27	A
Cilawu J (M+PH)	3,63	B
Cilawu K (M+PH+75% PA)	2,98	A
Cilawu L (M+PH+50% PA)	3,15	A
Pamulihan A (R+100% PA)	5,03	C
Pamulihan B (R+PH)	5,27	C
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	5,83	D
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	3,43	B
Pamulihan E (B+100% PA)	4,73	C
Pamulihan F (B+PH)	2,75	A
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	5,47	C
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	3,08	A
Pamulihan I (M+100% PA)	4,63	C
Pamulihan J (M+PH)	3,93	B
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	5,73	D
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	4,20	B

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik). Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Kemampuan pupuk hayati konsorsium meningkatkan jumlah ubi masih diimbangi dengan peran dari pupuk anorganik. Akbari *et al.* (2011) dan Meshram *et al.* (2019) dalam hal ini menyatakan, bahwa pupuk yang seimbang dapat meningkatkan keberlanjutan kesuburan tanah dan produksi tanaman. Namun adanya penambahan pupuk hayati konsorsium pada aplikasi 75% pupuk anorganik dapat memacu peningkatan jumlah ubi per tanaman dibandingkan hanya diberikan pupuk anorganik.

Potensi peningkatan jumlah ubi per tanaman di Kecamatan Karangpawitan yang berhasil dihitung ialah 106,45%, yakni pada Mencrang.

Sementara pada Rancing dan Biang belum ada peningkatan. Potensi peningkatan jumlah ubi di Kecamatan Cilawu sebanyak 11,64% yakni pada Rancing dan 31,27% pada Mencrang, sementara pada biang tidak terlalu signifikan. Sedangkan potensi peningkatan jumlah ubi per tanaman di Kecamatan Pamulihan ditemukan sebesar 15,9% pada Rancing, 15,64% pada Biang, dan 23,76% pada Mencrang. Kondisi ini dikarenakan adanya respons genotipe terhadap pemberian pupuk hayati konsorsium. Respons yang terjadi berupa penyerapan unsur hara dan translokasi asimilat sehingga jumlah ubi per tanaman dapat meningkat.

Jumlah ubi ekonomis per tanaman terbaik (Tabel 20) ditemukan pada lima perlakuan antara lain:

- 1) Karangpawitan A (Rancing+100% Pupuk Anorganik)
- 2) Cilawu C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 3) Pamulihan A (Rancing+100% Pupuk Anorganik)
- 4) Pamulihan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik)
- 5) Pamulihan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik).

Tabel 20. Jumlah Ubi Ekonomis per Tanaman pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

<b>Perlakuan</b>	<b>Rata-rata Jumlah Ubi Ekonomis per Tanaman</b>	
Karangpawitan A (R+100% PA)	4,20	E
Karangpawitan B (R+PH)	1,93	B
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	2,77	C
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	3,13	C
Karangpawitan E (B+100% PA)	3,07	C
Karangpawitan F (B+PH)	2,80	C
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	2,73	C
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	2,47	B
Karangpawitan I (M+100% PA)	1,83	A
Karangpawitan J (M+PH)	1,23	A
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	1,77	A
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	1,00	A
Cilawu A (R+100% PA)	3,97	D
Cilawu B (R+PH)	3,55	C
Cilawu C (R+PH+75% PA)	4,43	E
Cilawu D (R+PH+50% PA)	3,27	C

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Ubi Ekonomis per Tanaman	
Cilawu E (B+100% PA)	2,71	C
Cilawu F (B+PH)	2,71	C
Cilawu G (B+PH+75% PA)	2,66	B
Cilawu H (B+PH+50% PA)	1,82	A
Cilawu I (M+100% PA)	1,69	A
Cilawu J (M+PH)	2,54	B
Cilawu K (M+PH+75% PA)	2,08	B
Cilawu L (M+PH+50% PA)	2,27	B
Pamulihan A (R+100% PA)	4,00	E
Pamulihan B (R+PH)	1,90	B
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	3,87	D
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	2,33	B
Pamulihan E (B+100% PA)	3,70	D
Pamulihan F (B+PH)	2,10	B
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	4,43	E
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	2,17	B
Pamulihan I (M+100% PA)	3,83	D
Pamulihan J (M+PH)	2,03	B
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	4,33	E
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	3,27	C

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik). Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Mikroba pada pupuk hayati konsorsium mengandung komposisi dengan fungsi yang lengkap untuk menyediakan unsur hara dan fitohormon. Hal inilah yang membantu meningkatkan penyerapan unsur hara oleh akar tanaman dan meningkatkan hasil panen (Etesami & Maheshwari, 2018). Eksperimen *polybag* menunjukkan, bahwa penggunaan pupuk hayati konsorsium menunjukkan adanya volume akar yang meningkat. Kondisi ini mengindikasikan, bahwa akar dengan volume yang besar lebih efektif dalam penyerapan unsur hara dan meningkatkan inisiasi ubi. Ketersediaan unsur P dan K berperan penting dalam peningkatan hasil ubi jalar. Unsur P berperan dalam produksi akar sebagai cikal bakal ubi, sedangkan unsur K berperan dalam proses asimilasi fotosintat dari daun ke seluruh organ termasuk ubi. Kedua unsur ini lebih banyak ditemukan pada ubi dibandingkan daun (Hakim, *et al.*, 2018; Rodriguez-Delfin, *et al.*, 2015). Pengurangan penggunaan pupuk anorganik diterapkan karena penyediaan pupuk hayati tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah, tetapi juga meningkatkan hasil panen

(Dekhane *et al.*, 2011; Singhal *et al.*, 2012). Pupuk hayati konsorsium juga mampu menyediakan unsur hara lengkap yang dibutuhkan tanaman.

## G. Hasil Ubi

Pengaruh pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik terhadap hasil ubi per plot (Tabel 21) dan potensi hasil ubi ekonomis per hektar (Tabel 22) di semua lokasi menunjukkan adanya perbedaan pengaruh pada lokasi dan perlakuan. Untuk itulah dilakukan uji lanjut gabungan agar diketahui lokasi dan perlakuan yang paling baik.

Tabel 21. Hasil Ubi per Plot pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Rata-rata Bobot Ubi per Plot (Kg)	
Karangpawitan A (R+100% PA)	13,83	C
Karangpawitan B (R+PH)	8,28	B
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	15,59	D
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	8,61	B
Karangpawitan E (B+100% PA)	17,97	E
Karangpawitan F (B+PH)	13,05	C
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	12,32	C
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	13,34	C
Karangpawitan I (M+100% PA)	5,94	B
Karangpawitan J (M+PH)	3,07	A
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	6,62	B
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	3,24	A
Cilawu A (R+100% PA)	7,62	B
Cilawu B (R+PH)	3,30	A
Cilawu C (R+PH+75% PA)	7,50	B
Cilawu D (R+PH+50% PA)	3,84	A
Cilawu E (B+100% PA)	2,94	A
Cilawu F (B+PH)	4,95	A
Cilawu G (B+PH+75% PA)	3,50	A
Cilawu H (B+PH+50% PA)	3,98	A
Cilawu I (M+100% PA)	2,38	A
Cilawu J (M+PH)	3,81	A
Cilawu K (M+PH+75% PA)	4,71	A
Cilawu L (M+PH+50% PA)	3,05	A
Pamulihan A (R+100% PA)	15,28	D
Pamulihan B (R+PH)	15,19	D
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	15,71	D
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	10,97	C

Perlakuan	Rata-rata Bobot Ubi per Plot (Kg)	
Pamulihan E (B+100% PA)	15,32	D
Pamulihan F (B+PH)	11,09	C
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	19,39	E
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	13,39	C
Pamulihan I (M+100% PA)	15,40	D
Pamulihan J (M+PH)	11,37	C
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	21,46	E
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	10,72	C

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Rata-rata bobot ubi per plot terbaik (Tabel 22) antara lain Karangpawitan E (Biang+100% Pupuk Anorganik), Pamulihan G (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik), dan Pamulihan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik). Biang dan Mencrang dinilai lebih unggul dibandingkan Rancing untuk kombinasi pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik 75% di Kecamatan Pamulihan. Sementara untuk Biang di Kecamatan Karangpawitan sendiri harus menggunakan 100% Pupuk Anorganik.

Pupuk hayati berfungsi untuk meningkatkan ketahanan dan hasil produksi tanaman pada lingkungan dengan kandungan nutrisi yang rendah. IAA yang dihasilkan mikroba berperan dalam mengubah arsitektur akar yang mendorong meningkatnya luas permukaan akar. Kondisi inilah yang menyebabkan peningkatan penyerapan air dan nutrisi, yang berpengaruh positif terhadap tanaman secara keseluruhan termasuk peningkatan hasil (Wang *et al.*, 2021).

Potensi hasil ubi ekonomis per hektar didapat dari perhitungan bobot ubi ekonomis per plot, data lengkap dapat dilihat pada Lampiran 12. Rata-rata potensi hasil ubi ekonomis per hektar terbaik (Tabel 22) terdapat pada perlakuan Karangpawitan E (Biang+100% Pupuk Anorganik) dan Pamulihan K (Mencrang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik). Hasil ubi jalar sendiri dipengaruhi oleh berat ubi, diameter ubi, dan jumlah daun per tanaman (Reddy *et al.*, 2018). Panjang dan diameter ubi jalar genotipe Biang dan Mencrang di Kecamatan Karangpawitan dan Kecamatan Pamulihan menunjukkan respon substitusi pupuk anorganik oleh pupuk hayati konsorsium. Hal inilah yang berpengaruh terhadap potensi hasil ubi ekonomis per Ha.

Tabel 22. Potensi Hasil Ubi Ekonomis per Hektar pada beberapa Varietas Ubi Jalar Panen Umur 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Perlakuan	Rata-rata Potensi Hasil Ubi Ekonomis per Ha (t)	
Karangpawitan A (R+ 100% PA)	23,47	E
Karangpawitan B (R + PH)	22,00	E
Karangpawitan C (R + PH + 75% PA)	24,24	E
Karangpawitan D (R + PH + 50% PA)	13,37	C
Karangpawitan E (B+ 100% PA)	20,83	F
Karangpawitan F (B + PH)	20,29	D
Karangpawitan G (B + PH + 75% PA)	19,15	D
Karangpawitan H (B + PH + 50% PA)	20,73	D
Karangpawitan I (M + 100% PA)	12,15	C
Karangpawitan J (M + PH)	10,48	C
Karangpawitan K (M + PH + 75% PA)	22,36	E
Karangpawitan L (M + PH + 50% PA)	7,69	B
Cilawu A (R+ 100% PA)	7,02	B
Cilawu B (R + PH)	2,68	A
Cilawu C (R + PH + 75% PA)	9,51	C
Cilawu D (R + PH + 50% PA)	2,63	A
Cilawu E (B+ 100% PA)	6,03	B
Cilawu F (B + PH)	3,32	A
Cilawu G (B + PH + 75% PA)	4,95	A
Cilawu H (B + PH + 50% PA)	6,58	B
Cilawu I (M + 100% PA)	3,67	A
Cilawu J (M + PH)	2,93	B
Cilawu K (M + PH + 75% PA)	4,77	B
Cilawu L (M + PH + 50% PA)	3,15	B
Pamulihan A (R+ 100% PA)	21,91	D
Pamulihan B (R + PH)	18,47	C
Pamulihan C (R + PH + 75% PA)	23,95	E
Pamulihan D (R + PH + 50% PA)	13,30	D
Pamulihan E (B+ 100% PA)	14,41	E
Pamulihan F (B + PH)	17,95	D
Pamulihan G (B + PH + 75% PA)	22,52	E
Pamulihan H (B + PH + 50% PA)	24,94	D
Pamulihan I (M + 100% PA)	24,00	D
Pamulihan J (M + PH)	15,29	C
Pamulihan K (M + PH + 75% PA)	21,12	F
Pamulihan L (M + PH + 50% PA)	17,41	C

Keterangan : **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Skott-Knott taraf 5%.

Kondisi iklim, tanah, dan waktu tanam yang berbeda di masing-masing lokasi menjadi penyebab terjadinya pertumbuhan dan hasil panen yang tidak sesuai harapan. Marques *et al.*, (2019) dalam hal ini melaporkan, bahwa efek pupuk hayati tidak selalu sesuai harapan, sebab hasil panen dipengaruhi oleh respons genotipe dan pengaruh lingkungan. Respons positif dari genotipe terhadap penyediaan pupuk hayati merupakan interaksi antara akar dan mikroba yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen serta berdampak positif pada kesuburan tanah. Sejalan dengan penelitian Byju dan Ravindran (2009) dan Liu *et al.* (2019), bahwa peningkatan hasil tanaman dan kesuburan tanah terjadi setelah aplikasi pupuk hayati. Pasokan air yang terbatas pada fase pertumbuhan awal dapat berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar (Heerden & Laurie, 2008). Kondisi demikian terjadi pada penanaman yang dilakukan di Cilawu yang bertepatan dengan awal musim kemarau. Hal inilah yang menyebabkan tanaman tidak mendapatkan air secara optimal pada satu bulan pertama, akibatnya pertumbuhan dan hasil ubi jalar tidak optimal.

Aplikasi pupuk hayati konsorsium dan pupuk anorganik mempengaruhi pertumbuhan dan hasil ubi jalar. Pupuk hayati dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar (Abdel-Razzak *et al.*, 2013; Sakha *et al.*, 2019) melalui perbaikan fotosintesis dan penyerapan nutrisi (Gao *et al.*, 2020; Mpanga *et al.*, 2018; Radziah & Saad, 2009), serta perlindungan bagi tanaman terhadap patogen tular tanah (Singh *et al.*, 2020).

