

## Pengaruh PGPR Akar Bambu dan Kompos *Azolla* Terhadap Pertumbuhan Ginseng (*Talinum triangulare*)

Ade Tiyon Handayani<sup>1</sup>, Saiku Rokhim<sup>1</sup>, Hanik Faizah<sup>1\*</sup>

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel,  
Surabaya, Indonesia

\*E-mail: [hanikfaizah90@gmail.com](mailto:hanikfaizah90@gmail.com)

**Abstrak:** Penelitian bertujuan untuk mengetahui konsentrasi PGPR dan kompos *Azolla* yang sesuai terhadap stek batang *T. triangulare*. Desain penelitian menggunakan RAL. Faktor pertama yaitu PGPR (0%, 5%, 10%, dan 15%,) dan faktor kedua yaitu kompos *Azolla* (0, 5, 10, dan 15 gram/polybag). Pemberian pupuk dilakukan sebulan sekali. Hasil menunjukkan *PGPR* telah memenuhi standar mutu kelayakan pupuk sesuai Keputusan Menteri No. 261/KPTS/SR/310/M/4/2019 pada parameter populasi bakteri, sedangkan kompos *Azolla* telah sesuai parameter kimiawi SNI 19-7030-2004, kecuali pH kompos *Azolla*. Seluruh perlakuan pemberian pupuk telah menghasilkan 100% persentase stek hidup. *PGPR* berpengaruh terhadap luas daun, diameter batang, panjang akar, dan tinggi tanaman; kompos *Azolla* berpengaruh terhadap luas daun, jumlah daun, panjang akar, jumlah umbi, bobot basah dan kering tanaman; interaksi *PGPR* dan kompos *Azolla* berpengaruh terhadap panjang akar, jumlah daun, tinggi tanaman, dan bobot basah tanaman. Pada penelitian ini diketahui bahwa *PGPR* 10%, kompos *Azolla* 5 gram/polybag, dan interaksi *PGPR* 10% dengan kompos *Azolla* 10 gram/polybag (P2A2) menjadi perlakuan terbaik untuk pertumbuhan *T. triangulare*.

**Kata Kunci:** PGPR Akar Bambu, kompos *Azolla*, *Talinum triangulare*

**Abstract:** The aim of this study was to determine the appropriate concentrations of PGPR and *Azolla* compost for *T. triangulare* stem cuttings. The research design used CRD. The first factor was PGPR (0%, 5%, 10%, ND 15%) and the second factor was *Azolla* compost (0,5, 10, and 15 grams/polybags). The fertilizers were applied during the first day of planting and once a month. The results show that PGPR has met the quality standards of fertilizer feasibility according to Ministerial Decree No. 261/KPTS/SR/310/M/4/2019 on bacterial population parameters, while the *Azolla* compost has complied with chemical parameters of SNI 19-7030-2004, except for the pH parameter of *Azolla* compost. All treatments of fertilizer application have resulted in 100% percentage of live cuttings. PGPR affects leaf area, stem diameter, root length, plant height, wet and dry weight of plants; *Azolla* compost has an effect on leaf area, number of leaves, root length, number of tubers, wet and dry weight of plants; The interaction of PGPR and *Azolla* compost had an effect on root length, number of leaves, plant height, and wet weight of plant. In this study it was found that 10% PGPR, 5 gram/polybag *Azolla* compost, and Interaction of 10% PGPR with 10 gram/ polybag *Azolla* compost (P2A2) were the best treatment for the growth of *T. triangulare*.

**Keywords:** PGPR of Bamboo Roots, *Azolla* compost, *Talinum triangulare*

## PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai sekitar 9.600 spesies tumbuhan yang berpotensi sebagai tanaman obat (Hidayat, 2012). *T. triangulare* merupakan salah satu tanaman obat dari famili Portulacaceae dan dapat tumbuh di dataran rendah hingga 1250 MDPL (Seswita, 2010; Wulandari *et al.*, 2021). Daun dan umbinya bermanfaat sebagai obat batuk, keputihan, haid tidak teratur, diare, bisul, anti-radang. Selain itu dapat menjadi aromaterapi, penguat paru-paru, afrodisiak, tonikum, penambah nafsu makan, dan pelancar ASI (Andarwulan *et al.*, 2012; Badrunasar dan Santoso, 2016; Natasha dan Restiani, 2019; Tarigan *et al.*, 2019). *T. triangulare* memiliki aktifitas antioksidan, antibakteri, antijamur, antihiperqlikemik, antihiperlipidemia, dan sebagai imunomodulator (Andarwulan *et al.*, 2012; Babu *et al.*, 2012; Liao, *et al.*, 2015; Xu, *et al.*, 2015; Wahyuningsih, 2017; Wulandari, *et al.*, 2021).

