

PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN BENIH DENGAN MENGGUNAKAN LARUTAN PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*) TERHADAP PERKECAMBAHAN DAN PERTUMBUHAN AWAL TANAMAN PEPAYA (*Carica papaya L.*) VARIETAS CALINA (IPB 9)

Aa Sirli Sakoti*, Lia Amalia dan R. Wahyono Widodo
Fakultas Pertanian-Universitas Winaya Mukti, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.29 Tanjungsari
45362, Kab. Sumedang, Jawa Barat, Indonesia.

Email : achmadsirli28@gmail.com

ABSTRACT

This experiment aims to study the concentration and duration of soaking the best seeds using PGPR solution to the germination and early growth of papaya plants. This experiment was carried out from June to August 2020, in Sukajaya Village, Sumedang Selatan District, Sumedang Regency. The design used in this experiment was a simple randomized block design, consisting of a combination of the concentration of the PGPR solution and the length of soaking the seeds with 4 treatment levels and 1 control treatment, so that there were 17 treatment units, namely, A = (Control), B = 5 g L⁻¹ 10 minutes, C = 5 g L⁻¹ 20 minutes, D = 5 g L⁻¹ 30 minutes, E = 5 g L⁻¹ 40 minutes, F = 10 g L⁻¹ 10 minutes, G = 10 g L⁻¹ 20 minutes, H = 10 g L⁻¹ 30 minutes, I = 10 g L⁻¹ 40 minutes, J = 15 g L⁻¹ 10 minutes, K = 15 g L⁻¹ 20 minutes, L = 15 g L⁻¹ 30 minutes, M = 15 g L⁻¹ 40 minutes, N = 20 g L⁻¹ 10 minutes, O = 20 g L⁻¹ 20 minutes, P = 20 g L⁻¹ 30 minutes, and Q = 20 g L⁻¹ 40 minutes. The combination of concentration treatment and the length of time soaking the seeds using PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) solution did not have an effect on germination but did have an effect on plant height and leaf number.

Keywords: *papaya, PGPR concentration, soaking time, and seedling*

ABSTRAK

Percobaan ini bertujuan untuk mempelajari konsentrasi dan lama perendaman benih terbaik dengan menggunakan larutan PGPR terhadap perkecambah dan pertumbuhan awal tanaman pepaya. Percobaan ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2020, di Desa Sukajaya Kecamatan Sumedang Selatan Kabupaten Sumedang. Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Kelompok sederhana, terdiri dari kombinasi konsentrasi larutan PGPR dan lama perendaman benih dengan masing-masing 4 taraf perlakuan dan 1 perlakuan kontrol sehingga terdapat 17 unit perlakuan yaitu, A = (Kontrol), B = 5 g L⁻¹ 10 menit, C = 5 g L⁻¹ 20 menit, D = 5 g L⁻¹ 30 menit, E = 5 g L⁻¹ 40 menit, F = 10 g L⁻¹ 10 menit, G = 10 g L⁻¹ 20 menit, H = 10 g L⁻¹ 30 menit, I = 10 g L⁻¹ 40 menit, J = 15 g L⁻¹ 10 menit, K = 15 g L⁻¹ 20 menit, L = 15 g L⁻¹ 30 menit, M = 15 g L⁻¹ 40 menit, N = 20 g L⁻¹ 10 menit, O = 20 g L⁻¹ 20 menit, P = 20 g L⁻¹ 30 menit, dan Q = 20 g L⁻¹ 40 menit. Kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama waktu perendaman benih menggunakan larutan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) tidak memberikan pengaruh terhadap perkecambah namun berpengaruh pada tinggi tanaman dan jumlah daun.

Kata kunci: pepaya, konsentrasi PGPR, lama perendaman, dan pembenihan

PENDAHULUAN

Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura Indonesia yang memiliki berbagai fungsi dan manfaat. Sebagai buah segar, pepaya banyak dipilih

konsumen karena selain harganya yang relatif terjangkau, juga memiliki kandungan nutrisi yang baik. Kandungan nutrisi yang terdapat dalam 100 g buah pepaya antara lain mengandung 12,4 g karbohidrat, 23 mg

kalsium, 12 mg fosfor, 1,7 mg besi 110 mg retinol, 0,04 mg tiamin, dan 78 mg vitamin C. Selain nutrisi yang tinggi pepaya mengandung getah penghasil papain (enzim proteolitik) yang banyak digunakan pada industri makanan, kosmetik dan farmasi (Suyanti, 2016).