## H. Total Soluble Solid (TSS) Ubi Jalar

---

*Total Soluble Solid* (TSS) ubi segar (Tabel 23) dan TSS ubi bakar (Tabel 24) di masing-masing lokasi menunjukkan adanya perbedaan baik pada lokasi maupun perlakuan yang diuji. Oleh karena itu, pengujian untuk mencari perlakuan dan lokasi terbaik dilakukan dengan uji gabungan. TSS pada ubi jalar merupakan hasil dari perombakan pati menjadi monosakarida. Perombakan terjadi setelah ubi jalar disimpan selama 1 sampai 6 minggu pasca panen yang menghasilkan ubi jalar memiliki rasa manis setelah dikonsumsi.

Perlakuan yang menghasilkan TSS ubi segar terbaik (Tabel 23) yakni Pamulihan C (Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik) dan Pamulihan E (Biang+100% Pupuk Anorganik), sementara TSS ubi bakar (Tabel 24) terbaik ditemukan pada Pamulihan H (Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+50% Pupuk Anorganik). Kecamatan Pamulihan dalam hal ini

menjadi lokasi terbaik yang memberikan nilai TSS ubi segar maupun ubi oven.

Salah satu manfaat yang dihasilkan pupuk hayati konsorsium yakni aktivitas antagonistik pada bakteri dan jamur penyebab patogen (Yasmin *et al.*, 2009). Aktivitas berakibat pada kemampuan tanaman ubi jalar yang menjadi lebih tahan terhadap penyakit. Dengan begitu, akumulasi fotosintat banyak dialokasikan untuk cadangan makanan. Cadangan makanan dalam hal ini berupa karbohidrat dan protein yang dirombak menjadi gula sederhana (Kim *et al.*, 2021). Kondisi inilah yang menghasilkan rasa manis pada ubi jalar ketika dilakukan penyimpanan dan pengolahan.

Tabel 23. *Total Soluble Solid* (TSS) Ubi Segar pada beberapa Varietas Ubi Jalar 7 Hari Setelah Panen pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

<b>Perlakuan</b>	<b>Total Soluble Solid (TSS) Ubi Segar</b>	
Karangpawitan A (R+100% PA)	10,67	A
Karangpawitan B (R+PH)	9,67	A
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	12,33	B
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	12,67	B
Karangpawitan E (B+100% PA)	11,67	A
Karangpawitan F (B+PH)	10,33	A
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	13,67	C
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	10,33	A
Karangpawitan I (M+100% PA)	10,33	A
Karangpawitan J (M+PH)	9,33	A
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	13,33	C
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	11,00	A
Cilawu A (R+100% PA)	10,00	A
Cilawu B (R+PH)	12,00	B
Cilawu C (R+PH+75% PA)	12,67	B
Cilawu D (R+PH+50% PA)	12,17	B
Cilawu E (B+100% PA)	15,33	D
Cilawu F (B+PH)	14,17	C
Cilawu G (B+PH+75% PA)	14,50	D
Cilawu H (B+PH+50% PA)	13,67	C
Cilawu I (M+100% PA)	15,33	D
Cilawu J (M+PH)	13,00	C
Cilawu K (M+PH+75% PA)	14,33	D
Cilawu L (M+PH+50% PA)	13,67	C
Pamulihan A (R+100% PA)	15,67	D
Pamulihan B (R+PH)	17,00	E
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	19,00	F
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	17,33	E

<b>Perlakuan</b>	<b>Total Soluble Solid (TSS) Ubi Segar</b>
Pamulihan E (B+100% PA)	19,33
Pamulihan F (B+PH)	17,67
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	18,67
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	17,00
Pamulihan I (M+100% PA)	16,33
Pamulihan J (M+PH)	17,33
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	17,67
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	16,67

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik). Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Tabel 24. *Total Soluble Solid (TSS) Ubi Bakar pada beberapa Varietas Ubi Jalar 7 Hari Setelah Panen pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi*

<b>Perlakuan</b>	<b>Total Soluble Solid (TSS) Ubi Bakar</b>
Karangpawitan A (R+100% PA)	12,00
Karangpawitan B (R+PH)	10,67
Karangpawitan C (R+PH+75% PA)	11,33
Karangpawitan D (R+PH+50% PA)	13,00
Karangpawitan E (B+100% PA)	11,67
Karangpawitan F (B+PH)	12,00
Karangpawitan G (B+PH+75% PA)	12,00
Karangpawitan H (B+PH+50% PA)	12,00
Karangpawitan I (M+100% PA)	12,00
Karangpawitan J (M+PH)	10,00
Karangpawitan K (M+PH+75% PA)	13,00
Karangpawitan L (M+PH+50% PA)	10,33
Cilawu A (R+100% PA)	11,33
Cilawu B (R+PH)	12,33
Cilawu C (R+PH+75% PA)	13,67
Cilawu D (R+PH+50% PA)	11,67
Cilawu E (B+100% PA)	17,00
Cilawu F (B+PH)	15,00
Cilawu G (B+PH+75% PA)	15,33
Cilawu H (B+PH+50% PA)	14,33
Cilawu I (M+100% PA)	17,00
Cilawu J (M+PH)	12,00
Cilawu K (M+PH+75% PA)	16,00
Cilawu L (M+PH+50% PA)	11,00
Pamulihan A (R+100% PA)	11,50
Pamulihan B (R+PH)	10,67
Pamulihan C (R+PH+75% PA)	17,33

<b>Perlakuan</b>	<b>Total Soluble Solid (TSS) Ubi Bakar</b>
Pamulihan D (R+PH+50% PA)	13,33
Pamulihan E (B+100% PA)	13,33
Pamulihan F (B+PH)	12,00
Pamulihan G (B+PH+75% PA)	13,67
Pamulihan H (B+PH+50% PA)	19,67
Pamulihan I (M+100% PA)	9,67
Pamulihan J (M+PH)	12,00
Pamulihan K (M+PH+75% PA)	11,00
Pamulihan L (M+PH+50% PA)	10,00

Keterangan: **R** (Rancing); **B** (Biang); **M** (Mencrang); **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik).

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott taraf 5%.

Faktor utama pendorong meningkatnya populasi mikroba rizosfer dan pertumbuhan tanaman ialah kandungan nutrisi dalam tanah. Namun berdasarkan hasil analisis tanah, kandungan C-organik dan nitrogen di semua lokasi termasuk dalam kategori rendah. Untuk itu, diperlukan unsur hara dalam jumlah yang cukup banyak dan cepat. Penambahan bahan organik dilakukan sebelum tanah meningkatkan kadar C-organik tanah sehingga mikroba heterotrof dapat berproliferasi. Dengan begitu, inokulasi pupuk hayati konsorsium yang disertai penurunan pupuk anorganik dapat meningkatkan laju pertumbuhan, hasil, dan komponen hasil ubi jalar.

Kecamatan Pamulihan menjadi lokasi terbaik untuk hasil TSS ubi segar dan ubi bakar. Kandungan nutrisi yang tidak seimbang di wilayah ini memicu kinerja pupuk hayati. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Etesami & Maheshwari (2018) bahwa pupuk hayati meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman pada kondisi nutrisi yang tidak seimbang.

Mikroba dalam pupuk hayati konsorsium juga berfungsi sebagai pengendali patogen tanah. Strain mikroba tambahan di daerah rizosfer mampu berinteraksi secara positif atau negatif dengan mikroba lokal untuk meningkatkan metabolisme aktif dan kolonisasi. Proses ini terjadi dengan cara mengurangi berbagai infeksi mikroba yang disebabkan oleh parasit (García-Seco *et al.*, 2013). Pupuk hayati juga membantu tanaman untuk kompetensi rizosfer, kolonisasi mikroba yang efektif, serta kerja sama sinergis (Rodríguez *et al.*, 2020). Ubi jalar sehat selalu memiliki kadar pati yang tinggi di mana hal ini nantinya mempengaruhi nilai TSS. Keuntungan dari pupuk hayati konsorsium selain terbukti meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar, serta mengurangi serangan patogen, juga berperan dalam menciptakan pertanian ramah lingkungan (Altaf *et al.*, 2019). Hal ini karena penggunaan

pupuk hayati konsorsium dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik 25–50% dari dosis anjuran.

## I. Efisiensi Substitusi Relatif

Efisiensi substitusi relatif (ESR) diukur untuk mengetahui kemampuan pupuk tertentu dalam mengurangi penggunaan pupuk anorganik (Tabel 25). Penentuan ESR dalam hal ini dilakukan untuk mengetahui kombinasi pupuk terbaik pada suatu genotipe di semua lokasi penanaman.

Tabel 25. Efisiensi Substitusi Relatif pada beberapa Varietas Ubi Jalar Umur Panen 126 HST pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik dan Hayati di Tiga Lokasi

Ganotip	Pupuk	Kecamatan Karangpawitan		Kecamatan Cilawu		Kecamatan Pamulihan	
		Potensi Hasil Ubi t/ha	ESR	Potensi Hasil Ubi t/ha	ESR	Potensi Hasil Ubi t/ha	ESR
Rancing	100% PA (Standar)	23,47	0,00	7,02	0,00	21,91	0,00
Rancing	PH (Kontrol)	22,00	0,00	2,68	0,00	18,47	0,00
Rancing	PH+75%PA	24,24	<b>38,01</b>	9,51	<b>39,32</b>	23,95	<b>39,85</b>
Rancing	PH+50%PA	13,37	-292,76	2,63	-0,61	13,30	-75,34
Biang	100% PA (Standar)	20,83	0,00	6,03	0,00	14,41	0,00
Biang	PH (Kontrol)	20,29	0,00	3,32	0,00	17,95	0,00
Biang	PH+75%PA	19,15	<b>-51,89</b>	4,95	15,02	22,52	<b>32,36</b>
Biang	PH+50%PA	<b>20,73</b>	<b>40,90</b>	6,58	<b>60,22</b>	24,94	-98,96
Mencrang	100% PA (Standar)	12,15	0,00	3,67	0,00	24,00	0,00
Mencrang	PH (Kontrol)	10,48	0,00	2,93	0,00	15,29	0,00
Mencrang	PH+75%PA	22,36	<b>178,20</b>	4,77	<b>62,50</b>	21,12	<b>16,74</b>
Mencrang	PH+50%PA	7,69	-83,80	3,15	15,00	17,41	12,17

Keterangan: **PH** (Pupuk Hayati Konsorsium); **PA** (Pupuk Anorganik); **ESR** (Efisiensi Substitusi Relatif).

Tabel 25 menunjukkan, bahwa genotipe Rancing dengan kombinasi pupuk hayati konsorsium dan 75% pupuk anorganik merupakan perlakuan dengan nilai ESR tertinggi. Setelah itu disusul dengan genotipe Biang kombinasi pupuk hayati konsorsium dan 50% pupuk anorganik 32,97% di Kecamatan Karangpawitan dan Kecamatan Cilawu, genotipe Biang kombinasi pupuk hayati konsorsium dan 75% pupuk anorganik di Kecamatan Pamulihan, genotipe Mencrang dengan kombinasi pupuk hayati konsorsium dan 75% pupuk anorganik di Kecamatan Karangpawitan dan Kecamatan Pamulihan. Semenanjung di Kecamatan Cilawu, terdapat genotipe Mencrang dengan kombinasi pupuk hayati konsorsium dan 50% pupuk anorganik.

Aplikasi pupuk yang berlebihan untuk mendapatkan hasil panen yang tinggi ternyata memberikan efek buruk bagi lingkungan dan kualitas tanaman.

Efisiensi penggunaan nitrogen berangsur menurun karena meningkatnya pemupukan nitrogen (Win *et al.*, 2021). Aplikasi kombinasi pupuk anorganik dengan pupuk organik mampu meningkatkan biomassa mikroba tanah dan ketersediaan unsur hara yang berkelanjutan (Bahr *et al.*, 2013). Aplikasi pupuk anorganik sebaiknya dikombinasikan dengan pupuk organik maupun pupuk hayati supaya peningkatan hasil panen dan kesehatan tanah berkelanjutan dapat tercapai.

Mikroba berkomunikasi dengan akar tanaman melalui molekul sinyal kimia sehingga menghasilkan simbiosis mutualistik (Mhlongo *et al.*, 2018). Komunikasi ini menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis pada rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman seperti pembentukan biofilm untuk pertahanan primer dan menginduksi resistensi pada tanaman (Kaushal & Wani, 2016). Stimulus pertahanan primer mampu mengaktifkan berbagai molekul pensinyalan, dan pengatur metabolisme. Pada akhirnya, stimulus tersebut mampu mengaktifkan gen pengkode enzim untuk produksi metabolit pertahanan sekunder.

Tanaman mengeluarkan berbagai metabolit primer dan sekunder sebagai respons terhadap ekspresi gen yang telah diubah. Proses serupa namun diintensifkan diulang setelah produksi rangsangan sekunder terjadi untuk meminimalisasi dampak pada tanaman. Eksudat akar dengan asam organik dan berbagai agen pengelat mampu membantu peningkatan ketersediaan beberapa nutrisi (misalnya, P dan Fe) yang ketersediaannya tergantung pada pH. Namun di sisi lain, eksudat akar dapat menarik beberapa mikroorganisme heterotrofik yang berguna (misalnya, produksi siderofor cinc–PGPR, kalium (K) dan pelarut fosfat–PGPR, IAA memproduksi –PGPR, dll.) (Etesami *et al.*, 2015).