Metabolit sekunder seperti flavonoid, asam fenolat, alkaloid, glikosid, saponin, protein, karbohidrat, steroid, lemak, minyak atsiri, tanin, resin, terpenoid, dan antosianin terkandung dalam daun, akar rambut dan umbinya (Andarwulan *et al.*, 2012; Ezekwe, *et al.*, 2013; Yachya dan Manuhara, 2015; Ingesti, *et al.*, 2021; Wulandari, *et al.*, 2021). Semua itu berguna dalam pengobatan dan bisa dimanfaatkan sebagai parfum atau pengharum, insektisida, pestisida, dan pewarna (Marnoto *et al.*, 2012; Saraswati, 2012; Julianto, 2019). *T. triangulare* tidak termasuk *Panax*, tetapi dapat dikembangkan dan dikomersilkan untuk menekan impor Ginseng Korea atau Cina (Yachya dan Manuhara, 2015). Oleh karena itu ketersediaannya harus tercukupi agar dapat dikembangkan, yakni perlu dibudidayakan dengan cara yang tepat, misalnya melalui stek dan pemberian pupuk yang sesuai.

Pupuk kimia atau pupuk NPK mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Namun, dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, dan berbagai penyakit. Pemeliharaan produksi pangan bebas residu dan produk ramah lingkungan (*green product*) perlu ditingkatkan untuk meminimalisir permasalahan tersebut, misalnya dengan penggunaan pupuk organik dan hayati (Simanjuntak, *et al.*, 2013; Hong *et al.*, 2018; Tarigan *et al.*, 2019; Sairina 2021; Kaley *et al.*, 2020). Pupuk hayati adalah pupuk yang berasal dari inokulan berbahan aktif organisme hidup untuk meningkatkan hara tanah. Salah satu pupuk hayati adalah PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), yakni bakteri aktif yang biasanya hidup berkoloni di sekitar perakaran bambu, rumput gajah, putri malu, atau kacang-kacangan.

PGPR dapat memicu dan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen, yaitu dengan menjadi biofertilizer, melindungi tanaman dari patogen, meningkatkan toleransi terhadap cekaman lingkungan, meningkatkan kadar mineral, dan fiksasi nitrogen (Gusti *et al.*, 2012; Astuti *et al.*, 2013; Sairina, 2021). Akar bambu termasuk gramineae yang dapat dijadikan PGPR karena mampu mengeluarkan banyak eksudat dibandingkan dengan PGPR dari akar tanaman lainnya (Kurniahu *et al.*, 2017; Yulistiana *et al.*, 2020). Pada beberapa penelitian pemberian PGPR akar bambu mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat, selada, kentang, bawang merah, krisan, dan vanili yakni meningkatkan jumlah daun, akar, pucuk, luas daun, diameter, tinggi, maupun bobot basah dan kering tanaman karena mengandung *P. fluorescens* dan *B. subtilis* (Astuti *et al.*, 2013; Utami, *et al.*, 2017; Cahyani, *et al.*, 2018; Shofiah, *et al.*, 2018; Saepudin *et al.*, 2020; Coffiana dan Hartatik 2021).

Selain PGPR, pupuk organik adalah produk ramah lingkungan yang dapat dibuat dari berbagai bahan organik, baik limbah hewan atau tanaman melalui penguraian oleh mikroba untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman (Supartha *et al.*, 2012). Salah satu jenis dari pupuk organik adalah kompos yang akan memberikan nutrisi dengan menyediakan makanan bagi mikroorganisme tanah dan bagi tumbuhan (Kurniasih dan Soedradjad, 2019). Unsur hara yang diberikan kompos mampu meningkatkan produksi biomassa, bobot kering daun, bobot kering umbi, produksi pupuk, serta memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah (Tando *et al.*, 2020).

*Azolla sp.* adalah tumbuhan paku yang sering dianggap sebagai gulma air. Kemampuan beradaptasi pada lingkungan berpolusi membuatnya mudah dibudidayakan sehingga ketersediaannya dapat selalu cukup untuk menjadi bahan baku kompos (Arimby *et al.*, 2014; Syafruddin dan Sulaiman, 2019). Kompos *Azolla* mengandung unsur N, P, K, Ca, dan Mg lebih tinggi dibandingkan Pupuk Organik Cair *Azolla* (Lestari *et al.*, 2019; Astuti, 2020). Hasil penelitian Putri *et al.* (2012) menyatakan bahwa *Azolla* segar mengandung 3.91% N, 0.3% P, 0.65% K; 6 C/N, dan BO 39.905, sedangkan dalam bentuk kompos atau *Azolla* kering mengandung 3-5% N, 0.5- 0.9% P, dan 2-4.5% K.

Pemberian *Azolla* ketika penanaman mampu mengurangi pemakaian pupuk N anorganik hingga 50% (Kesmayanti, 2021). Beberapa penelitian membuktikan bahwa pemberian kompos *Azolla* berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, seperti bayam merah, pakcoy, dan kopi robusta dengan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, jumlah akar, berat total, diameter batang, dan kandungan nitrogen (Amir *et al.*, 2012; Syafi'ah, 2014; Mahmudah *et al.*, 2017; Widyaningrum, 2017). Ketersediaan unsur hara diharapkan dapat terpenuhi dan semakin lengkap dengan pemberian pupuk hayati yang dikombinasikan dengan kompos. Penelitian tentang pemberian PGPR dan kompos *Azolla* pernah dilakukan oleh Widyaningrum (2017), pemberian kompos *Azolla* sebanyak 20 gram per *polybag* sekaligus PGPR dengan konsentrasi 10% berpengaruh nyata terhadap panjang akar stek kopi robusta (Kaley *et al.*, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian PGPR dan kompos *Azolla* maupun interaksinya terhadap pertumbuhan dan hasil stek batang *T. triangulare* agar perlakuan terbaik dapat diterapkan lebih lanjut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 2 faktor, yaitu konsentrasi PGPR dan konsentrasi kompos *Azolla* yang masing-masing memiliki 4 taraf sebagai berikut:

- P0 : 0% (Tanpa PGPR)
- P1 : PGPR 5%
- P2 : PGPR 10%
- P3 : PGPR 15%
- A0 : Tanpa Kompos *Azolla*
- A1 : Kompos *Azolla* 5 gram/*polybag*
- A2 : Kompos *Azolla* 10 gram/*polybag*
- A3 : Kompos *Azolla* 15 gram/*polybag*

Terdapat 16 perlakuan dengan dan 5 pengulangan. Penelitian dilakukan pada Maret 2022-Mei 2023 di Laboratorium dan *Greenhouse* UIN Sunan Ampel, Surabaya, Jawa Timur. Pembuatan PGPR akar bambu dilakukan berdasarkan penelitian Cahyani *et al.* (2017), yakni pembuatan biang, nutrisi, dan fermentasi PGPR. Sedangkan pembuatan kompos sesuai penelitian Amir *et al.* (2012). Pengujian dilakukan terhadap pupuk untuk membandingkannya dengan standar SNI. PGPR diujikan menggunakan metode TPC untuk melihat jumlah bakteri, sedangkan kompos *Azolla* diuji kandungan unsur hara N, P, K, C, dan C/N-nya di Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri yang ada di Jl. Ketintang Baru 17 no.14, Surabaya.

Bahan stek berupa batang sepanjang 10 cm direndam ke dalam gelas berisi PGPR sebanyak 1/3 bagian, dengan PGPR sesuai perlakuan selama 15 menit. Selanjutnya, bahan stek ditanam dengan membenamkan  $\pm 2$  cm ke media tanam campuran tanah *top soil* dan arang sekam dengan perbandingan 1:1 dalam *polybag* ukuran 20x30 hingga 2/3 bagian. Pemberian label keterangan disusun sesuai denah penelitian. Kompos *Azolla* ditanam ke dalam media tanam di sekitar perakaran tanaman dengan konsentrasi sesuai perlakuan. Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan penyiraman dan penyiangan gulma secara rutin. Parameter yang diamati hingga 10 MST meliputi luas daun ( $\text{cm}^2$ ), jumlah daun, diameter batang (cm), tinggi tanaman (cm), panjang akar (cm), jumlah umbi, bobot basah dan kering tanaman (gram). Data dianalisis dengan uji *ANOVA* dan *Friedman*. Dilanjutkan uji DMRT 5% apabila berbeda nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan PGPR dan *Kompos Azolla*

Pengujian dengan metode TPC dilakukan untuk mengetahui jumlah mikroba yang terdapat di dalam PGPR. Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa jumlah mikroba dalam PGPR pada penelitian ini adalah  $2,89 \times 10^{11}$  CFU/ml. Hasil tersebut menunjukkan bahwa PGPR telah memenuhi standar minimum kelayakan berdasarkan Keputusan Menteri No. 261/KPTS/SR/310/M/4/2019, yakni sebesar  $\geq 10^7$  CFU/ml. Hasil tersebut diperoleh karena bahan dasarnya berupa akar bambu yang diketahui dapat mengeluarkan banyak eksudat sehingga mendukung keberadaan bakteri-bakteri seperti *P. fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp.. Bakteri tersebut dapat menjadi penambat nitrogen, pelarut fosfat, pengikat besi (Fe) dengan mengeluarkan siderofor, dan menghasilkan fitohormon seperti IAA. Mikroba endofit seperti itu biasanya menghasilkan hormon ataupun metabolit sekunder lainnya akibat koevolusi atau transfer genetik dari tanaman inang (Tanjung *et al.*, 2015; Cahyani, *et al.*, 2018; Putri *et al.*, 2019; Yulistiana, *et al.*, 2020).

Penelitian Cahyani, *et al.* (2018), menunjukkan PGPR 20 ml/L memiliki populasi bakteri penambat nitrogen tertinggi, yakni  $77,25 \times 10^8$  CFU/ml dibandingkan tanpa PGPR. Sedangkan PGPR 10 ml/L menghasilkan populasi bakteri sebesar  $63,07 \times 10^5$  CFU ml/l. Pemberian PGPR juga berpengaruh terhadap populasi bakteri pelarut fosfat, yakni konsentrasi 10 ml/L menghasilkan  $31,04 \times 10^5$  CFU/ml, sedangkan 20 ml/L menghasilkan  $36,30 \times 10^5$  CFU/ml. Keberadaan bakteri didukung oleh gula pasir, gula merah, terasi, kacang hijau dalam larutan nutrisi. Penggunaan gula berfungsi sebagai sumber energi mikroorganisme, terasi sebagai bioaktivator alami, dedak

sebagai sumber serat alami bagi mikroorganisme, dan tauge kacang hijau sebagai sumber vitamin dan mineral (Dianita *et al.*, 2010; Ali *et al.*, 2018; Wardani, *et al.*, 2021).