Menurut data hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (2017) jumlah total konsumsi buah pepaya terus meningkat dengan angka 2,24 kg kapita-1 tahun-1, 2,88 kg kapita-1 tahun-1 dan 5,32 kg kapita-1 tahun-1 dari tahun 2015-2017. Hal ini bertolak belakang dengan data hasil produksi pepaya yang mengalami penurunan pada tahun 2015-2017 (Badan Pusat Statistik, 2017).

Produktivitas pepaya perlu terus ditingkatkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dengan pembenihan yang baik dan efektif, karena benih merupakan tahap awal yang sangat menentukan dalam keberhasilan penanaman dan produksi di kemudian hari. Faktor yang menyebabkan rendahnya produksi adalah tidak optimalnya pertumbuhan benih pepaya, kondisi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun, serta adanya hama dan penyakit. Tidak optimalnya pertumbuhan benih tanaman pepaya disebabkan petani sering menggunakan media tanam yang tingkat kesuburannya relatif rendah, dan menggunakan media tanam yang tidak sesuai sehingga mendatangkan penyakit pada pembenihan (Nasib, Suketi dan Widodo, 2016).

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan mikroba tanah yang terdapat pada akar tanaman yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan perlindungan terhadap patogen tertentu (Van Loon, 2007). PGPR mampu menghasilkan hormon tumbuhan seperti auxin, giberellin dan sitokinin, sebagai pelarut fosfat dan fiksasi nitrogen (Spaepen, S., J. Vanderleyden., 2009).

Pengaruh langsung PGPR didasarkan atas kemampuannya menyediakan dan memobilisasi atau memfasilitasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah serta mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu tumbuh, sedangkan pengaruh tidak langsung berkaitan dengan kemampuan PGPR menekan aktivitas patogen dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan siderophore (Kloepper, 1993).

PGPR dapat diaplikasikan dengan dua cara yaitu perendaman benih dan penyiraman, perendaman benih yang tepat mampu

meningkatkan hasil tanaman dikarenakan bakteri akan mengikat seedcoat dan melakukan imbibisi ke dalam benih. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan kombinasi konsentrasi dan lama perendaman PGPR pada benih tanaman pepaya, diharapkan dapat menjadi alternatif untuk menghasilkan benih dan pertumbuhan awal pepaya yang baik sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman pepaya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2020, di Desa Sukajaya Kecamatan Sumedang Selatan Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dengan ketinggian tempat 705 mdpl.

Alat-alat yang digunakan selama percobaan yaitu penggaris, jangka sorong digital, timbangan digital, Thermo Hygro Digital, baskom, toples plastik, handsprayer, emrat, alat-alat pertanian (cangkul dan sabit) dan alat tulis serta alat dokumentasi (kamera). Bahan yang digunakan selama percobaan meliputi benih pepaya calina IPB 9 (Deskripsi tanaman tersedia pada Lampiran.1), PGPR wish RhizomaX, Polybag (15 cm x 20 cm), tisu, media tanam (tanah, arang sekam, dan pupuk kandang domba), paranet, bambu, dan label.

Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana yang terdiri dari kombinasi konsentrasi larutan PGPR sebanyak 4 taraf perlakuan dengan lama perendaman benih sebanyak 4 taraf perlakuan dan 1 perlakuan kontrol sehingga terdapat 17 unit perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 2 kali sehingga terdapat 34 satuan percobaan.

