



AGROMIX

Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan
pISSN (Print): 2085-241X; eISSN (Online): 2599-3003
Website: <https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/agromix>

Pengaruh lama perendaman dan aplikasi agens hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap pertumbuhan benih tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

The effect of soaking time and application of biological agents Bacillus subtilis and Pseudomonas fluorescens on the growth of caisim mustard seeds (Brassica juncea L.)

Sumardi Noor¹, Dewi Melani^{1*}

¹Balai Besar Pelatihan Pertanian Ketindan. Jl. Ketindan No.1 Lawang, Malang, Jawa Timur

*Email korespondensi: dewimelani85@gmail.com

ABSTRACT

Article history

Received : March 03, 2022

Accepted : August 23, 2022

Published : September 30, 2022

Keyword

Bacillus subtilis; *Brassica juncea*;
Pseudomonas fluorescens; Seed
Growth; Soaking Time;

Introduction: The use of non-pathogenic bacteria explored from plant roots (rhizobacteria) belonging to the Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) group. This study aims to utilize Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* on the growth of Caisim mustard seeds (*Brassica juncea* L.). **Methods:** This study used a completely randomized design (CRD). The first factor is the type of bacteria, B0 = control, B1 = *Bacillus subtilis*, B2 = *Pseudomonas fluorescens*, and B3 = *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens*. The second factor is the immersion time, T1 = 10 minutes, T2 = 20 minutes, and T3 = 30 minutes. From these two factors, 12 treatment combinations were obtained and each treatment combination was 6 (six) times. **Results:** The results showed that the B3T3 treatment combination of *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* biological agents treatment with 30 minutes resulted the highest plant height (4.20 ± 0.036), number of leaves (3.83 ± 0.408), and wet weight (0.130 ± 0.009) and the highest seed vigor was 92% compared to the other treatments. **Conclusion:** The growth of mustard greens (*Brassica juncea* L.) was significantly affected by the application of the biological agents *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* as well as the duration of soaking the seeds in these biological agents.

ABSTRAK

Riwayat Artikel

Dikirim : 03 Maret, 2022

Disetujui : 23 Agustus, 2022

Diterbitkan : 30 September, 2022

Kata Kunci

Bacillus subtilis; *Brassica juncea*;
lama perendaman, pertumbuhan
benih; *Pseudomonas fluorescens*

Pendaluluan: Penggunaan bakteri non patogenik yang dieksplorasi dari perakaran tanaman (rizobakteri) yang tergolong ke dalam kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap pertumbuhan benih tanaman Sawi hijau (*Brassica juncea* L.). **Metode:** Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor pertama adalah jenis bakteri, yaitu B0 = kontrol (air), B1 = *Bacillus subtilis*, B2 = *Pseudomonas fluorescens*, dan B3 = *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Faktor kedua adalah lama perendaman yaitu T1 = 10 menit, T2 = 20 menit, dan T3 = 30 menit. Dari kedua faktor tersebut didapatkan 12 kombinasi perlakuan dimana setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 6 (enam) kali. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B3T3 kombinasi *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dengan lama perendaman selama 30 menit menghasilkan tinggi tanaman ($4,20 \pm 0,036$), jumlah daun ($3,83 \pm 0,408$), dan berat basah ($0,130 \pm 0,009$) tertinggi dan vigoritas benih tertinggi yaitu 92% dibandingkan perlakuan lainnya. **Kesimpulan:** Pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) dipengaruhi secara signifikan oleh adanya aplikasi agens hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* serta lama perendaman benih dalam agens hayati tersebut.

Sitasi: Noor, S., & Melani, D. (2022). Pengaruh lama perendaman dan aplikasi agens hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap pertumbuhan benih tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Agromix*, 13(2), 235-241. <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.907>