Pengujian kompos *Azolla* di Laboratorium Penelitian dan Konsultasi Industri-Surabaya, didapatkan hasil bahwa kompos dalam penelitian ini mengandung unsur-unsur yang telah memenuhi syarat kelayakan pupuk sesuai SNI 19-7030-2004, kecuali pada parameter pH. Hasil dapat dilihat pada tabel 1. Unsur hara tersebut dapat dihasilkan karena *Azolla* yang menjadi bahan dasarnya memiliki kandungan nitrogen sebesar 1,96-5,30 %; 0,16-1,59% fosfor; 0,31-5,97% kalium; 0,45-1,70% kalsium; 0,22-0,66% magnesium; 0,22-0,73% sulfur; silikon sebesar 0,16-3,53%; 0,16-1,31% natrium; klorin sebesar 0,62-0,90%; dan 0,04-0,59% aluminium (BATAN, 2011). Bahan organik mudah terdekomposisi karena nisbah C/N tidak lebih besar dari 15 dan tidak kurang dari 10. Jika jumlah unsur hara mencukupi kebutuhan tanaman, maka pertumbuhan dan perkembangannya akan meningkat (Mahmudah *et al.* 2017).

Tabel 1. Perbandingan Kompos *Azolla* dengan Standar Mutu

Parameter	Hasil Uji	Satuan	Standar Mutu
pH	6.2	%	6.8 – 7.49
N	1.17	%	> 0.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.05	%	> 0.1
K <sub>2</sub> O	1.08	%	> 0.2
C	16.80	%	9.80 – 32
C/N ratio	14.42		10-20

Dokumen Pribadi, 2022

Pada penelitian ini, dekomposisi kompos terjadi akibat pemberian terasi yang mengandung bakteri asam laktat, seperti *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, dan *Lactobacillus* yang dapat mengubah gula menjadi asam laktat, tetapi juga dapat menghasilkan bakteriosin dan menurunkan pH untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk (Kamarullah, *et al.*, 2021). Semakin banyak BAL maka semakin menurun pH saat fermentasi. Penurunan pH juga disebabkan karena karbohidrat telah cukup untuk mendukung aktivitas BAL dalam memproduksi berbagai asam organik dalam menurunkan pH pada kondisi anaerob. Terasi inilah yang dapat menyebabkan pH kompos menjadi lebih rendah sehingga belum memenuhi baku mutu (Prasetio dan Widyastuti, 2020).

### Pengaruh Pemberian PGPR Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Stek Batang *T. triangulare*

Pada penelitian ini diketahui bahwa pemberian PGPR berpengaruh signifikan terhadap parameter luas daun, diameter batang, tinggi tanaman, panjang akar, jumlah umbi, bobot basah, dan bobot kering. PGPR 10% menjadi perlakuan terbaik terhadap parameter luas daun, diameter batang, tinggi tanaman, jumlah umbi, bobot basah, dan bobot kering. Sedangkan pada konsentrasi 15% menjadi perlakuan terbaik terhadap panjang akar tanaman *T. triangulare* (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh PGPR terhadap *T. triangulare* (Ginseng Jawa).

Perlakuan	Parameter							
	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Jumlah Daun	Diameter Batang (cm)	Tinggi Tanaman	Panjang Akar	Jumlah Umbi	Bobot Basah	Bobot Kering
PGPR (P)	*	tn	*	*	*	tn	*	*
P0	927.16±253.76 <sup>a</sup>	65.55±23.06	0.63±0.10108 <sup>a</sup>	37.27±7.92 <sup>d</sup>	15.00±1.75 <sup>c</sup>	3.45±1.21	28.29±9.46 <sup>d</sup>	12.93±5.85 <sup>a</sup>
P1	1160.30±244.13 <sup>b</sup>	83.05±15.05	0.73±0.15033 <sup>b</sup>	40.29±2.78 <sup>c</sup>	17.14±2.22 <sup>b</sup>	4.60±0.74	37.98±10.936 <sup>c</sup>	16.42±6.62 <sup>b</sup>
P2	1182.28±194.38 <sup>b</sup>	86.00±21.037	0.82±0.23 <sup>b</sup>	44.71±2.23 <sup>a</sup>	19.13±1.09 <sup>a</sup>	5.55±1.06	45.03±12.84 <sup>a</sup>	20.62±5.62 <sup>c</sup>
P3	1172.83±258.70 <sup>b</sup>	85.50±14.39	0.73±0.09805 <sup>b</sup>	44.61±5.28 <sup>b</sup>	19.35±0.55 <sup>a</sup>	5.30±1.03	42.51±9.60 <sup>b</sup>	19.04±4.15 <sup>bc</sup>

Keterangan: Uji *Two Way Anova* dilakukan pada parameter luas daun, diameter batang, dan bobot kering tanaman. Sedangkan uji *Friedman* dilakukan terhadap parameter jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, jumlah umbi, dan bobot basah tanaman. Tanda bintang (\*) menunjukkan pengaruh signifikan, sedangkan huruf tn menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan. Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar parameter sesuai uji DMRT 5% yang merupakan uji lanjut dari *Two Way Anova* dan urutan rank berdasarkan adanya perbedaan perlakuan pemberian pupuk sesuai hasil uji *Friedman*. Rank terbesar ke terkecil sesuai urutan huruf.