Pada setiap perlakuan kombinasi terdapat 4 polybag sehingga jumlah polybag yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebanyak 136 polybag. Jumlah benih yang ditanam per polybag adalah sebanyak 2 biji, untuk kemudian nantinya dipelihara 1 benih yang paling baik pertumbuhannya, jumlah benih yang ditanam untuk uji perkecambahan dan vigor adalah 8 biji untuk setiap perlakuan kombinasi sehingga jumlah benih yang dibutuhkan pada percobaan ini adalah sebanyak 884 biji benih. Percobaan terdiri dari 16 kombinasi dan 1 perlakuan kontrol yang terbagi atas 2 ulangan, dengan perlakuan yang terdiri dari :

- A = Tanpa perendaman pada larutan PGPR (Kontrol)
- B = 5 g L⁻¹ direndam selama 10 menit
- C = 5 g L⁻¹ direndam selama 20 menit
- D = 5 g L⁻¹ direndam selama 30 menit
- E = 5 g L⁻¹ direndam selama 40 menit
- F = 10 g L⁻¹ direndam selama 10 menit
- G = 10 g L⁻¹ direndam selama 20 menit
- H = 10 g L⁻¹ direndam selama 30 menit
- I = 10 g L⁻¹ direndam selama 40 menit
- J = 15 g L⁻¹ direndam selama 10 menit
- K = 15 g L⁻¹ direndam selama 20 menit
- L = 15 g L⁻¹ direndam selama 30 menit
- M = 15 g L⁻¹ direndam selama 40 menit
- N = 20 g L⁻¹ direndam selama 10 menit
- O = 20 g L⁻¹ direndam selama 20 menit
- P = 20 g L⁻¹ direndam selama 30 menit
- Q = 20 g L⁻¹ direndam selama 40 menit

Data hasil pengamatan dianalisis dengan uji analisis ragam (ANOVA). Apabila berpengaruh nyata maka data akan diuji lanjut menggunakan scottknot pada taraf nyata 5 %.

Adapun pelaksanaan yang dilakukan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut :

Pembuatan naungan

Lahan yang akan digunakan untuk tempat pembuatan naungan diratakan terlebih dahulu menggunakan cangkul. Bambu dimanfaatkan sebagai tiang pada naungan dengan tinggi 1,5 m, jarak setiap tiang disesuaikan dengan luas lahan. Paraset digunakan sebagai atap naungan untuk melindungi tanaman dari pengaruh panas sinar matahari yang berlebihan.

Persiapan media tanam

Persiapan media tanam dilakukan dengan mengambil tanah pada kedalaman 20 cm. Seluruh sisa tanaman atau gulma disingkirkan atau dibuang agar tidak bercampur dengan tanah yang akan dijadikan media tanam. Tanah selanjutnya digemburkan dan dikering anginkan untuk kemudian dicampur dengan arang sekam dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1 untuk kemudian dimasukan dalam polybag ukuran 15 cm x 20 cm. Menurut Hidayati (2014), penambahan pupuk kandang pada-media tanam sangat baik dikarenakan pupuk kandang berperan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Menurut Kholifah et al (2014) arang sekam memiliki kelebihan dibandingkan dengan sekam yaitu lebih steril dan tidak lagi mengalami dekomposisi sehingga tanaman yang ditanam pada media arang sekam dapat memanfaatkan hara yang tersedia sepenuhnya.

Persiapan benih

Sebelum penyemaian benih dicuci dengan air bersih yang mengalir sebanyak 2-3 kali untuk membersihkan sisa kotoran, kemudian direndam dalam air hangat kuku dengan suhu kurang lebih 40°C selama 24 jam.

Pemberian perlakuan

Benih yang telah direndam selama 24 jam dikering anginkan dengan suhu ruangan selama 15 menit, kemudian benih direndam pada larutan PGPR sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan.

Penyemaian

Penyemaian dilakukan pada media tisu yang dibasahi air, tisu diletakan pada toples plastik kemudian basahi dengan air menggunakan handsprayer, benih pepaya sebanyak 8 biji per perlakuan kemudian disusun sesuai perlakuan perendaman kemudian dilapisi kembali menggunakan tisu dan dibasahi kembali. Media disimpan pada tempat yang terkena sinar matahari langsung dan dijaga agar media tidak terlalu kering tapi juga tidak terlalu basah.

Penanaman

Pada media polybag biji ditanam sebanyak 2 benih pada setiap perlakuan. Penanaman benih di polybag ukuran 15 cm x 20 cm dengan kedalaman lubang tanam 1 cm -2 cm.

Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan terhadap tanaman pepaya meliputi :

1. Penyulaman

Penyulaman pada tanaman sampai dengan berumur 1 minggu, yaitu dengan cara mengganti tanaman yang tumbuhnya kurang normal atau mati dengan tanaman yang menggunakan perlakuan dan berumur sama.

2. Penyiraman

Penyiraman dilakukan rutin setiap hari yakni pagi atau sore hari, terutama pada saat cuaca kering intensitas penyiraman ditingkatkan.

3. Penyiangan

Penyiangan dilakukan untuk menghilangkan gulma yang tumbuh disekitar tanaman dengan cara mencabutnya secara hati-hati. Penyiangan dilakukan karena gulma yang tumbuh akan menghambat pertumbuhan tanaman maka dengan itu gulma harus dihilangkan.

4. Identifikasi hama dan penyakit

Hama dan penyakit yang menyerang tanaman akan diidentifikasi berdasarkan jenis dan persentasi serangan. Pengendalian serangan hama selama proses percobaan akan dikendalikan secara mekanis selama persentasi serangan masih kecil.

HASIL PENELITIAN

Pengamatan Penunjang

1. Suhu dan kelembaban

Suhu dan kelembaban selama proses percobaan diukur dengan menggunakan Thermo Hygro Digital, rata-rata suhu ruangan pada proses percobaan perkecambah dan uji vigor adalah 26,5°C, sedangkan kelembaban ruangan rata-rata yaitu 64,6%. Untuk rata-rata suhu pada proses percobaan pertumbuhan benih pepaya setelah berkecambah adalah 28,1°C dengan rata-rata kelembaban 56,9%

2. Identifikasi hama dan penyakit

Hama yang teridentifikasi selama penelitian adalah ulat grayak (*Spodoptera* sp) dan kutu putih (*Paracoccus marginatus*). Ulat grayak menyerang benih tanaman pepaya pada umur 3 MST. Ulat grayak menyerang bagian daun dan pucuk tanaman dengan persentase serangan 2,2%, pengendalian serangan ulat grayak dilakukan secara mekanis. Kutu putih menyerang benih tanaman pepaya dengan cara menghisap cairan tanaman yang terdapat pada

daerah sekitar daun sehingga menyebabkan daun menjadi mengkerut dan kering, serangan hama kutu putih terjadi pada saat tanaman berumur 4 MST dengan presentasi serangan 3,6%. Serangan hama kutu putih disebabkan oleh tanaman vektor yang berada disekitar area lahan percobaan, pengendalian serangan hama ini dilakukan dengan cara memangkas tanaman vektor untuk kemudian dibuang dan dibakar.

Selama proses percobaan tidak terdapat benih pepaya yang terserang penyakit. Menurut Choliq (2016) PGPR juga berfungsi sebagai bioprotektan dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen sehingga dapat menekan serangan penyakit terhadap tanaman.

Pengamatan Utama

1. Daya Berkecambah

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap daya berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB9) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap daya berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Daya Kecambah (%)
	14 HST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	68,75 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	68,75 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	68,75 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	43,75 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	75,00 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	81,25 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	56,25 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	75,00 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	43,75 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	81,25 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	62,50 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	68,75 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	75,00 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	56,25 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	68,75 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	62,50 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	75,00 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap daya berkecambah tanaman pepaya varietas calina

(IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

2. Waktu berkecambah

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap waktu

berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap waktu berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Waktu Berkecambah (Hari)
	14 HST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	7,17 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	6,58 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	7,08 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	6,63 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	7,20 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	6,67 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	6,58 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	6,74 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	6,90 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	7,18 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	7,13 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	6,50 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	6,46 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	6,85 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	6,40 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	7,17 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	6,54 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap waktu berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

3. Kecepatan berkecambah

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap kecepatan berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap kecepatan berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Kecepatan Berkecambah (%Etal)
	14 HST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	10,19 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	13,27 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	11,07 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	6,80 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	11,88 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	12,44 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	9,17 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	11,35 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	7,72 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	13,68 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	10,85 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	11,64 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	13,42 a

N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	8,30 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	12,40 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	10,95 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	11,71 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap kecepatan berkecambah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