PENDAHULUAN

Kelompok bakteri menguntungkan yang agresif mengkolonisasi rizosfer (zona perakaran) seringkali juga disebut sebagai *Plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) (Ayu dkk., 2014). Saat ini telah banyak diidentifikasi berbagai jenis bakteri sebagai PGPR, baik yang berasal dari kelompok gram negatif dengan jumlah strain terbanyak genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia*. Selain itu, terdapat genus lain yaitu *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, dan *Bacillus* (Yulistiana dkk., 2020). Sebagian besar *Bacillus* (gram-positif) tidak tergolong pengkoloni akar tetapi hanya beberapa strain genus ini yang mampu melakukannya dan digolongkan sebagai PGPR. Perendaman benih dengan PGPR bertujuan untuk mengkoloni benih seawal mungkin yang dilakukan oleh bakteri yang terkandung dalam PGPR, lalu lama perendaman benih bertujuan untuk meningkatkan hasil tanaman karena bakteri akan mengikat *seed coat* dan melakukan imbibisi ke dalam benih (Janah dkk., 2017). Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang penggunaan PGPR yang telah berhasil dilakukan salah satunya penelitian Sulistyoningtyas dkk., (2017) menyatakan isolat rizobakteri (*Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp. dan *Serratia* sp.) memberikan dampak positif terhadap perlakuan benih dan pertumbuhan *bud chip* tebu (*Saccharum officinarum* L.).

Salah satu jenis sayuran famili kubis-kubisan (*Brassicaceae*) yang diduga berasal dari negeri China adalah Sawi (*Brassica juncea*). Sayuran ini cukup populer dan diminati di kalangan masyarakat sebagai salah satu sayuran yang paling sering dikonsumsi (Munthe dkk., 2018). Perkembangan produksi sawi di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik (2019) pada tahun 2015 - 2019 mengalami peningkatan. Pada tahun 2018 produksi sawi di Indonesia sebesar 635,982 pada tahun 2019 mengalami peningkatan produksi menjadi 652,723. Peningkatan produksi karena minat konsumsi sawi tinggi dimana sayuran ini banyak digemari masyarakat mengalami peningkatan produksi menjadi 652,723. Tingginya konsumsi sawi di Indonesia tidak sebanding dengan jumlah produksi yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan produktivitas sawi hijau, karena dalam budidayanya terdapat beberapa faktor pembatas seperti penggunaan pupuk dan pestisida sintetis yang ternyata memiliki berbagai dampak negatif bagi lingkungan dan juga konsumen. Alternatif teknik budidaya yang ramah lingkungan sangat dibutuhkan dalam mendukung pertanian berkelanjutan diantaranya adalah dengan pemanfaatan mikroorganisme (bakteri saprofit non patogenik) yang dieksplorasi dari rizosfer tanaman yang bermanfaat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Ayu dkk., 2014). Rizobakteri juga memiliki mekanisme kerja dengan cara mengkolonisasi rizosfer secara agresif bahkan mampu berperan ganda sebagai biofertilizer dan bioprotektan bagi tanaman (Ayu dkk., 2014). Penggunaan bakteri yang tergolong ke dalam kelompok *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang dieksplorasi dari daerah perakaran merupakan salah satu langkah untuk mendukung peningkatan produktivitas tanaman. Hasil penelitian (Elango dkk., 2013) menyatakan bahwa rizobakteri adalah kelompok bakteri yang hidup secara saprofit di daerah perakaran yang mampu memacu pertumbuhan dan atau sebagai pengendali (agens hayati) untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap pertumbuhan benih tanaman Sawi hijau (*Brassica juncea* L.).

METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan terdiri dari adalah autoklaf, *laminar air flow* (LAF), spuit, jarum ose, vortex, tabung reaksi, beaker glass, gelas ukur, objek glass, timbangan, tabung reaksi, botol, galon, hemositometer, mikroskop, kompor, panci besar, baskom, pisau, talenan, aerator, selang aquarium, glass wall, spirtus, tissue, plastik, tray semai, penggaris. Bahan yang digunakan adalah benih tanaman sawi hijau, isolat *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*, air bersih, kentang, gula pasir, alkohol, Larutan PK, aquades, pupuk kompos, media *Nutrient Agar* (NA).

Tempat pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan selama 1 (satu) bulan dari Bulan Januari - Februari 2021 di Laboratorium Proteksi Tanaman dan *Screen House* di Balai Besar Pelatihan Ketindan, Malang, Jawa Timur yang memiliki ketinggian 890 mdpl, dengan suhu selama penelitian rata-rata 27°C, suhu tanah rata-rata harian 25,4°C, kelembaban udara 90% dan tanah bertekstur liat.