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa seiring penambahan konsentrasi PGPR yang diberikan, semakin meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman daripada perlakuan kontrol. Sebagaimana pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan luas daun tanaman tomat dan kentang karena bakteri yang terdapat dalam PGPR mampu meningkatkan unsur N dan P dalam tanah dengan cara menambat nitrogen di udara menjadi N tersedia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dan melarutkan unsur hara P yang terikat menjadi terlarut dan tersedia (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), sehingga unsur hara tersebut dapat diserap oleh tanaman dan meningkatkan luas daun (Astuti *et al.* 2013; Cahyani *et al.*, 2018; Shofiah, *et al.*, 2018). Hal ini selaras dengan penelitian Utami, *et al.* (2017), bahwa pemberian PGPR 5 ml/l dan 10 ml/l telah mampu meningkatkan kandungan N tanah, yakni sebesar 0% dan 4,34%.

Pada penelitian Coffiana dan Hartatik (2021), menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi PGPR (100 ml, 200 ml, 300 ml) dapat meningkatkan jumlah daun selada. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi konsentrasi PGPR akan semakin mampu memperbanyak jumlah daun akibat adanya auksin untuk memicu pertumbuhan daun. PGPR mendukung tanaman dalam memproduksi asimilat melalui proses fotosintesis, sehingga semakin banyak hasilnya akan dapat meningkatkan jumlah daun dan memicu pembentukan organ lainnya dengan baik. Pada penelitian Utami, *et al.* (2017), PGPR 5 ml/L mampu menghasilkan diameter tangkai *Chrysanthemum* sp. sebesar 5.08 mm dan meningkat menjadi 5.09 mm pada konsentrasi 10 ml/L, sedangkan tanpa PGPR diameter tanaman hanya sebesar 4.96 mm. Selain itu, PGPR 5 ml/L mampu menghasilkan tinggi tangkai sebesar 71.98 cm dan meningkat menjadi 72.85 cm pada konsentrasi 10 ml/L, sedangkan tanpa PGPR tinggi tanaman hanya sebesar 69.50 cm pada usia 92 HST. Hal tersebut menjelaskan bahwa pada konsentrasi 10% PGPR telah mencukupi kebutuhan tanaman, misalnya unsur N dari bakteri penambat nitrogen.

PGPR akan mendukung pertumbuhan tanaman, terutama pada pembentukan daun sebagai proses fotosintesis. Semakin banyak asimilat semakin luas diameter batang (Shofiah, *et al.*, 2018).

Menurut Cahyani, *et al.* (2018), pemberian PGPR dapat meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat sebesar 215.34% dan bakteri penambat nitrogen sebesar 79.6% sehingga meningkatkan pertumbuhan dan produksi kentang, terutama pada parameter tinggi tanaman dan berat kering tanaman dengan nilai 12.99 cm dan 3.61 gram. Hal tersebut terjadi karena di dalam PGPR tersebut terdapat bakteri yang dapat menghasilkan hormon tumbuhan, menyediakan unsur P dalam tanah, maupun mengikat N bebas dari udara, seperti *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Bacillus*, *Trichoderma*, *Pseudomonas* sp., dan *Rhizobium* sp., dengan demikian seiring pertambahan konsentrasi juga dapat meningkatkan populasi bakteri tersebut untuk mendukung peningkatan kandungan N, P, K dalam tanah (Ichwan *et al.*, 2021). Namun, pada kondisi yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan karena beresifat toksisitas (Coffiana dan Hartatik, 2021). Sebagaimana juga pada pernyataan Oviyanti (2016) bahwa kelebihan atau kekurangan nitrogen secara berlebihan dapat menghambat pertumbuhan batang karena pembelahan dan pembesaran sel terhambat, sehingga tanaman menjadi kerdil.

Menurut Saepudin *et al.*, (2020), PGPR 10 ml/L meningkatkan panjang akar stek vanili hingga 17.65 cm dan meningkatkan jumlah akar stek vanili hingga 10.35. Lalu pada pemberian PGPR 15 ml/L meningkatkan panjang akar hingga 18.50 cm dan meningkatkan jumlah akar hingga 11.55, sedangkan tanpa PGPR hanya 8.30. Selain itu, rata-rata bobot basah tanaman sebesar 58.88 gram dihasilkan oleh perlakuan PGPR 5 ml/L dan 54.33 gram pada pemberian PGPR 10 ml/L, lebih tinggi dibanding tanpa kontrol dengan rata-rata 41.68 gram. Pemberian PGPR dapat mencukupi ketersediaan unsur hara yang memungkinkan fotosintesis bekerja optimal dan asimilat yang dihasilkan dapat digunakan sebagai makanan cadangan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena cadangan makanan dalam jaringan yang lebih banyak akan memungkinkan juga untuk membentuk banyak daun.