4. Vigor benih

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap vigor benih tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap vigor benih tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Vigor Benih (%)
	14 HST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	0,00 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	12,50 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,00 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,00 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,00 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	25,00 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,00 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,00 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,00 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,00 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	12,50 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,00 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	18,75 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,00 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,00 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,00 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	6,25 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap vigor benih tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

5. Tinggi Tanaman

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap tinggi tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap tinggi tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)				
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	3,60 a	5,43 a	6,30 a	7.53 a	8.10 a

B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	3,80 a	5,68 a	6,98 a	9,50 a	13,43 b
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	4,50 a	5,98 a	7,28 a	9,85 a	12,50 b
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	4,18 a	6,23 a	7,35 a	10,45 a	13,55 b
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	3,65 a	5,25 a	6,73 a	9,35 a	12,40 b
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	4,55 a	6,18 a	7,43 a	9,78 a	13,15 b
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	4,08 a	5,35 a	6,65 a	9,45 a	13,10 b
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	4,53 a	5,65 a	6,88 a	10,05 a	13,00 b
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	4,03 a	5,80 a	6,83 a	9,98 a	12,73 b
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	4,50 a	6,20 a	7,73 a	10,70 a	14,33 b
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	4,15 a	6,00 a	7,23 a	10,05 a	13,48 b
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	3,83 a	5,45 a	6,35 a	9,53 a	13,08 b
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	4,23 a	6,00 a	7,33 a	10,15 a	13,53 b
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	4,05 a	5,63 a	6,90 a	9,53 a	12,68 b
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	3,93 a	5,83 a	6,90 a	10,18 a	13,15 b
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	3,90 a	5,58 a	6,98 a	9,58 a	12,13 b
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	3,95 a	5,48 a	6,98 a	10,50 a	13,73 b

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 5, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap tingggi tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata pada 2 MST sampai dengan 5 MST namun berpengaruh nyata pada 6 MST menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

6. Jumlah Daun

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap jumlah daun tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap jumlah daun tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)				
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	0,75 a	4,50 a	6,00 a	8,75 a	11,25 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,75 a	4,25 a	6,50 a	9,50 a	11,50 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,25 a	3,75 a	6,25 a	10,25 b	11,50 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,50 a	3,75 a	7,00 a	10,50 b	12,50 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	2,00 a	4,00 a	6,50 a	10,25 b	12,25 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,75 a	4,25 a	6,25 a	10,00 b	11,75 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	2,00 a	4,25 a	6,75 a	9,50 a	12,00 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	2,00 a	4,25 a	6,75 a	10,25 b	12,25 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	1,75 a	4,00 a	6,25 a	9,25 a	11,50 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,75 a	4,50 a	6,75 a	10,25 b	12,25 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,50 a	4,00 a	6,25 a	10,25 b	11,50 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	2,00 a	4,25 a	6,25 a	10,25 b	12,00 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	2,00 a	4,00 a	6,75 a	10,50 b	12,50 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,75 a	4,00 a	6,50 a	10,00 b	11,75 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,50 a	4,00 a	6,50 a	10,25 b	12,25 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,50 a	4,00 a	6,25 a	10,00 b	12,25 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	1,75 a	4,00 a	6,75 a	10,00 b	12,25 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Tabel 6, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap jumlah daun tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) pada 5 MST memberikan pengaruh yang berbeda nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

7. Diameter batang

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap diameter batang tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap diameter batang tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Rata-rata Diameter Batang (mm)		
	4 MST	5 MST	6 MST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	1,88 a	2,63 a	3,35 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,80 a	2,85 a	3,95 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,85 a	3,05 a	3,88 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,88 a	3,00 a	3,98 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	1,88 a	2,95 a	3,78 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,83 a	2,98 a	3,85 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,90 a	2,83 a	3,65 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,98 a	3,15 a	3,93 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	1,88 a	2,90 a	3,70 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	2,00 a	3,03 a	4,03 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	2,03 a	2,93 a	3,63 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,93 a	3,08 a	3,95 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	2,05 a	3,08 a	4,13 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	2,03 a	3,28 a	4,00 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,95 a	3,18 a	4,05 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,95 a	2,83 a	3,78 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	2,03 a	3,15 a	3,85 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap diameter batang tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