Akar pada dasarnya membutuhkan udara, air, nutrisi, dan ruang yang memadai untuk berkembang. Pemberian pupuk dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, apabila dinamika ketersediaan sumber daya dan pertumbuhan tanaman dapat dipahami menggunakan gejala fenotip (Arsova *et al.*, 2020). Lokasi Pamulihan dengan kombinasi pupuk hayati dan pupuk anorganik 75% mampu menyediakan kebutuhan tersebut dan direspon baik oleh genotipe Biang dan Mencrang. Kondisi ini dibuktikan dengan adanya peningkatan pada bobot ubi per tanaman. Perlakuan pupuk hayati konsorsium dalam substitusi pupuk anorganik yang efektif mampu meningkatkan produktivitas ubi jalar unggul baru berdasarkan agroekosistem yang berbeda adalah Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik. Dibandingkan Mencrang dan Rancing, Biang memiliki hasil dan komponen

hasil yang tinggi di semua lokasi dengan penggunaan pupuk anorganik hanya 75% dari dosis anjuran. Pupuk hayati konsorsium ternyata membantu menyediakan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman, terutama nitrogen.

Strain mikroba tambahan di daerah rizosfer dapat berinteraksi secara positif atau negatif dengan mikroba lokal. Interaksi dilakukan untuk meningkatkan metabolisme aktif dan kolonisasi melalui pengurangan berbagai infeksi mikroba yang disebabkan oleh parasit (García-Seco *et al.*, 2013). Kandungan unsur hara dan air berhubungan dengan populasi kinerja pupuk hayati. Penambahan pupuk nitrogen ke dalam tanah dilakukan sebagai bentuk komplemen siklus unsur hara (Adesemoye *et al.*, 2009; Handayanto & Hairiah, 2009).

Memastikan ketersediaan air yang cukup di sekitar pertanaman juga perlu dilakukan. Upaya ini mempengaruhi populasi dan aktivitas mikroba tanah (Williams & Rice, 2007). Kemampuan tanah mengikat air berhubungan dengan tekstur tanah. Tanah dengan tekstur liat memiliki nilai evaporasi yang rendah (Intara *et al.*, 2011). Lahan penanaman di Kecamatan Pamulihan memiliki tekstur tanah yang liat. Untuk itulah hasil ubi jalar di Kecamatan Pamulihan lebih unggul dibandingkan lokasi lain karena tekstur tanahnya mampu mengikat air lebih lama. Dengan demikian, meskipun kandungan nitrogennya sama-sama rendah, pupuk hayati mampu bekerja lebih efektif.



## BAB 6

### PENUTUP

Dari penjelasan bab-bab sebelumnya, maka pada intinya dapat dipahami bahwa:

- a) Rancing+Pupuk Hayati+100% Pupuk Anorganik;
- b) Mencrang+Pupuk Hayati+100% Pupuk Anorganik; dan
- c) Biang+Pupuk Hayati+100% Pupuk Anorganik,

merupakan perlakuan yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar unggul baru. Tidak hanya itu, perlakuan-perlakuan di atas juga mampu meningkatkan populasi mikroba rizosfer seperti *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acinetobacter*, dan *Pseudomonas*, sementara untuk *Penicillium* tidak berbeda nyata.

Selain itu, laju tumbuh relatif ideal yang berhasil dilaporkan dari semua lokasi penanaman adalah sebagai berikut.

- a) Kecamatan Karangpawitan Biang+PH+75% PA dengan model regresi  $y = -0,0135x^2 + 0,0828x - 0,0143$  memiliki nilai determinasi  $R^2 = 0,8062$  atau 80,62.
- b) Kecamatan Cilawu Mencrang+PH+75% PA dengan model regresi  $y = -0,0126x^2 + 0,1836x - 0,0168$  memiliki nilai determinasi  $R^2 = 0,8931$  atau 89,31%.
- c) Kecamatan Pamulihan Biang+PH+50% PA dengan model regresi  $y = -0,0153x^2 + 0,0941x - 0,0454$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0,9468$  atau 94,68%.

Sementara untuk laju asimilasi bersih di lokasi adalah sebagai berikut.

- a) Kecamatan Karangpawitan Biang+PH+75% PA dengan model regresi  $y = 0,0007x^2 + 0,0013x + 0,0041$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0,9981$  atau 99,81%.
- b) Kecamatan Cilawu Rancing+PH+75% PA dengan model regresi  $y = 4E-05x^2 - 0,0005x + 0,0017$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0,8268$  atau 82,68%.
- c) Kecamatan Pamulihan Biang+PH+50% PA dengan model regresi  $y = -0,0001x^2 + 0,0007x + 1E-04$  dengan nilai determinasi  $R^2 = 0,8968$  atau 89,68%.

Perlakuan terbaik yang efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar di Kecamatan Karangpawitan dan Kecamatan Pamulihan yakni Biang+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik, sedangkan di Kecamatan Cilawu adalah Rancing+Pupuk Hayati Konsorsium+75% Pupuk Anorganik.

Penulis pada intinya menegaskan, bahwa pupuk hayati konsorsium dapat digunakan untuk menyubstitusi sebagian pupuk anorganik di dalam pelaksanaan budidaya ubi jalar. Penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi sampai 25% dari dosis anjuran. Ubi jalar var. Biang dinilai sebagai ubi yang lebih berpotensi dimanfaatkan sebagai komplementer var. Rancing sebagai ubi bakar dibandingkan dengan var. Mencrang berdasarkan variabel pertumbuhan dan hasil setelah aplikasi pupuk hayati dan pupuk anorganik. Namun demikian, var. Mencrang tetap dapat menjadi komplementer Rancing apabila hanya dilihat dari kadar kemanisannya.

Penulis berharap untuk kebutuhan riset dan pengembangan, dapat digunakan pupuk hayati konsorsium dengan berbagai interval aplikasi dan dosis. Hal ini perlu diterapkan agar diketahui respon varietas ubi jalar akibat waktu kontak yang berbeda dengan mikroba pupuk hayati. Perlu juga dilakukan kajian penggunaan pupuk hayati konsorsium selama dua musim berturut-turut di lahan yang sama. Hal ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh terhadap pertanian berkelanjutan dan peningkatan produksi tanaman.

## ▪ DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Naby, H., Fathy, E., Doklega, S., & Wafa, N. (2018). Response of Sweet Potato Plants to Mineral and Bio-Fertilization. *Journal of Plant Production*, 9(12), 969–974. <https://doi.org/10.21608/jpp.2018.36612>
- Abdel-Razzak, H. S., Moussa, A. G., Abd El-Fattah, M. A., & El-Morabet, G. A. (2013). Response of sweet potato to integrated effect of chemical and natural phosphorus fertilizer and their levels in combination with mycorrhizal inoculation. *Journal of Biological Sciences*, 13(3), 112–122. <https://doi.org/10.3923/jbs.2013.112.122>
- Abdollahi, M., Soleymani, A., & Shahrajabian, M. H. (2018). Evaluation of Yield and Some of Physiological Indices of Potato Cultivars in Relation to Chemical, Biologic and Manure Fertilizers. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 51(2), 53–66. <https://doi.org/10.2478/cer-2018-0016>
- Adesemoye, A. O., Torbert, H. A., & Kloepper, J. W. (2009). Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microbial Ecology*, 58(4), 921–929. <https://doi.org/10.1007/s00248-009-9531-y>
- Al-mansour, B., Kalaivanan, D., Suryanarayana, M., Umesha, K., & Nair, A.. (2018). Influence of organic and inorganic fertilizers on yield and quality of sweet basil (*Ocimum basilicum L.*). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 27(1), 38–44. <https://doi.org/10.25081/josac.2018.v27.i1.1013>
- Al-Zabee, M. R., & AL-Maliki, S. M. (2019). Interactions between Biofertilizers and Chemical Fertilizers affected Soil Biological Properties and Potato Yield. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 11(1), 1–13.
- Albareda, M., Dardanelli, M. S., Sousa, C., Megías, M., Temprano, F., & Rodríguez-Navarro, D. N. (2006). Factors affecting the attachment of rhizospheric bacteria to bean and soybean roots. *FEMS Microbiology*

- Letters*, 259(1), 67–73. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2006.00244.x>
- Altaf, M. A., Shahid, R., Qadir, A., Naz, S., & Ren, M. (2019). Potential Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) to Reduce Potential Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) to Reduce Chemical Fertilizer in Horticultural Crops. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 6(5), 21–30.
- Antonia, C., & Jos, V. (1995). Synthesis of Phytohormone by Plant-Associated Bacteria. *Critical Reviews in Microbiology*, 21(1), 1–18.
- Arora, M., Saxena, P., Abdin, M. Z., & Varma, A. (2018). Interaction between *Piriformospora indica* and *Azotobacter chroococcum* governs better plant physiological and biochemical parameters in *Artemisia*. Interaction between *Piriformospora indica* and *Azotobacter chroococcum* governs better plant physiological and b. *Symbiosis*, 75(2), 103–112. <https://doi.org/10.1007/s13199-017-0519-y>
- Arsova, B., Foster, K. J., Shelden, M. C., Bramley, H., & Watt, M. (2020). Dynamics in plant roots and shoots minimize stress, save energy and maintain water and nutrient uptake. *New Phytologist*, 225(3), 1111–1119. <https://doi.org/10.1111/nph.15955>
- Asoegwu, C. R., Awuchi, C. G., Nelson, K. C. T., Orji, C. G., Nwosu, O. U., Egbufor, U. C., & Awuchi, C. G. (2020). A Review on the Role of Biofertilizers In Reducing Soil Pollution and Increasing Soil Nutrients. *Himalayan Journal of Agriculture*, 1(October), 34–38.
- Badan Ketahanan Pangan. (2021). *Direktori Perkembangan Konsumsi Pangan* (Vol. 3, Issue Tahun 2020). Kementerian Pertanian.
- Bahr, E., Hamer, U., Chamba Zaragocin, D., & Makeschin, F. (2013). Different fertilizer types affected nitrogen and carbon cycling in eroded and colluvial soils of Southern Ecuador. *Agricultural Sciences*, 04(12), 19–32. <https://doi.org/10.4236/as.2013.412a002>
- Byju, G., & Ravindran, C. S. (2009). Effect of *Azospirillum* in increasing yield and nitrogen use efficiency of sweet potato cultivation in India. *Advances in Horticultural Science*, 23(4), 254–258. <https://doi.org/10.1400/121242>
- Carvalhais, L. C., Dennis, P. G., Badri, D. V., Kidd, B. N., Vivanco, J. M., & Schenk, P. M. (2015). Linking Jasmonic acid signaling, root exudates, and rhizosphere microbiomes. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 28(9), 1049–1058. <https://doi.org/10.1094/MPMI-01-15-0016-R>

- Chandini, Kumar, R., Kumar, R., & Prakash, O. (2019). The Impact of Chemical Fertilizers on our Environment and Ecosystem. *Research Trends in Environmental Sciences*, February, 69–86.
- Chen, X., Kou, M., Tang, Z., Zhang, A., Li, H., & Wei, M. (2017). Responses of root physiological characteristics and yield of sweet potato to humic acid urea fertilizer. *PLoS ONE*, 12(12), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189715>
- Chipungu, F., Changadeya, W., Ambali, A., Saka, J., Mahungu, N., & Mkumbira, J. (2018). Adaptation of sweet potato [Ipomoea batatas] (L.) Lam genotypes in various agro-ecological zones of Malawi. *African Journal of Biotechnology*, 17(16), 531–540. <https://doi.org/10.5897/ajb2017.16352>
- Darwis, V., & Saptana, S. (2016). Rekonstruksi Kelembagaan dan Uji Teknologi Pemupukan: Kebijakan Strategis mengatasi Kelangkaan Pupuk. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 8(2), 167. <https://doi.org/10.21082/akp.v8n2.2010.167-186>
- Das, J., & Sarkar, P. (2018). Remediation of arsenic in mung bean (*Vigna radiata*) with growth enhancement by unique arsenic-resistant bacterium *Acinetobacter lwoffii*. *Science of the Total Environment* Remediation of arsenic in mung bean (*Vigna radiata*) with growth enhancement by uni. *Science of The Total Environment*, 624(15 May), 1106–1118. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.157>
- Dehury, S. R., Das, R., & Seth, P. (2018). Effect of *Azotobacter vinelandii* strain SRIAz3 and N-source on Microbiological Properties of Rice Grown Soil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(03), 2170–2178.
- Dekhane, S. S., Khafi, H. R., Raj, A. D., & Parmar, R. M. (2011). Effect of bio fertilizer and fertility levels on yield, protein content and nutrient uptake of cowpea [*vigna unguiculata* (L.) walp.]. *Legume Research*, 34(1), 51–54.
- Doornbos, R. F., & Loon, L. C. Van. (2012). Impact of root exudates and plant defense signaling on bacterial communities in the rhizosphere. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 32(4), 227–243. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0028-y>
- Etesami, H., & Alikhani, H. A. (2016). Co-inoculation with endophytic and rhizosphere bacteria allows reduced application rates of N-fertilizer for rice plants query id="q1">. *Rhizosphere*, 2, 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2016.09.003>

- Etesami, H., Alikhani, H. A., & Mirseyed Hosseini, H. (2015). *Indole-3-Acetic Acid and 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate Deaminase: Bacterial Traits Required in Rhizosphere, Rhizoplane and/or Endophytic Competence by Beneficial Bacteria*. Springer International Publishing Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24654-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24654-3_8)
- Etesami, H., & Maheshwari, D. K. (2018). Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promoting traits in stress agriculture: Action mechanisms and future prospects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156(March), 225–246. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.013>
- Firdausi, N., Muslihatin, W., & Nurhidayati, T. (2016). Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 53–56. [http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/20634](http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/20634) %0A<http://ejurnal.its.ac.id>
- Fitriatin, B. N., Agustina, M., & Hindersah, R. (2017). Populasi Bakteri Pelarut Fosfat, P-Potensial Dan Hasil Jagung Yang Dipengaruhi Oleh Aplikasi MPF Pada Ultisols Jatinangor. *Agrologia*, 6(2), 75–83. <https://doi.org/10.30598/a.v6i2.171>
- Gaba, S., Perronne, R., Fried, G., Gardarin, A., Bretagnolle, F., Biju-Duval, L., Colbach, N., Cordeau, S., Fernández-Aparicio, M., Gauvrit, C., Gibot-Leclerc, S., Guillemin, J. P., Moreau, D., Munier-Jolain, N., Strbík, F., & Reboud, X. (2017). Response and effect traits of arable weeds in agro-ecosystems: a review of current knowledge. *Weed Research*, 57(3), 123–147. <https://doi.org/10.1111/wre.12245>
- Gao, C., El-Sawah, A. M., Ismail Ali, D. F., Hamoud, Y. A., Shaghaleh, H., & Sheteiwy, M. S. (2020). The integration of bio and organic fertilizers improve plant growth, grain yield, quality and metabolism of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, 10(3), 1–25. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030319>
- García-Seco, D., Bonilla, A., Algar, E., García-Villaraco, A., Mañero, J. G., & Ramos-Solano, B. (2013). Enhanced blackberry production using *Pseudomonas fluorescens* as elicitor. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(2), 385–392. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0103-z>
- Handayanto, E., & Hairiah, K. (2009). *Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura.