Metode yang digunakan

Subkultur *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dilakukan pada media padat NA, dan diinkubasi pada suhu ruang (27-28°C) selama 48 jam. Setelah itu masing-masing bakteri diamati dan dihitung kerapatannya dengan menggunakan hemositometer. Bakteri kemudian diperbanyak dengan media ekstrak kentang gula (EKG) yang terdiri dari kentang 1 kg, gula pasir 1 kg, air 15 Liter dan isolat masing-masing 1 (satu) tabung. Setelah itu, buat rangkaian perbanyak (Gambar 1) dan fermentasi dilakukan selama 14 hari. Selanjutnya benih sawi disiapkan lalu direndam dalam air sebanyak 200 mL, larutan PGPR *Bacillus subtilis* 12 mL dengan 200 mL air, larutan PGPR *Pseudomonas fluorescens* sebanyak 12 mL dengan 200 mL air, dan larutan PGPR kombinasi *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas*

fluorescens sebanyak 12 mL dengan 20 mL air. Masing-masing lama perendaman dilakukan selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Setelah direndam benih sawi ditabur ke dalam tray semai yang telah berisi media tanam tanah dan pupuk. Kemudian benih dimasukkan dengan kedalaman $\pm 0,5$ cm dari permukaan. Penyemprotan dengan air dilakukan selama 14 hari setiap sore. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengukuran pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah tanaman, dan indeks vigoritas.



Gambar 1. Rangkaian Perbanyak Agens Hayati dengan Media Ekstrak kentang Gula (EKG)

1) Aerator; 2) selang akuarium; 3) larutan PK; 4) selang akuarium; 5) galsswool; 6) selang akuarium; 7) gallon; 8) selang akuarium; 9) akuades

Rancangan percobaan

Rancangan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara faktorial terdiri atas 2 (dua) faktor. Faktor pertama adalah jenis bakteri, terdiri dari 4 level yaitu B0 = kontrol (air), B1 = *Bacillus substilis*, B2 = *Pseudomonas fluorescens*, dan B3 = *Bacillus substilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Faktor kedua adalah lama perendaman yang terdiri dari 3 level yaitu T1 = 10 menit, T2 = 20 menit, dan T3 = 30 menit. Dari kedua faktor tersebut didapatkan 12 kombinasi perlakuan seperti pada (Tabel 1) dan setiap kombinasi perlakuan diulang 6 (enam) kali berdasarkan Rumus Federer dan masing-masing perlakuan terdiri dari 5 (lima) sampel tanaman.

Tabel 1. Tabel rancangan percobaan

Lama Perendaman	Jenis bakteri			
	B0 (Kontrol)	B1 (<i>Bacillus substilis</i>)	B2 (<i>Pseudomonas fluorescens</i>)	B3 (<i>Bacillus substilis</i> dan <i>Pseudomonas fluorescens</i>)
T1 (10 menit)	BOT1	B1T1	B2T1	B3T1
T2 (20 menit)	BOT2	B1T2	B2T2	B3T2
T3 (30 menit)	BOT3	B1T3	B2T3	B3T3

Analisis data

Data dari pertumbuhan tanaman sawi yang terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah tanaman, dan indeks *vigoritas* dianalisis statistik (ANOVA) dengan menggunakan uji F pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dan dilakukan Uji Tukey dengan taraf 5% apabila terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman sawi hijau

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi nyata antara jenis bakteri PGPR dan lama perendaman benih terhadap variabel pertumbuhan yang terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah (Tabel 2 dan Tabel 3).