8. Volume akar

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap volume akar tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap volume akar tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Rata-rata Volume Akar (cm ³)
	6 MST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	1,69 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	2,13 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	2,13 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	2,06 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	2,19 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,69 a

G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,50 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,88 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	1,88 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	2,00 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,38 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	2,13 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	1,56 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	1,75 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	1,44 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	1,31 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	1,69 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Tabel 8 menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap volume akar tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

9. Bobot basah tanaman

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap bobot basah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap bobot basah tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Rata-rata Bobot Basah Tanaman(g)
	6 MST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	6,26 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	7,71 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	8,50 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	7,45 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	7,98 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	7,49 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	6,70 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	7,59 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	7,65 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	8,73 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	6,69 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	8,71 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	7,79 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	7,34 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	7,26 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	6,58 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	6,97 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 11 pemberian perlakuan konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap bobot kering tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak

nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

10. Bobot kering tanaman

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih

menggunakan PGPR terhadap bobot kering tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap bobot kering tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Rata-rata Bobot Basah Kering(g)
	6 MST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	0,55 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,75 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,73 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,73 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,70 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,63 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,58 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,77 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,67 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,75 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,66 a
L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,78 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,76 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,64 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,70 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,62 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,67 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 10 pemberian perlakuan konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap bobot kering tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

11. Nisbah pupus akar

Hasil analisis lanjutan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap nisbah pupus akar tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap nisbah pupus akar tanaman pepaya varietas calina (IPB 9).

Perlakuan	Rata-rata NPA (g)
	6 MST
A (Tanpa Perendaman PGPR)	0,55 a
B (5 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,75 a
C (5 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,73 a
D (5 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,73 a
E (5 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,70 a
F (10 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,63 a
G (10 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,58 a
H (10 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,77 a
I (10 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,67 a
J (15 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,75 a
K (15 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,66 a

L (15 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,78 a
M (15 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,76 a
N (20 g L ⁻¹ + 10 menit)	0,64 a
O (20 g L ⁻¹ + 20 menit)	0,70 a
P (20 g L ⁻¹ + 30 menit)	0,62 a
Q (20 g L ⁻¹ + 40 menit)	0,67 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut Uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 11 pemberian perlakuan konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR terhadap nisbah pupus akar tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata menurut uji gugus scott-knott pada taraf nyata 5%.

PEMBAHASAN

1. Perkecambahan

Pada semua hasil parameter perkecambahan (daya kecambah, waktu berkecambah, kecepatan kecambah dan vigor benih) menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata dari semua perlakuan konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR. Hal ini diduga PGPR dinilai tidak efektif digunakan untuk perkecambahan, karena pada dasarnya bakteri yang terkandung pada PGPR merupakan bakteri yang mengkolonisasi daerah sekitar perakaran tanaman, aktif mensintesis dan memproduksi fitohormon pada area rizosfer, sehingga kurang tepat pemakaiannya jika digunakan untuk meningkatkan proses perkecambahan.

Menurut Wahyuni (2020) pemberian PGPR tidak berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter perkecambahan dikarenakan peran PGPR sebagai biostimulan yang mampu memacu pertumbuhan dengan cara memproduksi fitohormon masih belum maksimal, juga kerja PGPR sebagai pemfiksasi nitrogen dan pelarutan fosfat tidak optimal pada proses peningkatan perkecambahan.

Selain itu faktor yang menyebabkan tidak adanya pengaruh nyata pada parameter vigor benih kemungkinan disebabkan oleh indeks vigor dari benih pepaya varietas calina (IPB 9) yang rendah dimana benih pepaya varietas ini tidak dapat berkecambah pada kondisi lingkungan yang suboptimal.

2. Pertumbuhan awal

Konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR menghasilkan pengaruh yang nyata pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Hal ini diduga karena Rhizobakteria pada PGPR mampu memproduksi hormon indol-3 acetic acid (IAA). Menurut Tabriji (2016) PGPR berfungsi dalam mempercepat penyerapan unsur hara melalui akar tanaman, sehingga dengan konsentrasi PGPR yang tepat memenuhi kebutuhan unsur hara makro dan mikro dan memacu pertumbuhan vegetatif tinggi tanaman dan penambahan jumlah daun tanaman. PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara langsung melalui hormon-hormon pertumbuhan yang dihasilkan seperti Giberelin (Gac) dan indole-3 acetic acid (IAA).