Laju fotosintesis yang tinggi dengan keadaan lingkungan yang mendukung akan menghasilkan karbohidrat untuk membentuk organ tanaman, seperti umbi (Budiasih, *et al.*, 2018). Pada penelitian Saepudin *et al.*, (2020), pemberian PGPR berpengaruh nyata terhadap bobot kering stek vanili, yakni menghasilkan rata-rata bobot kering tanaman sebesar 3.74 gram pada pemberian PGPR 5 ml/L, 4.51 gram pada pemberian PGPR 10 ml/L, 4.58 gram pada pemberian PGPR 15 ml/L, lebih tinggi dibanding tanpa pemberian PGPR dengan rata-rata 3.06 gram. Menurut penelitian Cahyani, *et al.* (2018), pemberian PGPR dapat meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat sebesar 215.34% dan bakteri penambat nitrogen sebesar 79.6% sehingga meningkatkan pertumbuhan dan produksi kentang, terutama pada parameter tinggi berat kering tanaman dengan nilai 3.61 gram.

Pada penelitian Utami, *et al.*, (2017), pemberian PGPR sebanyak 10 ml/liter dapat memberikan pengaruh nyata dalam meningkatkan bobot akar dan bobot total tanaman, kandungan nutrisi pada daun dan tanah juga meningkat seiring peningkatan konsentrasi PGPR karena semakin meningkat unsur hara dan mikroorganisme dalam tanah yang dapat diserap tanaman. Bakteri PGPR juga dapat mensintesis asam amino jenis *L-tryptophan* yang biasanya diproduksi oleh eksudat akar. *L-tryptophan* menjadi

prekursor hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) untuk meningkatkan serapan hara dan nutrisi sehingga mendukung pertumbuhan terutama organ-organ vegetatif seperti daun dan akar. Daun-daun tersebut mampu menerima dan menyerap cahaya matahari untuk meningkatkan hasil akumulasi fotosintat untuk pembentukan organ lainnya.

Peningkatan luas permukaan atau panjang akar terjadi untuk mengoptimalkan penyerapan air dan unsur hara menjadi lebih banyak. Hormon auksin dapat meningkatkan aktivitas enzim untuk keberlangsungan hidup tanaman, meningkatkan pembelahan sel pada jaringan meristem dan pengembangan sel di belakang meristem, serta mengurangi perkembangan atau tekanan dinding sel terhadap protoplas. Namun, jika konsentrasinya berlebihan dapat menghambat pertumbuhan karena pada dasarnya tanaman juga dapat mensintesis hormon endogen dalam konsentrasi tertentu. Selain itu, jika konsentrasi terlalu tinggi juga dapat mempercepat penguguran daun atau absisi bahkan menghambat pertumbuhan (Wijiastuti, *et al.*, 2013; Driyani, 2015; Budiasih, *et al.*, 2018; Oktafia dan Maghfoer, 2018; Hamdayanty, *et al.*, 2022). Sebagaimana penelitian Ardiansyah dan Agustina (2021), bahwa pemberian PGPR 5 ml menghasilkan daun *Mucuna Bracteata* lebih banyak (39,67 helai) dibandingkan pada konsentrasi 10 ml (34,89 helai).

**Pengaruh Pemberian Kompos *Azolla* Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Stek Batang *T. triangulare***

Berdasarkan penelitian, diketahui bahwa pemberian kompos *Azolla* 15 gram/*polybag* berpengaruh signifikan terhadap parameter luas dan jumlah daun. Pemberian kompos *Azolla* 10 gram/*polybag* berpengaruh signifikan terhadap panjang akar. Sedangkan konsentrasi 5 gram/*polybag* berpengaruh signifikan terhadap jumlah umbi, bobot basah, dan kering *T. triangulare* (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh Kompos *Azolla* terhadap *T. triangulare* (Ginseng Jawa).

Perlakuan	Parameter							
	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Jumlah Daun	Diameter Batang (cm)	Tinggi Tanaman	Panjang Akar	Jumlah Umbi	Bobot Basah	Bobot Kering
<b>Kompos <i>Azolla</i> (A)</b>	*	*	tn	tn	*	*	*	*
A0	951.09±244.54 <sup>a</sup>	53.90±15.69 <sup>d</sup>	0.69±0.14	35.77±6.88	16.41±2.63 <sup>d</sup>	3.65±0.86 <sup>d</sup>	30.32±11.26 <sup>c</sup>	13.49±6.07 <sup>a</sup>
A1	1168.35±203.77 <sup>b</sup>	88.40±9.36 <sup>b</sup>	0.71±0.21	42.72±3.68	17.57±2.56 <sup>c</sup>	5.55±0.61 <sup>a</sup>	44.18±11.68 <sup>a</sup>	19.61±5.44 <sup>b</sup>
A2	1126.15±284.61 <sup>b</sup>	88.20±11.61 <sup>c</sup>	0.72±0.16	44.59±2.92	19.25±1.27 <sup>a</sup>	4.80±1.57 <sup>c</sup>	41.33±10.54 <sup>a</sup>	17.98±4.84 <sup>b</sup>
A3	1196.95±257.74 <sup>b</sup>	89.60±10.19 <sup>a</sup>	0.79±0.11	43.80±4.56	17.39±2.30 <sup>b</sup>	4.90±1.29 <sup>b</sup>	37.98±12.27 <sup>b</sup>	17.93±7.14 <sup>b</sup>