- Hellal, F., & Mahfouz, S. (2011). Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens L.*) plant. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(4), 652–660. <https://doi.org/10.5251/abjna.2011.2.4.652.660>
- Hindersah, R., Kalay, A. M., Kesaulya, H., & Suherman, C. (2021). The Nutmeg Seedlings Growth Under Pot Culture with Biofertilizers Inoculation. *Open Agriculture*, 6(February), 1–10. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0215>
- Hindersah, R., Kalay, M., Talahaturuson, A., & Lakburlawal, Y. (2018). Nitrogen Fixing Bacteria *Azotobacter* As Biofertilizer and Biocontrol in Long Bean. *Agric*, 30(1), 25–32. <https://doi.org/10.24246/agric.2018.v30.i1.p25-32>
- Hindersah, R., Sulaksana, D. A., & Herdiyantoro, D. (2014). Perubahan Kadar N Tersedia Dan Populasi *Azotobacter* Di Rizosfer Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) Yang Ditanam Di Dua Ordo Tanah Dengan Inokulasi *Azotobacter* sp. *Agrologia*, 3(1), 10–17. <https://doi.org/10.30598/a.v3i1.255>
- Horiuchi, T., Mizuno, T., Umemura, M., & Ando, Y. (1995). Fertilizer Response of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*) in Comparison between Chemical Fertilizer and Farmyard Manure at Different Altitudes. *Current Advances in Buckwheat Research*, 615–626.
- Intara, Y. I. I., Sapei, A., Erizal, Sembiring, N., & Djoefrie, M. H. B. (2011). Pengaruh Pemberian Bahan Organik Pada Tanah Liat Dan Lempung Berliat Terhadap Kemampuan Mengikat Air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), 130–135.
- Jones, C., & Jacobsen, J. (2012). Plant Nutrition and Soil Fertility. In *Nutrient Management Module No. 2* (Issue 2). MSU Extension Service. <https://doi.org/10.1201/b11577>
- Kalay, A. M., Sesa, A., Siregar, A., & Talahaturuson, A. (2020). Efek Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Populasi Mikroba dan Ketersediaan Unsur Hara Makro pada Tanah Entisol. *Agrologia*, 8(2), 63–70. <https://doi.org/10.30598/a.v8i2.1011>
- Kalay, A. M., Uluputty, M. R., Leklioy, J. M. A., & Hindersah, R. (2016). Aplikasi Pupuk Hayati Konsorsium Dan Inokulan Padat *Trichoderma harzianum* Terhadap Produktivitas Tanaman Sawi Pada Lahan Terkontaminasi *Rhizoctonia solani*. Application Of *Trichoderma*

- harzianum Solid Inokulan And Biofertilizer Consortium On Choy Sum Product. *Agrologia*, 5(2), 78–86.
- Karuniawan, A., Maulana, H., Ustari, D., Dewayani, S., Solihin, E., Solihin, M. A., Amien, S., & Arifin, M. (2021). Yield stability analysis of orange - Fleshed sweet potato in Indonesia using AMMI and GGE biplot. *Heliyon*, 7(4), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06881>
- Kaushal, M., & Wani, S. P. (2016). Plant-growth-promoting rhizobacteria: drought stress alleviators to ameliorate crop production in drylands. *Annals of Microbiology*, 66(1), 35–42. <https://doi.org/10.1007/s13213-015-1112-3>
- Kim, D. S., Choi, M. H., & Shin, H. J. (2021). Estimation of starch hydrolysis in sweet potato (Beni haruka) based on storage period using nondestructive near-infrared spectrometry. *Agriculture (Switzerland)*, 11(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020135>
- Kour, D., Rana, K. L., Yadav, A. N., Yadav, N., Kumar, M., Kumar, V., Vyas, P., Dhaliwal, H. S., & Saxena, A. K. (2020). Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 23(December), 101487. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101487>
- Larasati, E. D., Rukmi, M. I., Kusdiyantini, E., & Ginting, R. C. B. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Gambut. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.1-8>
- Larimi, S. B., Shakiba, M., Dabbagh, A., Vahed, M., & Moghaddam, M. (2014). Changes in nitrogen and chlorophyll density and leaf area of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by biofertilizer and nitrogen application. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 5(9), 256–265. <https://doi.org/10.12692/ijb/5.9.256-265>
- Liu, F., Hewezi, T., Lebeis, S. L., Pantalone, V., Grewal, P. S., & Staton, M. E. (2019). Soil indigenous microbiome and plant genotypes cooperatively modify soybean rhizosphere microbiome assembly. *BMC Microbiology*, 19(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1572-x>
- Maćik, M., Gryta, A., & Frąć, M. (2020). Biofertilizers in agriculture: An overview on concepts, strategies and effects on soil microorganisms.

- Advances in Agronomy*, 162(April), 31–87. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.02.001>
- Marques, J. M., Mateus, J. R., da Silva, T. F., de Almeida Couto, C. R., Blank, A. F., & Seldin, L. (2019). Nitrogen fixing and phosphate mineralizing bacterial communities in sweet potato rhizosphere show a genotype-dependent distribution. *Diversity*, 11(12), 1–11. <https://doi.org/10.3390/d11120231>
- Masfufah, A., Supriyanto, A., & Surtiningsih, T. (2015). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (Biofertilizer) pada Berbagai Dosis Pupuk dan Media Tanam yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) pada Polybag. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(1), 1–11.
- Matthew, C., Loo, E. Van, Thom, E. R., Dawson, L. A., & Care, D. A. (2001). Understanding shoot and root development. *19<sup>o</sup> International Grassland Congress, January*, 19–27.
- Maulana, H., Dewayani, S., Solihin, M. A., Arifin, M., Amien, S., & Karuniawan, A. (2020). Yield stability dataset of new orange fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L. (lam)) genotypes in West Java, Indonesia. *Data in Brief*, 32, 106297. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106297>
- Mhlongo, M. I., Piater, L. A., Madala, N. E., Labuschagne, N., & Dubery, I. A. (2018). The chemistry of plant–microbe interactions in the rhizosphere and the potential for metabolomics to reveal signaling related to defense priming and induced systemic resistance. *Frontiers in Plant Science*, 9(February), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00112>
- Mpanga, I. K., Dapaah, H. K., Geistlinger, J., Ludewig, U., & Neumann, G. (2018). Soil type-dependent interactions of p-solubilizing microorganisms with organic and inorganic fertilizers mediate plant growth promotion in tomato. *Agronomy*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy8100213>
- Mukhongo, R. W., Tumuhairwe, J. B., Ebanyat, P., AbdelGadir, A. H., Thuita, M., & Masso, C. (2017). Combined Application of Biofertilizers and Inorganic Nutrients Improves Sweet Potato Yields. *Frontiers in Plant Science*, 8(March), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00219>
- Musiał, M., Kryszak, J., Grzebisz, W., Wolna-Maruwka, A., & Łukowiak, R. (2020). Effect of pasture management system change on in-season

- inorganic nitrogen pools and heterotrophic microbial communities. *Agronomy*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy10050724>
- Naamala, J., & Smith, D. L. (2020). Relevance of plant growth promoting microorganisms and their derived compounds, in the face of climate change. *Agronomy*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy10081179>
- Nafi'ah, H. H., Hindersah, R., Mubarok, S., Maulana, H., Suganda, T., Concibido, V., & Karuniawan, A. (2021). Growth rate and yield response of several sweet potato clones to reduced inorganic fertilizer and biofertilizer. *Biodiversitas*, 22(4), 1775–1752. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220422>
- Naher, K., Miwa, H., Okazaki, S., & Yasuda, M. (2018). Effects of Different Sources of Nitrogen on Endophytic Colonization on Rice Plants by *Azospirillum* sp. B510. *Microbes and Environments*, 33(2). <https://doi.org/10.1264/jmse2.ME17186>
- Naher, U. A., Sarker, I. U., Jahan, A., Maniruzzaman, M. D., Choudhury, A. K., Kalra, N., & Biswas, J. C. (2019). Nutrient mineralization and soil biology as influenced by temperature and fertilizer management practices. *Sains Malaysiana*, 48(4), 735–744. <https://doi.org/10.17576/jsm-2019-4804-05>
- Naseer, I., Ahmad, M., Nadeem, S. M., Ahmad, I., Najm-ul-Seher, & Zahir, Z. A. (2019). Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment. In *Agrobios Indian Publications* (Vol. 55, Issue June 2020). <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-18933-4>
- Navarro, J., Salazar, J., Kang, J. J., Parsons, J., Cheng, C. L., Castillo, A., & Pereira, E. I. P. (2020). Compost and biochar to promote soil biological activities under sweet potatoes cultivation in a subtropical semiarid region. *Applied and Environmental Soil Science*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/7230595>
- Nurbaity, A., Sunarto, T., Hindersah, R., Solihin, A., & Kalay, M. (2011). Fungi Mikoriza Arbuskula Asal Pangalengan Jawa Barat Sebagai Agens Hayati Pengendali Nematoda Sista Kentang. *Jurnal Agrotropika*, 16(2), 57–61. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JAT/article/viewFile/4270/3061>
- Nurhalisyah. (2008). Laju Tumbuh Tanaman dan Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola pada Pemberian Pupuk Organik Kascing dan Inokulasi Mikoriza Arbuskular. *Agrista*, 12(3).
- Nuryani, E., Haryono, G., & Historiawati. (2019). Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian Pupuk P terhadap Hasil Tanaman Buncis(*Phaseolus*

- vulgaris L.) Tipe Tegak. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 4(1), 14–17.
- Ojuederie, O. B., Olanrewaju, O. S., & Babalola, O. O. (2019). Plant growth promoting rhizobacterial mitigation of drought stress in crop plants: Implications for sustainable agriculture. *Agronomy*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy9110712>
- Oliveira, A. P., Santos, J. F., Cavalcante, L. F., Pereira, W. E., Maria do Carmo, C. A., Oliveira, A. N. P., & Silva, N. V. (2010). Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. *Horticultura Brasileira*, 28(3), 277–281. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362010000300006>
- Onunka, N. A., Chukwu, L. I., Mbanasor, E. O., & Ebeniro, C. N. (2012). Effect of Organic and Inorganic Manures and Time of Application on Soil Properties and Yield of Sweetpotato in A Tropical Ultisol. *Journal of Agriculture and Social Research*, 12(1), 1–25.
- Osman, A. S. (2007). Effect of partial substitution of mineral-N by biofertilization on growth, yield and yield components of potato. *The Third Conf. of Sustain. Agric. Develop. Fac. of Agric., Fayoum Univ., 12-14 Nov.*, 381–396.
- Ouyabe, M., Irie, K., Tanaka, N., Kikuno, H., Pachakkil, B., & Shiwachi, H. (2020). Response of upland rice (*Oryza sativa* L.) inoculated with non-native plant growth-promoting bacteria. *Agronomy*, 10(6), 1–16. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060903>
- Pahlevi, R. W., Guritno, B., & Suminarti, E. N. (2016). Pengaruh Kombinasi Proporsi Pemupukan Nitrogen Dan Kalium Pada Pertumbuhan, Hasil Dan Kualitas Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1), 16–22.
- Paulus, J. M. (2011). Pertumbuhan dan Hasil Ubi Jalar pada Pemupukan Kalium dan Penaungan Alami pada Sistem Tumpangsari dengan Jagung. *Jurnal Agrivigor*, 10(3), 260–271.
- Pérez-Montaño, F., Alías-Villegas, C., Bellogín, R. A., Del Cerro, P., Espuny, M. R., Jiménez-Guerrero, I., López-Baena, F. J., Ollero, F. J., & Cubo, T. (2014). Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. *Microbiological Research*, 169(5–6), 325–336. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011>

- Pérez-pazos, J. V., & Sánchez-lópez, D. B. (2018). Influence of plant growth promoting bacteria in seed yields of super-elite sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam) in the field. *Biotecnología Aplicada*, 35(2), 397–400.
- Phuwiwat, W., & Seytong, K. (2001). The effect of *Penicillium notatum* on plant growth. *Fungal Diversity*, 8, 143–148.
- Purwanto, P., & Suharti, W. S. (2021). Nutrient Uptake, Chlorophyll Content, and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.) Under the Application of PGPR Consortium. *Biosaintifika: Journal of Biology \& Biology Education*, 13(3), 336–344.
- Purwanto, T., & Wijonarko, B.. (2020). Net assimilation rate, growth and yield of rice (*Oryza sativa* L cv Inpago Unsoed 1) with the application of PGPR in different rate of nitrogen. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/653/1/012064>
- PUSDATIN. (2016). *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Ubi Jalar*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- PUSDATIN. (2019). *Konsumsi Pangan*. Kementerian Pertanian.
- Radziah, Y., & Saad, O. S. (2009). Growth and Storage Root Development of Sweetpotato Inoculated with Rhizobacteria Under Glasshouse Conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences/International Network for Scientific Information - INSInet*, 3(2), 1461–1466.
- Reddy, R., Soibam, H., Ayam, V. S., Panja, P., & Mitra, S. (2018). Morphological characterization of sweet potato cultivars during growth, development and harvesting. *Indian Journal of Agricultural Research*, 52(1), 46–50. <https://doi.org/10.18805/IJARe.A-4798>
- Restuono, J., Indriani, F. C., Rahajeng, W., & Yulifianti, R. (2020). Seleksi Produksi Tahap Pertama Klon-Klon Ubi Jalar Berkadar Gula Tinggi. *Vegetalika*, 9(1), 350–358.
- Riley, H. (2016). Residual value of inorganic fertilizer and farmyard manure for crop yields and soil fertility after long-term use on a loam soil in Norway. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 104(1), 25–37. <https://doi.org/10.1007/s10705-015-9756-8>
- Ríos-Ruiz, W. F., Torres-Chávez, E. E., Torres-Delgado, J., Rojas-García, J. C., Bedmar, E. J., & Valdez-Nuñez, R. A. (2020). Inoculation of bacterial consortium increases rice yield (*Oryza sativa* L.) reducing applications of nitrogen fertilizer in San Martin region, Peru.