Tabel 2. Pengaruh lamanya waktu perendaman terhadap perlakuan benih tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

Perlakuan	Pertumbuhan tanaman		
	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Berat basah (Gram)
T1 (10 menit)	3,55±0,143 ^a	2,50±0,547 ^a	0,091±0,008 ^a
T2 (20 menit)	4,27±0,141 ^b	3,50±0,547 ^b	0,106±0,012 ^b
T3 (30 menit)	4,29±0,005 ^b	3,67±0,816 ^b	0,108±0,010 ^b

Berdasarkan hasil analisis data pada tabel 2 diketahui bahwa lama perendaman PGPR (*Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*) selama 10 menit, 20 menit, 30 menit ternyata memiliki kemampuan dalam meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tanaman. Pada perlakuan perendaman biji sawi selama 20 menit ternyata menunjukkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata dengan lama perendaman selama 30 menit. Selain itu, hasil yang sama juga ditunjukkan dengan jumlah daun (helai) dan berat basah dari benih tanaman sawi yang tidak berbeda signifikan antara lama perendaman 20 menit dan 30 menit. Hasil penelitian (Janah dkk., 2017) menunjukkan bahwa aplikasi PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan dikarenakan adanya peran mikroorganisme dalam mempengaruhi proses fisiologi tanaman.

Hal ini disebabkan tanaman sawi merupakan tanaman yang fase pertumbuhan vegetatifnya berlangsung dengan tiga proses yaitu pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel. Menurut Sari dan Wardiyati (2018), aktivitas bagian meristem interkalar pada jaringan tanaman sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman akibat pemanjangan sumbu pucuk. Meristem interkalar merupakan jaringan primer yang aktif melakukan pembelahan dan terpisah dari meristem apikal. Hasil pembelahan secara antiklinal dan periklinal serta perbesaran sel meristematis pada ujung batang merupakan panjang tanaman. Pertumbuhan primer batang ditandai dengan pemanjangan dan pelebaran aksis di bawah meristem apikal. Pemanjangan pun dapat terjadi pada internodium yang didasarkan dengan perbesaran meristem, pembentukan sel longitudinal pada korteks dan meristem empulur dengan pembelahan transversal yang berulang-ulang pada pucuk yang berdaun (Sari dan Wardiyati, 2018).

Daun merupakan salah satu bagian tanaman dengan peran penting dalam kelangsungan pertumbuhannya mengalami perkembangan dari apeks pucuk yaitu lapisan permukaan bawah sehingga Jumlah daun dijadikan sebagai parameter (Sari & Wardiyati, 2018). Berdasarkan analisis data diketahui bahwa perlakuan pemberian agens hayati dan perbedaan lama waktu perendaman berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah daun. Hal ini dapat diartikan semakin banyak jumlah daun, maka semakin banyak cahaya yang dapat ditangkap sehingga proses fotosintesis akan meningkat (Buntoro dkk., 2014). Akan tetapi, hasil yang diperoleh belum tentu berbanding lurus dengan peningkatan proses fotosintesis. Proses fisiologi tanaman akan sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya diantaranya terkait dengan morfologi tanaman seperti sel-sel daun lebih kecil, tilakoid mengumpul, dan klorofil lebih sedikit, sehingga ukuran daun lebih kecil dan tebal. Menurut Buntoro dkk., (2014) tanaman akan memiliki daun yang lebih tebal, ukuran daun lebih kecil, ruas batang lebih pendek jika mendapat intensitas cahaya tinggi.

Berat basah tanaman juga menjadi parameter pada penelitian ini yaitu berat tanaman saat hidup kemudian setelah panen langsung ditimbang sebelum tanaman layu akibat kehilangan air (Ohorella, 2012). Jumlah klorofil ternyata menurut Song Ai dan Yunia Banyo (2011) dapat mempengaruhi berat basah tanaman. Hal tersebut berkaitan dengan hasil fotosintat yang pada akhirnya akan digunakan tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Proses menutupnya stomata juga berpengaruh terhadap laju transpirasi tanaman yang akan berdampak terhadap berat basah tanaman itu sendiri. Apabila tanaman memiliki biomassa kecil maka proses metabolisme pun akan terhambat. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa berat basah tanaman dengan perlakuan pemberian agens hayati dan perbedaan lama waktu perendaman berpengaruh secara signifikan.