Rhizobakteria kelompok *Bacillus* sp, *Pseudomonas fluorescens* dan *Serratia* sp, pada PGPR memiliki kemampuan memproduksi hormon tumbuh seperti indole-3 acetic acid (IAA), dimana hormon ini akan mempengaruhi perpanjangan sel tanaman. Menurut Fahima dan Enny (2015) indole-3 acetic acid (IAA) merupakan anggota utama dari kelompok auksin yang mengendalikan banyak proses fisiologis penting termasuk pembesaran dan pembelahan sel, deferensiasi jaringan dan respon terhadap cahaya dan gravitasi.

Pengaruh Konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR pada parameter tinggi tanaman terjadi pada saat benih tanaman pepaya berusia 6 MST sedangkan pada jumlah daun terjadi pada saat tanaman berusia 5 MST, menurut Awaludin et al (2016) pengaruh rizobakteri terhadap pertumbuhan tanaman yang cenderung lambat, diduga karena rizobakteri masih melakukan adaptasi dengan lingkungan rizosfer, dan melindungi tanaman dari patogen seperti lignifikasi dinding sel, dan juga bersaing dengan sejumlah bakteri in situ.

Pengamatan pertumbuhan awal di lapangan pada sebagian parameter seperti diameter batang, bobot basah dan volume akar

dimana hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata. Meskipun sama halnya dengan hasil pengamatan perkecambahan bahwa pada hasil pengamatan pertumbuhan awal-pun terdapat nilai rata-rata tertinggi yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Diduga tidak terjadinya pengaruh nyata pada sebagian parameter tersebut dikarenakan adanya keterlambatan proses penambatan unsur N oleh rhizobakteria yang masih melakukan proses adaptasi terlebih dahulu pada lingkungan sekitar perakaran sehingga sebagian proses pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi terhambat.

Menurut pernyataan Chaerunnisa dan Suryanto (2018) dimana pemberian PGPR merupakan salahsatu cara penambatan N secara biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme khususnya bakteri non simbiosis yang hidup bebas untuk dapat menyediakan, memobilisasi dan memfasilitasi penyerapan unsur hara di dalam tanah. Nitrogen ialah bagian dari klorofil yang berperan dalam fotosintesis sehingga ketersediaannya sangat diperlukan guna proses fotosintesis yang optimal. Hasil fotosintat yang diperoleh akan ditranslokasikan ke bagian tanaman seperti akar, batang dan daun sehingga menyebabkan bobot tanaman bertambah.

Parameter bobot kering dan nisbah pupus akar (NPA) hasil analisis ragam pada tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh nyata dari pemberian konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR. Hal ini diduga pada saat proses pertumbuhan jumlah akumulasi unsur hara yang diserap oleh akar tanaman adalah sama sehingga hal ini mempengaruhi keseragaman total berat kering dan NPA.

Dugaan ini didukung oleh pernyataan Oktafia (2018) seiring dengan bertambahnya pertumbuhan organ vegetatif pada tanaman maka nilai berat kering tanaman akan meningkat, selain itu ketersediaan unsur hara yang dapat diserap tanaman juga dapat mempengaruhi nilai berat kering tanaman itu sendiri. Menurut Ningsih, Armita dan Maghfoe (2018) tidak terjadinya pengaruh pada nilai berat kering dikarenakan adanya akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman antar perlakuan adalah sama, hal ini juga sesuai dengan penelitian Putri (2013) tentang pengaruh PGPR terhadap pertumbuhan

dan produksi tanaman kedelai menunjukkan bahwa perlakuan PGPR pada parameter bobot kering tanaman tidak memberikan pengaruh yang nyata.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama waktu perendaman benih menggunakan larutan PGPR memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pepaya, khususnya pada karakter tinggi tanaman umur 6 MST dan jumlah daun umur 5 MST.
2. Kombinasi semua perlakuan konsentrasi dan lama waktu perendaman menggunakan larutan PGPR menghasilkan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman (dibandingkan kontrol) dan memberikan jumlah daun yang lebih banyak pada perlakuan konsentrasi PGPR 5 g L⁻¹ dengan lama perendaman 20-40 menit.