- Rhizosphere*, 14(April), 100200. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100200>
- Rodríguez, M., Torres, M., Blanco, L., Béjar, V., Sampedro, I., & Llamas, I. (2020). Plant growth-promoting activity and quorum quenching-mediated biocontrol of bacterial phytopathogens by *Pseudomonas* segetis strain P6. *Scientific Reports*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61084-1>
- Sakha, M. A., Jefwa, J., & Gweyi-Onyango, J. P. (2019). Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inoculation on Growth and Yield of Two Sweet Potato Varieties. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 18(3), 1–8. <https://doi.org/10.9734/jaeri/2019/v18i330063>
- Saleh, N., Rahayuningsih, S. A., & Widodo, Y. (2008). Profil dan Peluang Pengembangan Ubi Jalar untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Agroindustri. *Buletin Palawija*, 30(15), 21–30.
- Salehin, A., Hafiz, M. H. R., Hayashi, S., Adachi, F., & Itoh, K. (2020). Effects of the biofertilizer oyk (Bacillus sp.) inoculation on endophytic microbial community in sweet potato. *Horticulturae*, 6(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040081>
- Saraswati, R. (2012). Teknologi Pupuk Hayati untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan Dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. Bogor*, 29-30 Juni 2012., 727–738.
- Shukla, S. K., Sharma, L., Jaiswal, V. P., Pathak, A. D., Tiwari, R., Awasthi, S. K., & Gaur, A. (2020). Soil quality parameters vis-a-vis growth and yield attributes of sugarcane as influenced by integration of microbial consortium with NPK fertilizers. *Scientific Reports*, 10(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75829-5>
- Sihombing, Y., & Purnamayani, R. (2020). *Bukti Nyata Peningkatan Indeks Pertanaman : Fondasi Lumbung Pangan Masa Depan* (H. Syahbuddin, E. Kushartati, M. Mardiharini, & R. Purnamayani (eds.)). IAARD Press.
- Singh, A. B., Deo, C., Kumar, S., Prakash, S., & Sriom. (2017). Growth and yield response of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cv. NDSP-65 to different integrated organic sources. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 738–741.
- Singh, J., Sharma, M. K., Bano, R., Mahawar, A. K., & Singh, S. P. (2020). Comparative Effect of Organic and Inorganic Sources of NPK and

- Bio-fertilizer on Growth Attributes and Yield of Sweet Potato cv. IGSP-14. *Chemical Science Review and Letters*, 9(35), 728–733. <https://doi.org/10.37273/chesci.CS212048121>
- Singh, J., Sharma, M. K., Mahawar, A. K., Singh, S. P., & Bano, R. (2018). Effect of Organic and Inorganic Sources of NPK and Bio-fertilizer on Enhancement of Growth Attributes and Chlorophyll Content of Sweet Potato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(09), 3659–3667. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.709.455>
- Singhal, S. K., Sharma, V. K., & Singh, R. D. (2012). Effect of Inorganic and Biofertilizers (VAM and PSB) on Yield of Maize and Wheat Cropping Sequence and Soil Fertility. *Indian Journal of Agricultural Research*, 46(2), 167–172.
- Supadmi, S. (2009). *Studi Variasi Ubi Jalar (Ipomoea batatas L) Berdasarkan Morfologi, Kandungan Gula Reduksi dan Pola Pita Isozim*. Universitas Sebelas Maret.
- Suprihatin, A., & Amirullah, J. (2020). Pengaruh Pola Rotasi Tanaman terhadap Perbaikan Sifat Tanah Sawah Irigasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 12(1), 49–57.
- Sutarman. (2016). *Biofertilizer Fungi*. Umsida Press.
- Tangapo, A. M. (2020). Potensi Bakteri Endofit Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) dalam Menghasilkan Hormon Indole Acetic Acid (IAA) dengan Penambahan L-triptofan. *Jurnal Bios Logos*, 10(1), 21. <https://doi.org/10.35799/jbl.10.1.2020.27980>
- Tobing, W. L., Hanum, C., & Sutarta, E. S. (2018). Respon Pertumbuhan dan Efisiensi Penggunaan Nitrogen Varietas Kelapa Sawit terhadap Pemberian Pupuk N di Pembibitan Awal. *Agric*, 30(1), 43–50.
- Turley, N. E., Bell-Dereske, L., Evans, S. E., & Brudvig, L. A. (2020). Agricultural land-use history and restoration impact soil microbial biodiversity. *Journal of Applied Ecology*, 57(5), 852–863. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13591>
- Uppal, H., Kayal, N., Chawla, S., Swarupa Tripathy, S., Gupta, S., Singh, R., Sharma, B., & Singh, N. (2017). Surface modified alumina compact: A potential material for decontamination of trivalent and hexavalent chromium and growth inhibitor of microbes from water. *Advanced Materials Letters*, 8(5), 592–599. <https://doi.org/10.5185/amlett.2017.6475>

- Valpato, S., Masoero, G., Giovanetti, G., & Nuti, M. (2020). Arbuscular Mycorrhizal Biofertilizers Sources in the Potato (*Solanum Tuberosum*) Plant show Interactions with Cultivars on Yield and Litter-bags Spectral Features. *Journal of Agronomy Research*, 2(4), 1–17. <https://doi.org/10.14302/issn.2639-3166.jar-20-3185>
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrulhaq Boyce, A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability-A review. *Molecules*, 21(5), 1–17. <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
- Vimal, S. R., Gupta, J., & Singh, J. S. (2018). Effect of salt tolerant *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. on wheat (*Triticum aestivum* L.) growth under soil salinity: A comparative study. *Microbiology Research*, 9(1). <https://doi.org/10.4081/mr.2018.7462>
- Wang, Y., Li, W., Du, B., & Li, H. (2021). Effect of biochar applied with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on soil microbial community composition and nitrogen utilization in tomato. *Pedosphere*, 31(6), 872–881. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(21\)60030-9](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(21)60030-9)
- Widodo, L. U. (2017). Dasar-dasar Praktikum Mikrobiologi. In [www.pustaka.ut.ac.id](http://repository.ut.ac.id/4486/1/BIOL4445-M1.pdf). <http://repository.ut.ac.id/4486/1/BIOL4445-M1.pdf>
- Widowati, H., Sutanto, A., Achyani, Hendr, N., & Thresia, F. (2020). Pemahaman Bertanam Organik dan Kesadaran Masyarakat untuk Bertani Ramah Lingkungan di Kebun Sayuran Karangrejo Metro. *Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, 393–406.
- Williams, M. A., & Rice, C. W. (2007). Seven years of enhanced water availability influences the physiological, structural, and functional attributes of a soil microbial community. *Applied Soil Ecology*, 35(3), 535–545. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2006.09.014>
- Win, T. Z., Than, A. A., Ngwe, K., & Khaing, A. A. (2021). Effects of Nitrogen Rates on Cotton under Different Plant Available Water Capacity Sites in Pyawbwe, Central Dry Zone of Myanmar. *OALib*, 08(02), 1–20. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107137>
- Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C., & Wong, M. H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma*, 125(1–2), 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.07.003>

- Xian, Y., Wang, M., & Chen, W. (2015). Quantitative assessment on soil enzyme activities of heavy metal contaminated soils with various soil properties. *Chemosphere*, 139, 604–608. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.12.060>
- Yasmin, F., Othman, R., & Maziz., M. N. H. (2020). Yield and Nutrient Content of Sweet Potato in Response of Plant. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 13(1), 117–122.
- Yasmin, F., Othman, R., Sijam, K., & Saad, M. S. (2007). Effect of PGPR inoculation on growth and yield of sweetpotato. *Journal of Biological Sciences*, 7(2), 421–424. <https://doi.org/10.3923/jbs.2007.421.424>
- Yasmin, F., Othman, R., Sijam, K., & Saad, M. S. (2009). Characterization of beneficial properties of plant growth-promoting rhizobacteria isolated from sweet potato rhizosphere. *African Journal of Microbiology Research*, 3(11), 815–821.
- Yeng, S. B., Agyarko, K., Dapaah, H. K., Adomako, W. J., & Asare, E. (2012). Growth and yield of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) as influenced by integrated application of chicken manure and inorganic fertilizer. *African Journal of Agricultural Research*, 7(39), 5387–5395. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1447>

## LAMPIRAN

---

## Lampiran 1. Komposisi Mikroba pada Pupuk Hayati Konsorsium Bion-UP



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS PADJADJARAN**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN  
**LABORATORIUM BIOLOGI TANAH**

Jl. Raya Bandung – Sumedang Km. 21, Jatinangor 45363 Telp./Faks. : (022) 7797200 – 7976316

E-mail: labbiotanupad@gmail.com

No. Lab. : B-002 /01/A.R/19

### LAPORAN HASIL ANALISIS MIKROBIOLOGI

Pengirim Sampel : Bapak Agung Karuniawan, P.h.D.  
Tanggal Masuk : 07 Januari 2019  
Bentuk : Cair

No.	Kode Lab.	Kode Sampel	Parameter	Metode	Hasil Analisis	Satuan
1	B-002	Pupuk Hayati	pH	Electrometry	4,18	-
2	B-002	Pupuk Hayati	EC (Electrical conductivity)	Electrometry	141,14	ms cm <sup>-1</sup>
3	B-002	Pupuk Hayati	<i>Pseudomonas cepaceae</i>	Total Plate Count	$1,20 \times 10^9$	cfu mL <sup>-1</sup>
4	B-002	Pupuk Hayati	<i>Azotobacter chrococcum</i>	Total Plate Count	$3,00 \times 10^8$	cfu mL <sup>-1</sup>
5	B-002	Pupuk Hayati	<i>Azotobacter vinelandii</i>	Total Plate Count	$2,30 \times 10^9$	cfu mL <sup>-1</sup>
6	B-002	Pupuk Hayati	<i>Azospirillum</i> sp.	Total Plate Count	$1,31 \times 10^9$	cfu mL <sup>-1</sup>
7	B-002	Pupuk Hayati	<i>Acinetobacter</i> sp.	Total Plate Count	$4,50 \times 10^8$	cfu mL <sup>-1</sup>
8	B-002	Pupuk Hayati	<i>Penicillium</i> sp.	Total Plate Count	Populasi jamur < $10^3$	cfu mL <sup>-1</sup>

Keterangan : Nilai hasil analisis yang tercantum hanya berlaku bagi contoh yang bersangkutan.

Mengetahui,



Prof. Dr. Ir. Denny Kurniadie, M.Sc.  
NIP. 196006011986031005

Jatinangor, 17 Januari 2019

Kepala Laboratorium Biologi Tanah,  
Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan,  
Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Dr. Ir. Mieke Rochimi Setiawati, MP.  
NIP. 196205051987012001

**Lampiran 2. Kandungan NPK pada Pupuk Hayati Konsorsium Bion-UP**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS PADJADJARAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN  
LABORATORIUM KESUBURAN TANAH DAN NUTRISI TANAMAN**  
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363 Telp./Fax. : (022) 7795596 E-mail: kalab.kint@unpad.ac.id

**HASIL UJI**  
*Result of Analysis*

No. Sampel : L-0001 / 01 / 2019  
 Nama Pemilik : Agung Karuniawan, Ph.D  
 Alamat : Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Metode
1	N	%	0,16	Kjeldahl, Titrimetry
2	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,08	Oksidasi Basah, HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> , molibdovanadat, Spectrometry
3	K <sub>2</sub> O	%	0,23	Oksidasi Basah, HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> , AAS - Flamephotometry

Jatinangor, 24 Januari 2019



Kepala Laboratorium,

Dr. Emma Trinurani Sofyan, ST.,MP.  
NIP. 196603221996032001

HASIL ANALISIS HANYA BERLAKU BAGI CONTOH YANG BERSANGKUTAN. LAPORAN INI TIDAK BOLEH DIPERBANYAK TANPA PERSETUJUAN DARI LABORATORIUM KIMIA TANAH DAN NUTRISI TANAMAN, FAPERTA-UNPAD.  
*The result of analysis is only valid for the sample in This report shall not be reproduced except in full context, without the written approval of Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, FAPERTA-UNPAD*

### Lampiran 3. Deskripsi Klon yang digunakan dalam penelitian

#### ➤ Deskripsi Rancing

Warna Sulur utama	:	ungu gelap
Warna Sulur sekunder	:	hijau
Tipe rambat	:	sedang
Tipe sulur	:	tidak berbulu
Bentuk helai daun	:	hampir terpisah
Tipe torehan	:	sangat dalam
Bentuk torehan	:	sempit
Ukuran daun dewasa	:	sedang
Warna tulang daun	:	hijau
Warna helai daun biasa	:	hijau kekuning-kuningan
Panjang tangkai	:	pendek antara 10-20cm
Bentuk ubi	:	long elliptic
Warna daging	:	kuning