Perbedaan biomassa tersebut dipengaruhi oleh akumulasi jumlah fotosintat seperti yang disampaikan oleh Wahono dkk., (2018). Faktor ketersediaan air juga ternyata berdampak terhadap pertumbuhan dimana rendahnya kadar air menyebabkan akar tanaman sulit untuk menyerap kandungan unsur hara yang ada di dalam tanah. Salah satu penyusun bahan organik tanaman adalah unsur hara dan mineral. Apabila ketersediaan unsur hara yang larut di dalam air jumlahnya tidak memadai maka akan menyebabkan pembentukan bahan organik di dalam tanah menjadi berkurang yang berdampak terhadap penurunan berat tanaman (Wijanarko dkk., 2012). Selain itu, benih juga menjadi komponen terpenting dalam suatu produksi tanaman dimana kemampuan benih untuk berkecambah sangat berbeda-beda. Penurunan benih pun dapat terjadi diantaranya karena proses penyimpanan yang kurang sesuai. Menurut Kolo dan Tefa (2016), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi viabilitas dan kevigoran benih ada dua yaitu

faktor eksternal dan faktor internal. Kemasan benih, komposisi gas, suhu, dan kelembaban ruang simpan merupakan beberapa faktor eksternal yang dapat mempengaruhi sedangkan faktor internal diantaranya yaitu sifat genetik benih, kondisi kulit benih, dan kadar air benih awal. Faktor penting lainnya yang dapat mempengaruhi benih adalah kadar air dan suhu lingkungan (Ilyas, 2012). Berdasarkan hasil penelitian ternyata kondisi akar juga menghasilkan respon yang berbeda pada setiap perlakuan yang disebabkan adanya peran PGPR sebagai pemacu pertumbuhan (biostimulants) dengan cara mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti asam indolasetat (AIA), giberelin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar (Rahni, 2012).

Tabel 3. Pengaruh pemberian agens hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap benih tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

Perlakuan	Pertumbuhan tanaman		
	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai)	Berat basah (Gram)
(B0) Kontrol	3,97±0,063 ^a	2,33±0,516 ^a	0,103±0,019 ^a
(B1) <i>Bacillus subtilis</i>	4,08±0,062 ^b	3,50±0,548 ^b	0,110±0,011 ^{ab}
(B2) <i>Pseudomonas fluorescens</i>	4,10±0,059 ^b	3,66±0,516 ^b	0,113±0,015 ^{ab}
(B3) <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i>	4,20±0,036 ^c	3,83±0,408 ^b	0,130±0,009 ^b

Sedangkan hasil analisis data pada tabel 3 dengan aplikasi agens hayati *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, serta kombinasi *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* ternyata berpengaruh juga terhadap parameter pertumbuhan yaitu tinggi, jumlah daun, dan berat basah tanaman. Hal ini dikarenakan menurut Riry dkk., (2020) proses pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor biotik (mikroorganisme tanah, gulma, hama, penyakit) dan faktor abiotik (kesuburan tanah, cahaya matahari, kecepatan angin, curah hujan, dan kelembaban udara). Persaingan tanaman dalam memanfaatkan faktor abiotik seperti cahaya matahari juga sangat berpengaruh terhadap tinggi tanaman (Herlina, 2011). Cahaya merupakan salah satu yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman sebagai salah satu dampak dari proses fotosintesis. Tanaman mampu mengoptimalkan energi cahaya yang terbatas melalui beberapa bentuk adaptasi untuk mencari cahaya melalui pertambahan tinggi tanaman. Ketersediaan unsur hara juga sangat penting dimana tanaman memerlukan keseimbangan unsur hara untuk menunjang pertumbuhan dalam hal ini adalah tinggi tanaman. Salah satunya ketersediaan unsur hara tersebut dapat diperoleh dari agens hayati seperti bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* yang merupakan anggota kelompok bakteri PGPR yang berfungsi memproduksi hormon, memacu pertumbuhan dan merangsang pertumbuhan akar serta mampu meningkatkan ketahanan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., mampu melarutkan fosfat sedangkan kelompok *Serratia* spp. selain mampu meningkatkan ketersediaan P juga dapat memfiksasi nitrogen. Selain itu, sintesis hormon tumbuh IAA, giberelin, dan sitokinin juga dapat dilakukan oleh bakteri *Bacillus* spp. dan isolat *P. fluorescens* mampu menghasilkan IAA, giberelin dan sitokinin (Agustiansyah dkk., 2013). Demikian pula isolat *Serratia* spp. yang ternyata mampu mensintesis IAA untuk tanaman (Sahwan dkk., 2016). Kemampuan rizobakteria dalam melarutkan fosfat atau memfiksasi nitrogen atau memproduksi hormon tumbuh merupakan karakteristik rizobakteria yang diharapkan dapat mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Vigoritas benih