Keterangan: Uji *Two Way Anova* dilakukan pada parameter luas daun, diameter batang, dan bobot kering tanaman. Sedangkan uji *Friedman* dilakukan terhadap parameter jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, jumlah umbi, dan bobot basah tanaman. Tanda bintang (\*) menunjukkan pengaruh signifikan, sedangkan huruf tn menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan. Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar parameter sesuai uji DMRT 5% yang merupakan uji lanjut dari *Two Way Anova* dan urutan rank berdasarkan adanya perbedaan

Tabel 3 menunjukkan bahwa seiring penambahan konsentrasi kompos *Azolla* yang diberikan, semakin meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman daripada perlakuan kontrol. Sebagaimana penelitian Hadiyah *et al.*, (2023) bahwa pemberian kompos *Azolla* (10, 15, dan 20 ton/ha) berpengaruh signifikan terhadap luas daun tanaman selada organik, dan pada komposisi 20 ton/ha menjadi perlakuan terbaik dengan luas daun mencapai 407.48 cm<sup>2</sup>. Selain itu penelitian Mahmudah *et al.* (2017) menunjukkan pemberian kompos *Azolla* sebanyak 6 ton/ha berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun hingga 28 HST dan menjadi perlakuan terbaik dibandingkan dengan dosis 3 ton/ha dan 9 ton/ha. Kondisi tersebut terjadi karena kompos *Azolla* mengandung N, P, dan K baik bagi tanaman. Seiring penambahan *Azolla* mampu meningkatkan agregasi atau kemampuan tanah menahan air, di mana air adalah komponen penting agar tanaman menghasilkan fotosintat. Kandungan nitrogen diperlukan pada bagian klorofil untuk fotosintesis yang hasilnya akan dimanfaatkan dalam pembelahan sel di jaringan meristematis sehingga terjadi peningkatan jumlah daun atau perkembangan organ vegetatif tanaman yang lain.

Pada penelitian Jumadin (2017) menunjukkan bahwa pemberian kompos *Azolla* (100 dan 200 gram/polybag) mampu meningkatkan rata-rata diameter tanaman kelapa sawit usia 12 MST, masing-masing 0,74 dan 0,76 cm dibanding tanpa pemberian kompos *Azolla* yakni 0,73 cm. Menurutnya, semakin banyak kandungan nitrogen akan meningkatkan multiaplikasi mikroorganisme perombak forfor, sehingga kandungan fosfor juga akan meningkat. Selama dekomposisi kompos terjadi, senyawa P-organik pada bahan organik akan diubah dan dimineralisasikan menjadi senyawa organik yang bisa diserap tanaman. Fosfor berperan dalam fotosintesis, pembelahan sel, dan pengembangan jaringan tanaman. Fosfor juga mampu meningkatkan unsur hara dan kesuburan tanah. Kalium pada kompos juga berfungsi dalam proses fotosintesis yakni membentuk protein dan selulosa untuk memperkuat batang tanaman. Semakin tinggi kadarnya, semakin baik pertumbuhan batang tanaman (Friyani, *et al.*, 2022)

Menurut Shofiah *et al.* (2018) luas dan jumlah daun berbanding lurus dengan diameter batang tanaman, karena semakin baik laju fotosintesis akan meningkatkan asimilat sehingga juga dapat meningkatkan luas diameter batang. Namun, pada kondisi yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan karena bersifat toksisitas (Coffiana dan Hartatik, 2021). Sebagaimana pernyataan Oviyanti (2016) bahwa kelebihan atau kekurangan nitrogen dapat menghambat pertumbuhan batang karena pembelahan dan pembesaran sel terhambat, sehingga tanaman menjadi kerdil. Pamungkas *et al.*, (2020) membuktikan kompos *Azolla* menghasilkan diameter umbi bawang merah, yakni 2.1891 cm, lebih tinggi dibanding tanpa penggunaan pupuk, yakni 1.9856 cm. Hal tersebut dikarenakan tersedianya unsur P yang berperan penting dalam pembentukan sel-sel baru atau mampu meningkatkan pembelahan sel pada umbi sehingga ukuran diameter umbi meningkat. Unsur P akan melakukan transfer fotosintat dari ke seluruh organ tumbuhan, terutama umbi. Unsur P tersebut juga mengalami peningkatan energi, yakni berupa ATP dan ADP sehingga turut menyebabkan peningkatan translokasi fotosintat ke umbi.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa perlakuan kompos *Azolla* memiliki perbedaan yang signifikan, di mana perlakuan terbaiknya sesuai rank friedman adalah A1 dengan rerata jumlah umbi tertinggi pada 10 MST, yakni 5.55 buah.

Pamungkas *et al.*, (2020) juga membuktikan pemberian kompos *Azolla* menghasilkan jumlah umbi bawang merah, yakni 6.46 buah, lebih tinggi dibanding tanpa penggunaan pupuk, yakni 6.2 buah. Hal tersebut dikarenakan *Azolla* sebagai bahan organik dapat menyebabkan tanah gembur atau lebih mudah ditembus akar sehingga umbi akan lebih banyak dan lebih besar. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah umbi *T. triangulare* meningkat seiring dengan penambahan kompos *Azolla* yang diberikan, tetapi pada konsentrasi yang kurang tepat dapat menurunkan jumlah umbi, yakni pada konsentrasi 10 gram/polybag. Hal ini dapat terjadi karena kompos *Azolla* yang belum memenuhi standar kelayakan pupuk berdasarkan SNI 19-7030-2004, yakni memiliki pH 6.2, lebih rendah dari standar mutu sebesar 6,8-7,49.