(sumber: Kementerian Pertanian, 2013)

#### ➤ Deskripsi Mencrang

Kebiasaan tumbuh	:	perdu,
Tipe rambat	:	sedang
Kemampuan tanaman menutup tanah	:	rendah (35-60%)
Ruas sulur utama	:	pendek (5-10 cm)
Diameter sulur utama	:	tipis (4-6 mm)
Warna sulur utama	:	hijau
Warna sulur sekunder pucuk	:	hijau
Warna sulur sekunder cabang	:	hijau
Bulu pada sulur	:	ada
Bentuk helai daun secara umum	:	lobus
Tipe torehan tepi daun	:	berbagi
Bentuk torehan	:	lanset
Ukuran helai daun dewasa	:	sedang (7-13 cm)
Warna tulang daun	:	hijau
Warna helai daun dewasa	:	hijau
Warna helai daun muda	:	hijau keunguan
Panjang tangkai daun	:	pendek (<40 cm)
Warna tangkai daun	:	hijau
Bentuk ubi	:	bulat memanjang

Tipe permukaan ubi	:	rata/biasa
Ketebalan ubi (diameter)	:	sangat tebal (> 4 mm)
Warna utama kulit	:	krim
Intensitas warna utama kulit ubi	:	pekat
Warna sekunder kulit ubi	:	tidak ada
Warna daging ubi	:	jingga
Warna daging ubi sekunder	:	tidak ada warna
Distribusi warna daging ubi sekunder	:	tidak ada warna
Tipe (jumlah) bunga	:	sedikit
Warna mahkota bunga	:	putih
Bentuk dari mahkota	:	bulat (rounded)
Bentuk kelopak	:	lanset
Ujung kelopak	:	meruncing
Bulu pada kelopak	:	tidak ada
Warna kelopak	:	hijau
Warna putik	:	ungu pucat
Tipe warna putik	:	putih dengan ungu di bawah
Posisi putik	:	lebih tinggi sedikit dari anther
Jumlah kapsul biji	:	sedikit

(sumber: Lab. Pemuliaan UNPAD, 2018)

#### ➤ Biang

Nama klon	:	biang
Tanaman	:	tegak tidak membelit
Batang	:	pendek (29,3cm)
Diameter batang	:	ruas sedang (5,5cm)
Panjang ruas	:	ruas pendek (3,5cm)
Warna batang	:	dominan hijau, densitas bercak ungu pada batang utama sedikit
Warna sekunder batang	:	tidak ada
Warna buku	:	hijau muda
Bulu pada ujung batang	:	jarang
Bentuk daun	:	cuping
Warna daun	:	hijau, penyebaran dan pewarnaan antosianin pada tulang daun absial hijau
Tipe cuping daun	:	dangkal
Jumlah cuping daun	:	3

Tangkai daun	:	pendek (13,7cm)
Warna tangkai	:	penyebaran dan pewarnaan antosianin hijau
Bentuk ubi	:	elips panjang
Ketebalan korteks	:	tipis (1,79 mm)
Warna kulit	:	pre dominan ungu tua
Warna pre dominan daging	:	ungu
Warna sekunder	:	tidak ada
Kekerasan ubi	:	sedang
Susunan ubi	:	tersebar
Potensi hasil	:	19,5 ton/ha
Umur panen	:	4 bulan

(sumber: Lab. Pemuliaan UNPAD, 2016)

#### Lampiran 4. Perhitungan dosis pupuk

##### Dosis pupuk di polybag

Tinggi atau kedalaman tanah 0,2 m, luas 1 ha =  $100 \times 100 \text{ m}^2 = 10.000 \text{ m}^2$

Berat tanah seluas 1 ha:  $0,2 \times 10.000 \text{ m}^3 = 2.000 \text{ m}^3$  atau  $2.000.000 \text{ kg}$ .

Volume tanah dalam polybag = 5 kg

Dosis pupuk hayati menggunakan 2 L/ha, sehingga dosis per polybag:

Dosis pupuk urea menggunakan 150 kg Urea per ha, 100 kg SP-36 per ha, dan 150 kg KCl per ha.

$$\text{Pupuk hayati} = \frac{5 \text{ kg}}{2000000 \text{ kg}} \times 2000 \text{ ml} = 0,005 \text{ ml}$$

$$\text{Pupuk Urea} = \frac{5 \text{ kg}}{2000000 \text{ kg}} \times 150000 \text{ g} = 0,375 \text{ g}$$

$$\text{Pupuk SP - 36} = \frac{5 \text{ kg}}{2000000 \text{ kg}} \times 100000 \text{ g} = 0,25 \text{ g}$$

$$\text{Pupuk KCl} = \frac{5 \text{ kg}}{2000000 \text{ kg}} \times 150000 \text{ g} = 0,375 \text{ g}$$

##### Dosis pupuk di lahan

Efisiensi lahan 80%

Luas plot 3 m<sup>2</sup>

##### ➤ Dosis Pupuk Hayati

Diketahui:

Dosis rekomendasi pupuk hayati cair 2 L/ha (1ha = 10.000)

Kebutuhan lahan =  $0,8 \times 10.000 \text{ m}^2 = 8.000$

=  $1/8.000 \text{ m}^2 \times 2.000 \text{ ml} = 0,25 \text{ ml}$

Kebutuhan pupuk dalam satu plot:

=  $3 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ ml} = 0,75 \text{ ml/plot}$

Aplikasi pupuk hayati cair dengan konsentrasi 0,1 %

=  $0,75 \text{ ml} \times 100/0,1 = 750 \text{ ml}$

Jadi pupuk hayati bion-UP encerkan dengan air sebanyak 750 ml, populasi per plot 25 tanaman, sehingga dosis per tanaman sebanyak 30 ml.

➤ **Dosis Pupuk Kandang**

Rekomendasi pupuk Kandang untuk tanaman ubi jalar: 20.000 kg/ha

Kebutuhan pupuk NPK 100% Rekomendasi

$$= 20.000 \text{ kg}/8.000 \text{ m}^2 \times 3\text{m}^2$$

$$= 7,5 \text{ kg/plot}$$

$$\text{Pupuk hayati} = \frac{8\text{m}^2}{8000\text{m}^2} \times 2000 \text{ ml} = 2 \text{ ml}$$

$$\text{Pupuk Urea} = \frac{8\text{m}^2}{8000\text{m}^2} \times 150000 \text{ g} = 150 \text{ g}$$

$$\text{Pupuk SP - 36} = \frac{8\text{m}^2}{8000\text{m}^2} \times 100000 \text{ g} = 100 \text{ g}$$

$$\text{Pupuk KCl} = \frac{8\text{m}^2}{8000\text{m}^2} \times 150000 \text{ g} = 150 \text{ g}$$

### Lampiran 5. Data curah hujan dan analisis tanah kebun percobaan

#### Data curah hujan Kecamatan Tarogong Kaler Tahun 2008–2017 (mm)

Bulan	Tahun										Rata-rata
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Januari	358	43	279	234	309	394	240	158	120	102	223,7
Februari	374	155	433	190	481	430	283	140	158	122	276,6
Maret	210	387	478	270	257	397	371	27	219	148	276,4
April	323	190	175	413	430	402	371	170	231	201	290,6
Mei	163	185	233	225	232	330	282	32	91	81	185,4
Juni	33	124	225	295	144	213	251	16	33	32	136,6
Juli	0	0	41	171	41	231	157	0	54	10	70,5
Agustus	0	0	272	52	61	102	108	0	20	0	61,5
September	0	0	439	51	82	101	45	27	48	0	79,3
Oktober	0	0	255	235	268	208	176	11	127	64	134,4
November	24	117	375	555	439	59	368	0	223	106	226,6
Desember	334	0	376	374	340	384	496	148	81	120	265,3

Sumber: Kantor Subunit BPBP Karangpawitan, 2017

BK	6	6	1	2	1	1	1	8	4	4
BL	0	0	0	0	3	0	0	0	2	1
BB	6	6	11	10	8	11	11	4	6	7

Keterangan:

- BK (Bulan kering) = curah hujan kurang dari 60 mm
- BL (Bulan lembap) = curah hujan antara 60 mm - 100 mm
- BB (Bulan basah) = curah hujan dari 100 mm

#### Tipe Curah Hujan menurut Schmidt dan Ferguson

$$\text{Nilai } Q = \frac{\text{Rata-rata bulan kering}}{\text{Rata-rata bulan basah}} \times 100\% = \frac{3,4}{8} \times 100 \% = 42,50\%$$

**Tabel Tipe Curah Hujan Schmidt dan Ferguson**

Tipe Curah Hujan	Nilai Q	Kriteria
A	$0,00\% \leq Q < 14,30\%$	Sangat Basah
B	$14,30\% \leq Q < 33,30\%$	Basah
C	$33,30\% \leq Q < 60,00\%$	Agak Basah
D	$60,00\% \leq Q < 100,00\%$	Sedang
E	$100,00\% \leq Q < 167,00\%$	Agak Kering
F	$167,00\% \leq Q < 300,00\%$	Kering
G	$300,00\% \leq Q < 700,00\%$	Sangat Kering
H	$Q > 700,00\%$	Luar Biasa Kering

Tipe curah hujan di Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang berdasarkan Schmidt dan Ferguson (1951) dengan nilai  $Q = 42,50\%$  termasuk kedalam tipe curah hujan C, yaitu Agak Basah.

### Tipe Curah Hujan Menurut Oldeman

Berdasarkan Jumlah bulan basah berturut-turut = 6 dan bulan kering berturut-turut = 3, maka wilayah Kebun Percobaan termasuk tipe C2 (Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering).

**Tabel Kriteria Penentuan Tipe Iklim Oldeman**

Tipe Utama	Bulan Basah Berturut-turut
A	>9
B	7-9
C	5-6
D	3-4
E	<3
Sub Divisi	Bulan Kering Berturut-turut
1	<2
2	2-3
3	4-6
4	>6

**Tabel Zona Agroklimat Oldeman**

Tipe Iklim	Penjabaran
A	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena fluks radiasi matahari sepanjang tahun rendah.
B1	Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim yang baik.
B2-B3	Dapat tanam padi dua kali setahun dengan varietas umur pendek dan muslin kering yang pendek cukup untuk palawija.
C1	Dapat tanam padi sekali dan palawija dua kali setahun.
C2-C4	Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering.
D1	Tanam padi umur pendek satu kali dan palawija cukup.
D2-D4	Hanya mungkin tanam padi sekali dan palawija sekali, perlu adanya irigasi.
E	Satu kali menanam tanam palawija

### Hasil Analisis Tanah Kebun Percobaan

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria
1.	pH: H <sub>2</sub> O	-	7,29	Netral
2.	pH: KCl 1 N	-	5,81	-
3.	C-Organik	(%)	2,06	Rendah
4.	N-total	(%)	0,18	Rendah
5.	C/N	-	11,44	Sedang
6.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25%	(mg/100 g)	30,53	Sedang
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Olsen)	(ppm P)	9,01	Rendah
8.	K <sub>2</sub> O HCl 25%	(mg/100 g)	51,42	Tinggi
9.	Susunan Kation:			
	K-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,54	Sedang
	Na-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,16	Rendah
	Ca-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	7,64	Sedang
	Mg-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	3,34	Tinggi
10.	KTK	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	43,61	Sangat Tinggi
11.	Kejemuhan Basa	(%)	26,78	Rendah
12.	Al-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0	-
13.	H-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,27	-
14.	Kejemuhan Al	(%)	0	-
15.	Tekstur:			
	Pasir	(%)	23	Lempung Berliat
	Debu	(%)	42	
	Liat	(%)	35	

Sumber: Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Unpad, 2019.

## Lampiran 6. Komposisi Media Perbanyakan Mikroba

### a. *Azotobacter*

Bakteri diisolasi dengan media Ashby bebas N (10 g manitol, 0,2 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,2 g MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,2 g NaCl, 0,1 g CaCO<sub>3</sub>, 10 mg Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 15 g agar-agar), dan dipelihara di cawan petri yang disimpan terbalik.

### b. *Azospirillum*

Bakteri diisolasi dengan media Okon (0,3 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,2 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,1 g MgSO<sub>4</sub>, 0,05 g NaCl, 2,5 g Asam Malat, 1,5 g NaOH, 0,25 g Yeast extract, 0,01 g CaCl<sub>2</sub>, 0,01 g FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, 0,001 g Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, 0,5 g Akuadest, 5 g Agar), dan dipelihara di cawan petri yang disimpan terbalik.

### c. *Acinetobacter*

Bakteri diisolasi dengan media TSA (0,5 g TSA, 0,25 g Yeast extract, 5 g Agar, dan 0,5 g Akuadest), dan dipelihara di cawan petri yang disimpan terbalik.

### d. *Penicillium*

Jamur diisolasi pada media *pikovskaya* dengan komposisi 10 g/l gluksa, 5 g/l Ca<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 0,5 g/l (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,2 g/l KCl, 0,1 g/l MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,01 g/l MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, 0,5 g/l yeast ekstract dan 0,01 g/l FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O pada pH 7,0 (Nurkanto, 2007). Selanjutnya media *pikovskaya* sebanyak 16,3 g dilarutkan dengan 1000 ml akuades, lalu dididihkan larutan disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit menggunakan *autoclave*, kemudian dituang ke dalam cawan petri steril dan didiamkan hingga padat. Isolat bakteri dinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam (Pambudi, *et al.*, 2016). Pada media ditambahkan Cloramphenicol (anti bakteri) untuk menghindari tumbuhnya bakteri.