Tabel 4. Vigoritas benih tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

Perlakuan	Kontrol (B0)	<i>Bacillus subtilis</i> (B1)	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (B2)	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i> (B3)
10 menit (T1)	70%	75%	81%	89%
20 menit (T2)	70%	72%	77%	90%
30 menit (T3)	70%	72%	88%	92%

Berdasarkan hasil dan analisis data pada tabel 4 diketahui bahwa pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) dengan pemberian agens hayati *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, serta kombinasi *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* serta lama perendaman 10 menit, 20 menit, 30 menit secara keseluruhan terdapat pengaruh terhadap vigoritas benih. Kemampuan benih untuk berkecambah atau vigoritas benih dengan pemberian agens hayati kombinasi antara *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dan lama waktu perendaman 30 menit memberikan hasil tertinggi sebesar 92%, sedangkan kemampuan benih yang tidak berkecambah atau rendah terlihat pada perlakuan kontrol pada lama perendaman 10-30 menit sebesar 70%. Genetik biji, pengaplikasian nutrisi pada indukan, kematangan saat panen, kondisi tumbuh indukan, berat dan ukuran biji peneuan, patogen serta pelukaan pada biji dapat mempengaruhi tingginya nilai vigor tanaman. Tanaman kuat dalam berbagai kondisi lingkungan

tumbuh dapat dihasilkan melalui benih bervigor tinggi yang juga mempengaruhi pertumbuhan bibit kuat dengan perkembangan akar cepat (Nurussintani W, Damanhuri D, 2013). Kemampuan tumbuh serta adaptasi benih saat tumbuh di lapangan sangat ditentukan oleh kemampuan vigor benih yang baik. Selain itu, sifat genetik tanaman, kondisi lingkungan seperti suhu dan perendaman serta umur benih saat penyimpanan juga dapat mempengaruhi daya kecambah (Shaban, 2013). Proses penyerapan air oleh benih juga berpengaruh terhadap pembelahan sel untuk mendorong benih untuk tumbuh dengan mudah di keadaan optimal maupun suboptimal (De Giorgi dkk., 2015). Masa panen saat masak fisiologis juga dapat menjadi faktor yang menentukan kemampuan benih untuk berkecambah karena benih masih memiliki cadangan makanan yang cukup untuk merangsang perkecambahan. Menurut Wulanangraeni dkk., (2016) menyatakan bahwa tolak ukur dalam menentukan kemampuan benih untuk berkecambah di lapang dapat diketahui dari nilai persentase kecambah benih yang tumbuh normal pada uji daya kecambahan.