Saran

1. Perlakuan PGPR sebaiknya tidak digunakan untuk mempercepat perkecambahan benih pepaya varietas calina (IPB 9).
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk dapat mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman benih menggunakan PGPR hingga tanaman pepaya varietas calina (IPB 9) menghasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Nasional (2017) Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan (2015-2017).
- Chaerunnisa, S. S. dan Suryanto, A. (2018) 'Pengaruh PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Dosis Pupuk Urea pada Tanaman Kailan (Brassica oleracea var. Alboglabra)', *Produksi Tanaman*, 6(8), pp. 1952–1959.
- Choliq, Feri Abdul., Mintarto Martosudiro dan Safira Candra Jalaweni. (2016) 'Aplikasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Terhadap Infeksi *Chrysanthemum mild mottle virus*

- (CMMV), Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Krisan (*Chrysanthemum sp.*)', *Agroradix*, 3(2). ISSN: 2621-0665.
- Hidayati, R. S. (2014). Efektivitas Penggunaan Beberapa Macam Pupuk Kandang Tanaman, dan Pemangkasan Cabang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon Esculentum Mill*)', *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 2(1), pp. 1–72.
- Hipi, Awaludin. *et al.* (2016) 'Pengaruh Aplikasi Rizobakteri dan Pupuk Fosfat terhadap Produktivitas dan Mutu Fisiologis Benih Jagung Hibrida', *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 32(3).
- Kholida, Fahima Tahta dan Enny Zulaika. (2015) 'Potensi Azotobacter sebagai Penghasil Hormon IAA (*Indole-3-Acetic Acid*)', *Sains dan Seni ITS*, 4(2), pp. 2337–3520. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/15622-ID-potensi-azotobacter-sebagai-penghasil-hormon-iaa-indole-acetic-acid.pdf>.
- Klopper, J. (1993) *Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Kholifa, F., T. M. Onggo dan W. Sutari. (2014) 'Pengaruh Berbagai Komposisi Bibit, Kompos dalam Tiga Jenis Media Pembibitan terhadap Pertumbuhan Asparagus dalam Polibeg', *Jurnal Kultivasi*, 13(1), pp. 1–51.
- Nasib, S. Bin, Suketi, K. dan Widodo, W. D. (2016) 'Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria Terhadap Bibit dan Pertumbuhan Awal Pepaya', *Buletin Agrohorti*, 4(1), p. 63. doi: 10.29244/agrob.4.1.63-69.
- Ningsih, Y. F., Armita, D. dan Maghfoer, D. (2018) 'Pengaruh Konsentrasi Dan Interval Pemberian Pgpr Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Buncis Tegak (*Phaseolus Vulgaris L.*)', *Produksi Tanaman*, 6(7), pp. 1603–1612.
- Oktafia, Tour Jannah dan Moch Dawam Magfoer. (2018) 'Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Terhadap Aplikasi EM dan PGPR', *Produksi Tanaman*, 6(6), pp. 1974–1981.
- Spaepen, S., J. Vanderleyden., dan Y. Okon. (2009) '*Plant growth-promoting actions of rhizobacteria*', *Adv Botl Res*, (51), pp. 283–320.
- Suyanti, S. dan A. B. A. (2016) 'Produk Diversifikasi Olahan Untuk Meningkatkan Nilai Tambah Dan Mendukung Pengembangan Buah Pepaya (*Carica Papaya L.*) Di Indonesia', *Buletin Teknologi Pasca Panen*, 8(2).
- Tabriji, Siti M. Sholiha dan Diah Meidiantie. (2016) 'Pengaruh Konsentrasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobakterium) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*)', *Respati Pertanian*, 8(1), p. ISSN : 1411-7126.
- Wahyuni, S., Aziza Noor Laili dan Marsuni, Y. (2020) 'Uji Konsentrasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam Memacu Perkecambahan Biji Poliembriani pada Biji Jeruk Siam Banjar', *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 3(1), pp. 34–44.