### e. *Pseudomonas*

Bakteri diisolasi pada media *pikovskaya* dengan komposisi 10 g/l gluksa, 5 g/l Ca<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 0,5 g/l (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,2 g/l KCl, 0,1 g/l MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,01 g/l MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, 0,5 g/l yeast ekstract dan 0,01 g/l FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O pada pH 7,0 (Nurkanto, 2007). Selanjutnya media *pikovskaya* sebanyak 16,3 g dilarutkan dengan 1000 ml akuades, lalu dididihkan larutan disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit menggunakan *autoclave*, kemudian dituang ke dalam cawan petri steril dan didiamkan hingga padat. Isolate bakteri dinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam (Pambudi, *et al.*, 2016).

## Lampiran 7. Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Karangpawitan

### Data curah hujan Kecamatan Karangpawitan Tahun 2008–2017 (mm)

Bulan	Tahun										Rata-rata
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Januari	357	369	305	231	144	246	179	186	358	289	266,4
Februari	302	218	305	132	91	259	127	204	132	277	204,7
Maret	344	289	314	67	61	344	281	216	209	368	249,3
April	189	213	219	79	143	259	263	194	217	229	200,5
Mei	30	11	229	50	51	23	175	76	0	32	67,7
Juni	84	0	212	27	0	61	57	80	0	17	53,8
Juli	4	0	0	12	0	142	65	57	0	21	30,1
Agustus	71	0	0	137	0	18	60	90	0	273	64,9
September	11	0	144	16	0	55	49	89	0	135	49,9
Oktober	11	17	173	137	21	160	223	181	0	210	113,3
November	158	262	217	246	87	329	122	165	254	221	206,1
Desember	290	43	191	236	177	264	359	198	148	230	213,6

Sumber: Kantor Subunit BPBP Karangpawitan, 2017

BK	4	7	2	4	6	3	2	1	6	3
BL	2	0	0	2	3	1	2	4	0	0
BB	6	5	10	6	3	8	8	7	6	8

Keterangan:

BK (Bulan kering) = curah hujan kurang dari 60 mm

BL (Bulan lembap) = curah hujan antara 60 mm - 100 mm

BB (Bulan basah) = curah hujan dari 100 mm

### Tipe Curah Hujan menurut Schmidt dan Ferguson

$$\text{Nilai } Q = \frac{\text{Rata-rata bulan kering}}{\text{Rata-rata bulan basah}} \times 100\% = \frac{3,8}{6,8} \times 100 \% = 55,58\%$$

Tipe Curah Hujan	Nilai Q	Kriteria
A	$0,00\% \leq Q < 14,30\%$	Sangat Basah
B	$14,30\% \leq Q < 33,30\%$	Basah
C	$33,30\% \leq Q < 60,00\%$	Agak Basah
D	$60,00\% \leq Q < 100,00\%$	Sedang
E	$100,00\% \leq Q < 167,00\%$	Agak Kering
F	$167,00\% \leq Q < 300,00\%$	Kering
G	$300,00\% \leq Q < 700,00\%$	Sangat Kering
H	$Q > 700,00\%$	Luar Biasa Kering

Tipe curah hujan di Kecamatan Karangpawitan Kabupaten Garut berdasarkan Schmidt dan Ferguson (1951) dengan nilai  $Q = 55,58\%$  termasuk kedalam tipe curah hujan C, yaitu Agak Basah.

### Tipe Curah Hujan Menurut Oldeman

Berdasarkan Jumlah bulan basah berturut-turut = 6 dan bulan kering berturut-turut = 5, maka wilayah Kecamatan Karangpawitan Kabupaten Garut termasuk tipe C3 (Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering).

**Tabel Kriteria Penentuan Tipe Iklim Oldeman**

<b>Tipe Utama</b>	<b>Bulan Basah Berturut-turut</b>
A	>9
B	7-9
C	5-6
D	3-4
E	<3
<b>Sub Divisi</b>	<b>Bulan Kering Berturut-turut</b>
1	<2
2	2-3
3	4-6
4	>6

**Tabel Zona Agroklimat Oldeman**

<b>Tipe Iklim</b>	<b>Penjabaran</b>
A	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena fluks radiasi matahari sepanjang tahun rendah.
B1	Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim yang baik.
B2-B3	Dapat tanam padi dua kali setahun dengan varietas umur pendek dan muslin kering yang pendek cukup untuk palawija.
C1	Dapat tanam padi sekali dan palawija dua kali setahun.
C2-C4	Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering.
D1	Tanam padi umur pendek satu kali dan palawija cukup.
D2-D4	Hanya mungkin tanam padi sekali dan palawija sekali, perlu adanya irigasi.
E	Satu kali menanam tanam palawija

### Hasil analisis tanah Lokasi Kecamatan Karangpawitan

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria
1.	pH: H <sub>2</sub> O	-	6,59	Agak masam
2.	pH: KCl 1 N	-	5,01	-
3.	C-Organik	(%)	1,08	Rendah
4.	N-total	(%)	0,15	Rendah
5.	C/N	-	7	Rendah
6.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25%	(mg/100 g)	70,46	Sangat tinggi
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Olsen)	(ppm P)	23,1	Sangat tinggi
8.	K <sub>2</sub> O HCl 25%	(mg/100 g)	144,1	Sangat tinggi
9.	Susunan Kation:			
	K-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,36	Rendah
	Na-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,92	Tinggi
	Ca-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	13,75	Tinggi
	Mg-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,35	Rendah
10.	KTK	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	18,02	Tinggi
11.	Kejemuhan Basa	(%)	54,89	Sedang
12.	Al-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0	-
13.	H-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,23	-
14.	Kejemuhan Al	(%)	0	-
15.	Tekstur:			
	Pasir	(%)	37,35	Lempung
	Debu	(%)	37,00	
	Liat	(%)	25,65	

Sumber: Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Unpad, 2019.

## Lampiran 8. Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Cilawu

### Data curah hujan Kecamatan Cilawu Tahun 2008–2017 (mm)

<b>Bulan</b>	<b>Tahun</b>										<b>Rata-rata</b>
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Januari	343	392	321	231	144	65	697	182	186	409	297,0
Februari	660	502	359	132	91	177	271	203	211	376	298,2
Maret	1657	613	295	67	61	316	599	362	210	629	480,9
April	1139	336	233	79	143	284	431	130	57	553	338,5
Mei	66	225	134	50	51	65	186	116	69	100	106,2
Juni	111	166	85	27	0	230	0	0	32	276	92,7
Juli	0	48	0	12	0	149	115	0	27	78	42,9
Agustus	4	0	0	137	0	20	0	20	0	35	21,6
September	0	0	0	16	0	73	0	40	16	125	27,0
Oktober	391	106	0	137	21	390	52	73	0	111	128,1
November	415	252	0	246	87	842	373	232	182	65	269,4
Desember	466	639	60	236	177	228	460	214	234	288	300,2

Sumber: Kantor SDAP wil. Cilawu, 2018

BK	3	3	5	4	6	1	4	4	6	1
BL	1	0	2	2	3	3	0	1	1	3
BB	8	9	5	6	3	8	8	7	5	8

Keterangan:

- BK (Bulan kering) = curah hujan kurang dari 60 mm
- BL (Bulan lembap) = curah hujan antara 60 mm - 100 mm
- BB (Bulan basah) = curah hujan dari 100 mm

### Tipe Curah Hujan menurut Schmidt dan Ferguson

$$\text{Nilai } Q = \frac{\text{Rata-rata bulan kering}}{\text{Rata-rata bulan basah}} \times 100\% = \frac{3,7}{8} \times 100 \% = 46,25\%$$

<b>Tipe Curah Hujan</b>	<b>Nilai Q</b>	<b>Kriteria</b>
A	$0,00\% \leq Q < 14,30\%$	Sangat Basah
B	$14,30\% \leq Q < 33,30\%$	Basah
C	$33,30\% \leq Q < 60,00\%$	Agak Basah
D	$60,00\% \leq Q < 100,00\%$	Sedang
E	$100,00\% \leq Q < 167,00\%$	Agak Kering
F	$167,00\% \leq Q < 300,00\%$	Kering
G	$300,00\% \leq Q < 700,00\%$	Sangat Kering
H	$Q > 700,00\%$	Luar Biasa Kering

Tipe curah hujan di Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut berdasarkan Schmidt dan Ferguson (1951) dengan nilai  $Q = 46,25\%$  termasuk kedalam tipe curah hujan C, yaitu Agak Basah.

### Tipe Curah Hujan Menurut Oldeman

Berdasarkan Jumlah bulan basah berturut-turut = 6 dan bulan kering berturut-turut = 4, maka wilayah Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut termasuk tipe C3 (Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering).

**Tabel Kriteria Penentuan Tipe Iklim Oldeman**

Tipe Utama	Bulan Basah Berturut-turut
A	>9
B	7-9
C	5-6
D	3-4
E	<3
Sub Divisi	Bulan Kering Berturut-turut
1	<2
2	2-3
3	4-6
4	>6

**Tabel Zona Agroklimat Oldeman**

Tipe Iklim	Penjabaran
A	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena fluks radiasi matahari sepanjang tahun rendah.
B1	Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim yang baik.
B2-B3	Dapat tanam padi dua kali setahun dengan varietas umur pendek dan muslin kering yang pendek cukup untuk palawija.
C1	Dapat tanam padi sekali dan palawija dua kali setahun.
C2-C4	Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering.
D1	Tanam padi umur pendek satu kali dan palawija cukup.
D2-D4	Hanya mungkin tanam padi sekali dan palawija sekali, perlu adanya irigasi.
E	Satu kali menanam tanam palawija

### Hasil analisis tanah Lokasi Percobaan Kecamatan Cilawu

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria
1.	pH: H <sub>2</sub> O	-	6,27	Agak masam
2.	pH: KCl 1 N	-	4,48	-
3.	C-Organik	(%)	1,18	Rendah
4.	N-total	(%)	0,16	Rendah
5.	C/N	-	7	Rendah
6.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25%	(mg/100 g)	66,69	Sangat tinggi
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Olsen)	(ppm P)	7,88	Sedang
8.	K <sub>2</sub> O HCl 25%	(mg/100 g)	181,88	Sangat tinggi
9.	Susunan Kation:			
	K-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	3,43	Sangat tinggi
	Na-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,52	Sedang
	Ca-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	9,52	Sedang
	Mg-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,56	Sedang
10.	KTK	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	27,52	Tinggi
11.	Kejemuhan Basa	(%)	50,98	Sedang
12.	Al-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0	-
13.	H-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,24	-
14.	Kejemuhan Al	(%)	0	-
15.	Tekstur:			
	Pasir	(%)	13,36	Liat berdebu
	Debu	(%)	43,91	
	Liat	(%)	42,73	

Sumber: Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Unpad, 2019.

**Lampiran 9. Data curah hujan dan analisis tanah Kecamatan Pamulihan**

**Data curah hujan Kecamatan Pamulihan Tahun 2010–2019 (mm)**

Bulan	Tahun										Rata-rata
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Januari	416	43	183	391	257	196	223	0	108	105	192,2
Februari	361	80	263	281	212	409	446	125	272	439	288,8
Maret	677	203	145	357	332	343	414	304	285	192	325,2
April	203	157	225	479	329	159	320	198	204	247	252,1
Mei	482	136	74	147	95	96	315	85	196	75	170,1
Juni	136	68	23	121	145	0	186	56	0	1	73,6
Juli	120	27	0	308	30	0	194	1	0	5	68,5
Agustus	197	0	0	80	35	2	74	0	9	0	39,7
September	322	15	0	84	0	0	306	35	0	2	76,4
Oktober	335	87	88	251	9	1	306	252	95	51	147,5
November	326	270	392	198	233	274	322	531	334	105	298,5
Desember	254	431	0	419	466	298	0	0	203	0	207,1
Sumber: LAPAN Sumedang											
BK	0	4	5	0	4	5	1	6	4	6	
BL	0	3	2	2	1	1	1	1	1	1	
BB	12	5	5	10	7	6	10	5	7	5	

Keterangan:

BK = Bulan Kering apabila curah hujan < dari 60 mm/bulan

BL = Bulan Lembap apabila curah hujan antara 60-100 mm/bulan

BB = Bulan Basah apabila curah hujan > 100 mm/bulan

$$\text{Nilai } Q = \frac{\text{Rata-rata bulan kering}}{\text{Rata-rata bulan basah}} \times 100\% = \frac{3,5}{7,2} \times 100 \% = 48,61 \%$$

**Tipe Curah Hujan menurut Schmidt dan Ferguson**

Tipe Curah Hujan	Nilai Q	Kriteria
A	$0,00\% \leq Q < 14,30\%$	Sangat Basah
B	$14,30\% \leq Q < 33,30\%$	Basah
C	$33,30\% \leq Q < 60,00\%$	Agak Basah
D	$60,00\% \leq Q < 100,00\%$	Sedang
E	$100,00\% \leq Q < 167,00\%$	Agak Kering
F	$167,00\% \leq Q < 300,00\%$	Kering
G	$300,00\% \leq Q < 700,00\%$	Sangat Kering
H	$Q > 700,00\%$	Luar Biasa Kering

Tipe curah hujan di Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang berdasarkan Schmidt dan Ferguson (1951) dengan nilai  $Q = 48,61\%$  termasuk kedalam tipe curah hujan C, yaitu Agak Basah.

### Tipe Curah Hujan Menurut Oldeman

Berdasarkan Jumlah bulan basah berturut-turut = 3 dan bulan kering berturut-turut = 4, maka wilayah Kecamatan Pamulihan Kabupaten Sumedang termasuk tipe D3 (Hanya mungkin tanam padi sekali dan palawija sekali, perlu adanya irigasi).