KESIMPULAN

Pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) dipengaruhi secara signifikan oleh adanya aplikasi agens hayati *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* serta lama perendaman benih dalam agens hayati tersebut. Perlakuan agens hayati kombinasi *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dengan lama perendaman selama 30 menit menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah tertinggi dan vigoritas benih tertinggi yaitu 92% dibandingkan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, A., Ilyas, S., Sudarsono, S., & Machmud, M. (2013). Karakterisasi rizobakteri yang berpotensi mengendalikan bakteri *xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(1), 42–51. <https://doi.org/10.23960/j.hppt.11342-51>
- Ayu, G., Sutariati, K., Rakian, T. C., Sopacua, N., & Mudi, L. A. (2014). Kajian potensi rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang diisolasi dari rizosfer padi sehat. *Agroteknos*, 4(2), 71–77.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Produksi Sawi dan Tanaman Hortikultura Tahun 2018*.
- Buntoro, B. H., Regomulyo, R., & Trisnowati., S. (2014). Pengaruh takaran pupuk kandang dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan hasil temu putih (*Curcuma zedoaria* L.). *Vegetika*, 3(4), 29–39.
- De Giorgi, J., Piskurewicz, U., Loubery, S., Utz-Pugin, A., Bailly, C., Mene-Saffrane, L., & Lopez-Molina, L. (2015). An endosperm-associated cuticle is required for Arabidopsis seed viability, dormancy and early control of germination. *PLoS Genetics*, 11(12), 1-10.
- Elango, R., Parthasarathi, R., & Megala, S. (2013). Field level studies on the association of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in *Gloriosa Superba* L. rhizosphere. *Indian Streams Research Journal*, 3(10), 1–6.
- Herlina. (2011). *Kajian variasi jarak dan waktu tanam jagung manis dalam sistem tumpangsari jagung manis (Zea mays saccharata Sturt) dan kacang tanah (Arachis hypogaea L.)*. Universitas Andalas.
- Ilyas, S. (2012). *Ilmu dan teknologi Benih; Teori dan Hasil-hasil Penelitian*. PT. Penerbit IPB Press.
- Janah, D. C., Guritno, B., & Heddy, Y. B. S. (2017). Aplikasi lama perendaman *plant growth promoting application* long submersion plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and pruning shoot on growth and yield cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 368–376.
- Kolo, E., & Tefa, A. (2016). Pengaruh kondisi simpan terhadap viabilitas dan vigor benih tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Savana Cendana*, 1(03), 112–115. <https://doi.org/10.32938/sc.v1i03.57>
- Munthe, K., Pane, E., & Panggabean, E. L. (2018). Budidaya tanaman sawi (*brassica juncea* l.) pada media tanam yang berbeda secara vertikultur. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 138. <https://doi.org/10.31289/agr.v2i2.1632>
- Nurussintani W, Damanhuri D, & P. S. (2013). Perlakuan pematangan dormansi terhadap daya tumbuh benih 3 varietas kacang tanah (*Arachis hypogaea*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(1), 86–93.
- Oharella, Z. (2012). Pengaruh dosis pupuk organik cair (poc) kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica sinensis* L.). *Jurnal Agroforestri*, 7(1), 43–49.
- Rahni, N. M. (2012). Efek fitohormon PGPR terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *Jurnal Agribisnis Dan Pengembangan Wilayah*, 3(16), 27–35.
- Riry, J., Silahooy, C., Tanasale, V. L., & Makaruku, M. H. (2020). Pengaruh dosis pupuk npk phonska dan pupuk kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan produksi kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(2), 167–172. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.2.167>
- Sahwan, F. L., Wahyono, S., & Suryanto, F. (2016). Evaluasi populasi mikroba fungsional pada pupuk organik kompos (POK) murni dan pupuk organik granul (POG) yang diperkaya dengan pupuk hayati. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(2), 187. <https://doi.org/10.29122/jtl.v12i2.1250>
- Sari, A., & Wardiyati, T. (2018). Pengaruh pemberian kinetin dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)

- terhadap pertumbuhan mother plant krisan (*Chrysanthemum* sp.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(3), 488–494.
- Shaban. (2013). Study on some aspects of seed viability and vigor. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(12), 1692–1697.
- Song Ai, N., & Yunia Banyo, D. (2011). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 166–173.
- Sulistiyoningtyas, M. E., Roviq, M., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh pemberian PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) pada pertumbuhan bud chip tebu (*Saccharum officinarum* L.). *J. Produksi Tanaman*, 5(3), 396–403.
- Wahono, E., Izzati, M., & Parman, S. (2018). Interaksi antara tingkat ketersediaan air dan varietas terhadap kandungan prolin serta pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.11-19>
- Wijanarko, A., Purwanto, B. H., Shiddieq, D., & Indradewa, D. (2012). Terhadap mineralisasi nitrogen dan serapan N oleh tanaman ubi kayu di ultisol. *Jurnal Perkebunan & Lahan Tropika*, 2(2), 1-10.
- Wulanangraeni, R., Damanhuri, D., & Purnamaningsih, S. L. (2016). Pengaruh perbedaan tingkat kemasakan buah pada 3 genotipe mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap kualitas benih. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(5), 332–341.
- Yulistiana, E., Widowati, H., & Sutanto, A. (2020). *Plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dari akar bambu apus (*Gigantochloa apus*) meningkatkan pertumbuhan tanaman. *BioloVA*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.24127/bioloVA.v1i1.23>