**Tabel Kriteria Penentuan Tipe Iklim Oldeman**

<b>Tipe Utama</b>	<b>Bulan Basah Berturut-turut</b>
A	>9
B	7-9
C	5-6
D	3-4
E	<3
<b>Sub Divisi</b>	<b>Bulan Kering Berturut-turut</b>
1	<2
2	2-3
3	4-6
4	>6

**Tabel Zona Agroklimat Oldeman**

<b>Tipe Iklim</b>	<b>Penjabaran</b>
A	Sesuai untuk padi terus menerus tetapi produksi kurang karena fluks radiasi matahari sepanjang tahun rendah.
B1	Sesuai untuk padi terus menerus dengan perencanaan awal musim yang baik.
B2-B3	Dapat tanam padi dua kali setahun dengan varietas umur pendek dan muslin kering yang pendek cukup untuk palawija.
C1	Dapat tanam padi sekali dan palawija dua kali setahun.
C2-C4	Setahun hanya dapat tanam padi satu kali dan penanaman palawija jangan tanam di musim kering.
D1	Tanam padi umur pendek satu kali dan palawija cukup.
D2-D4	Hanya mungkin tanam padi sekali dan palawija sekali, perlu adanya irigasi.
E	Satu kah menanam tanam palawija

### Hasil Analisis Tanah Lokasi Percobaan Kecamatan Pamulihan

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria
1.	pH: H <sub>2</sub> O	-	6,32	Agak masam
2.	pH: KCl 1 N	-	5,03	-
3.	C-Organik	(%)	1,02	Rendah
4.	N-total	(%)	0,12	Rendah
5.	C/N	-	9	Rendah
6.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl 25%	(mg/100 g)	23,93	Sedang
7.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Bray)	(ppm P)	2,25	Sangat Rendah
8.	K <sub>2</sub> O HCl 25%	(mg/100 g)	28,55	Sedang
9.	Susunan Kation:			
	K-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,39	Sedang
	Na-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,14	Rendah
	Ca-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	6,81	Sedang
	Mg-dd	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	2,21	Tinggi
10.	KTK	(cmol.kg <sup>-1</sup> )	27,49	Tinggi
11.	Kejemuhan Basa	(%)	34,74	Rendah
12.	Kejemuhan Al	(%)	0	-
13.	Tekstur:			
	Pasir	(%)	4	Liat+
	Debu	(%)	37	
	Liat	(%)	59	

Sumber: Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Unpad, 2020.

### Lampiran 10. Analisis Ragam Percobaan Rumah Kaca

#### 1) Jumlah Daun

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	456,71	2	228,356	2,19	3,443	
perlakuan	34763,60	14	2483,117	23,83	2,259	*
Residual	2917,96	28	104,213			10,38
Total	38138,31	44				

#### 2) Luas Daun Total

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	31852,93	2	15926,46	0,760	3,443	
perlakuan	17536872,00	14	1252634,00	59,791	2,259	*
Residual	586606,40	28	20950,23			8,42
Total	18155331,00	44				

#### 3) Panjang Akar

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	35,936	2	17,968	0,236	3,443	
perlakuan	4488,056	14	320,575	4,210	2,259	*
Residual	2132,170	28	76,149			16,45
Total	6656,163	44	151,276			

#### 4) Volume Akar

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	0,7444	2	0,3722	0,1909	3,443	
perlakuan	376,4111	14	26,8865	13,7908	2,259	*
Residual	54,5889	28	1,9496			17,4778
Total	431,7444	44	9,8124			

#### 5) Bobot Kering Akar

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	8,9333	2	4,4667	2,9665	3,443	
perlakuan	82,4787	14	5,8913	3,9127	2,259	*
Residual	42,1600	28	1,5057			15,5589
Total	133,5720	44	3,0357			

### 6) Nisbah Pupus Akar

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	0,0764	2	0,038	1,610	3,443	
perlakuan	0,6833	14	0,049	2,058	2,259	*
Residual	0,6642	28	0,024			18,353
Total	1,4239	44	0,032			

### 7) Klorofil a

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	41,5620	2	20,7810	0,821	3,443	
perlakuan	2009,9184	14	143,5656	5,672	2,259	*
Residual	708,6934	28	25,3105			30,38
Total	2760,1738	44	62,7312			

### 8) Klorofil b

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	79,1827	2	39,5913	1,3401	3,443	
perlakuan	2849,8692	14	203,5621	6,8901	2,259	*
Residual	827,2376	28	29,5442			31,94
Total	3756,2894	44	85,3702			

### 9) Klorofil Total

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	44,3436	2	22,1718	0,69	3,443	
perlakuan	4961,4053	14	354,3861	11,066	2,259	*
Residual	896,7027	28	32,0251			16,88
Total	5902,4515	44	134,1466			

### 10) Azotobacter

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	731,433	2	365,717	5,363	3,443	
perlakuan	2223,300	14	158,807	2,329	2,259	*
Residual	1909,567	28	68,199			40,482
Total	4864,300	44	110,552			

**11) *Azospirillum***

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	294,711	2	147,356	2,541	3,443	
perlakuan	1902,411	14	135,887	2,343	2,259	*
Residual	1623,789	28	57,992			41,065
Total	3820,911	44	86,839			

**12) *Acinetobacter***

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	1296,633	2	648,317	2,289	3,443	
perlakuan	9051,967	14	646,569	2,282	2,259	*
Residual	7931,700	28	283,275			30,271
Total	18280,300	44	415,461			

**13) *Penicillium***

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	203,233	2	101,617	3,573	3,443	
perlakuan	318,033	14	22,717	0,799	2,259	
Residual	796,433	28	28,444			91,953
Total	1317,700	44	29,948			

**14) *Pseudomonas***

EFFECT	SS	DF	MS	F	F (5%)	VC (%)
Blocks	9110,578	2	4555,289	12,344	3,443	
perlakuan	10811,578	14	772,256	2,093	2,259	
Residual	10332,589	28	369,021			51,903
Total	30254,744	44	687,608			

### Lampiran 11. Analisis Ragam Percobaan di Lapangan

#### 1) Luas Daun Total

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.
Lokasi	3877819,19	2	1938909,60			
Ulangan(Lokasi)	722888,32	6	120481,39			
P	62900351,41	11	5718213,76	5,53	0,00	**
P x Lokasi	22734059,62	22	1033366,35			
Residual	17568107,57	66	266183,45			
Total	107803226,11	107	1007506,79			

#### 2) Jumlah Daun

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.
Lokasi	3724,67	2	1862,33			
Ulangan(Lokasi)	2450,00	6	408,33			
P	170424,69	11	15493,15	5,35	0,00	**
P x Lokasi	63661,56	22	2893,71			
Residual	42315,33	66	641,14			
Total	282576,25	107	2640,90			

#### 3) Panjang Ubi

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	651,28	2	325,64				
Ulangan(Lokasi)	61,63	6	10,27				
P	400,29	11	36,39	2,43	0,04	*	
P x Lokasi	329,97	22	15,00	2,15	0,01	**	
Residual	460,97	66	6,98				12,92
Total	1904,14	107	17,80				

#### 4) Diameter Ubi

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	14,16	2	7,08				
Ulangan(Lokasi)	3,42	6	0,57				
P	46,23	11	4,20	3,09	0,01	*	
P x Lokasi	29,94	22	1,36	2,12	0,01	*	
Residual	42,45	66	0,64				17,09
Total	136,20	107	1,27				

### 5) Jumlah Ubi per Tanaman

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	10,62	2	5,31				
Ulangan(Lokasi)	21,37	6	3,56				
P	84,16	11	7,65	2,84	0,02	*	
P x Lokasi	59,18	22	2,69	2,40	0,00	**	
Residual	74,09	66	1,12				24,01
Total	249,42	107	2,33				

### 6) Jumlah Ubi Ekonomis per Tanaman

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	10,21	2	5,11				
Ulangan(Lokasi)	13,21	6	2,20				
P	41,35	11	3,76	2,03	0,08		
P x Lokasi	40,80	22	1,85	2,64	0,00	**	
Residual	46,28	66	0,70				29,97
Total	151,85	107	1,42				

### 7) Bobot Ubi per Tanaman

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	2393695,31	2	1196847,65				
Ulangan(Lokasi)	356965,08	6	59494,18				
P	2032368,85	11	184760,80	2,07	0,07		
P x Lokasi	1960040,02	22	89092,73	4,17	0,00	**	
Residual	1411378,03	66	21384,52				27,18
Total	8154447,29	107	76209,79				

### 8) Bobot Ubi Ekonomis per Tanaman

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	1407232,54	2	703616,27				
Ulangan(Lokasi)	173198,88	6	28866,48				
P	2650170,88	11	240924,63	2,43	0,04	*	
P x Lokasi	2179805,23	22	99082,06	4,84	0,00	**	
Residual	1351442,60	66	20476,40				29,66
Total	7761850,13	107	72540,66				

### 9) Bobot Ubi per Plot

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	1924,81	2	962,41				
Ulangan(Lokasi)	112,11	6	18,69				
P	587,40	11	53,40	1,76	0,12		
P x Lokasi	667,66	22	30,35	4,13	0,00	**	
Residual	484,84	66	7,35				27,98
Total	3776,82	107	35,30				

### 10) Hasil Ubi Ekonomis per Plot

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	5749,62	2	2874,81				
Ulangan(Lokasi)	107,38	6	17,90				
P	1441,30	11	131,03	2,57	0,03	*	
P x Lokasi	1122,27	22	51,01	2,95	0,00	**	
Residual	1139,47	66	17,26				24,86
Total	9560,03	107	89,35				

### 11) Total Soluble Solid Ubi Segar

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	713,37	2	356,68				
Ulangan(Lokasi)	4,79	6	0,80				
P	107,14	11	9,74	2,75	0,02	*	
P x Lokasi	77,80	22	3,54	2,26	0,01	**	
Residual	103,37	66	1,57				8,91
Total	1006,47	107	9,41				

### 12) Total Soluble Solid Ubi Bakar

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V.
Lokasi	89,00	2	44,50				
Ulangan(Lokasi)	8,32	6	1,39				
P	200,53	11	18,23	1,43	0,23		
P x Lokasi	280,61	22	12,75	5,41	0,00	**	
Residual	155,51	66	2,36				11,99
Total	733,97	107	6,86				



## ■ TENTANG PENULIS

### **Dr. Hanny Hidayati Nafi'ah, S.P., M.P.**

Penulis memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Garut pada tahun 2012, memperoleh Gelar Magister Pertanian pada tahun 2015 dan Doktor Ilmu Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran pada tahun 2022. Penulis menekuni bidang budidaya tanaman pangan dan perkebunan dengan riset yang berkaitan dengan peningkatan produksi tanaman melalui teknologi pemupukan. Penulis diangkat sebagai dosen tetap yayasan di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Garut pada tahun 2015 sampai sekarang.

### **Dr.Sc.Agr. Ir. Agung Karuniawan, M.Sc.Agr.**

Penulis mendapatkan kesempatan pendidikan tinggi di Universitas Padjadjaran (Unpad) dan menamatkan gelar sarjananya di jurusan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian (1990), jenjang strata magister di Master of Plant Breeding di Gottingen Universtat Gemany (1997) dan tingkat doktoral dalam program Plant Breeding di Gottingen Universtat Gemany (2004). Menyelesaikan program doktoral dengan menulis disertasi yang berjudul “Cultivation status and genetic diversity of yam bean (*Pachyrhizus erosus*) in Indonesia”. Penulis menjadi staff pengajar di lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran sejak tahun 1991. Penulis aktif membuat tulisan dalam jurnal nasional maupun jurnal internasional terakreditasi. Penulis juga aktif melakukan penelitian ubi jalar sejak tahun 2006 sampai saat ini. Penulis telah menerbitkan buku yang berjudul “Pemuliaan dan Budidaya Ubi Jalar Madu”, “Etiologi dan Seleksi Ketahanan Ubi Jalar terhadap Penyakit Scurf (*Monilochaetes infuscans*) di Jawa Barat”, dan “Keragaman dan Kemajuan Genetik serta Stabilitas Hasil Ubi Jalar Berdaging Orange”.

**Prof. Dr. Ir. Reginawanti Hindersah, MP.**

Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana Pertanian, Magister Ilmu tanah dan Doktor Ilmu Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Bandung. Setelah sarjana, penulis memilih bekerja sebagai dosen di almamaternya, yaitu Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran dan diangkat menjadi PNS pada 1986. Selama ini penulis menekuni bidang Mikrobiologi Pertanian dan berafiliasi di Laboratorium Biologi Tanah di Fakultas yang sama. Penelitian yang konsisten ditekuni adalah potensi mikroba menguntungkan tanah untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati dan agen bioremediasi lahan terkontaminasi logam berat. Rizobakteri pemfiksasi nitrogen *Azotobacter* spp. menarik perhatian penulis dan telah diteliti sejak tahun 1993 untuk diformulasikan dalam bentuk pupuk hayati.

**Syariful Mubarok, S.P., M.Sc., Ph.D.**

Penulis merupakan Dosen Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Penulis menyelesaikan program doktoral di University of Tsukuba, Jepang. Penulis menekuni bidang hortikulturan, aktif melakukan penelitian rekayasa genetika dan rekayasa budidaya terhadap komoditas hortikultura.

**Hilmi Hardimansyah, S.P.**

Penulis merupakan PNS di Dinas Pertanian Kabupaten Garut, sejak tahun 2017. Penulis bertugas sebagai Koordinator Penyuluhan Pertanian di Kecamatan Cisompet sejak diangkat menjadi PNS, kemudian menjadi Koordinator Penyuluhan Pertanian di Kecamatan Sukaresmi Kabupaten Garut pada Tahun 2018 sampai sekarang. Penulis memperoleh gelar sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Garut.