Pupuk yang memiliki derajat keasaman terlalu rendah (asam) akan merusak perakaran dan membuat aktivitas mikroba tanah terhambat dan jika terlalu tinggi (basa) akan menyulitkan tanaman untuk menyerap nutrisi (Umami dan Suprijanto, 2013). Kompos yang asam akan berpengaruh terhadap media tanam. Keasaman media tanam sangat mempengaruhi kualitas hidup tumbuhan. Bila derajat keasaman terlalu rendah atau tinggi maka pertumbuhan tanaman akan kurang baik meskipun masih bisa tumbuh dan berbuah. Pada kondisi terlalu asam, ketersediaan unsur hara makro akan lebih sedikit, dan unsur besi atau aluminium relatif tinggi, sehingga tanaman kekurangan hara atau keracunan (Jummi, *et al.*, 2020).

Pada penelitian Guntoro *et al.*, (2019), pemberian kompos *Azolla* sebanyak 5 gram menghasilkan bobot basah brangkasan tanaman ubi jalar sebesar 1265 gram, pada konsentrasi 10 gram menghasilkan bobot basah brangkasan tanaman ubi jalar sebesar 1915.33 gram, lalu pada konsentrasi 10 gram menurunkan bobot basah brangkasan tanaman ubi jalar sebesar 797.33 gram dibandingkan tanpa pemberian pupuk sebesar 1689.33 gram. Hal ini disebabkan kompos *Azolla* mampu memperbaiki sifat fisik tanah dengan cara memperbaiki pori tanah agar tanah tidak padat supaya memperbaiki akselerasi akar dan memungkinkannya tumbuh lebih banyak, sehingga bobotnya mengalami peningkatan (Jumadin, 2017).

Pada hasil penelitian Widyaningrum (2017) yang menunjukkan bahwa dosis kompos *Azolla* sebesar 10 gram per *polybag* dapat menjadi perlakuan terbaik dan berpengaruh terhadap jumlah daun, panjang akar, berat kering total, diameter batang, dan tinggi tanaman. Pemberian kompos *Azolla* tersebut dapat meningkatkan berat brangkasan kering terberat sebesar 14.45 gram dan indeks panen terbanyak sebesar 94.07%. Hal ini disebabkan kompos *Azolla* yang mampu memberi suplai hara lebih baik, cukup dan berimbang daripada jenis kompos yang lainnya terhadap tanaman sawi, sehingga unsur hara tersebut dapat tersedia dan dimanfaatkan dengan baik untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Sakalena, 2015). Pada penelitian kompos *Azolla* rata-rata indeks panen sebanyak 2.4861, lebih rendah dari perlakuan tanpa penggunaan pupuk yakni 2.6371. Indeks panen menunjukkan distribusi bahan kering atau bobot bahan kering tanaman saat panen. Hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh genetik dari setiap varietas. Salah satunya karena setiap tanaman juga dapat mensintesis hormon endogen dalam konsentrasi tertentu untuk pertumbuhannya, apabila berlebihan dapat menghambat pertumbuhan (Wijiastuti, *et al.*, 2013; Pamungkas *et al.*, 2020).

**Pengaruh Interaksi PGPR dan Kompos *Azolla* Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Stek Batang *T. triangulare***

Pada penelitian ini diketahui bahwa interaksi PGPR dan kompos *Azolla* berpengaruh signifikan terhadap parameter jumlah daun, tinggi tanaman panjang akar, dan bobot basah *T. triangulare*. Perlakuan P2A3 (PGPR 10% dan kompos *Azolla pinnata* 15 gram/polybag) menjadi perlakuan terbaik terhadap jumlah daun, P3A2 (PGPR 15% dan kompos *Azolla pinnata* 10 gram/polybag) menjadi perlakuan terbaik terhadap parameter tinggi tanaman, P1A2 (PGPR 5% dan kompos *Azolla pinnata* 10 gram/polybag) menjadi perlakuan terbaik terhadap parameter panjang akar, sedangkan P2A2 (PGPR 10% dan kompos *Azolla pinnata* 10 gram/polybag) menjadi perlakuan terbaik terhadap bobot basah *T. triangulare*. Dengan demikian, seiring penambahan pupuk yang diberikan, semakin meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman *T. triangulare* daripada perlakuan kontrol (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Interaksi PGPR dan Kompos *Azolla* terhadap *T. triangulare* (Ginseng Jawa).

Perlakuan	Parameter							
	Luas Daun (cm <sup>2</sup> )	Jumlah Daun	Diameter Batang (cm)	Tinggi Tanaman	Panjang Akar	Jumlah Umbi	Bobot Basah	Bobot Kering
Interaksi (PxA)	tn	*	tn	*	*	tn	*	tn
P0A0	757.06 ± 409.71	31.20 ± 17.24 <sup>p</sup>	0.60 ± 0.09	25.96 ± 10.13 <sup>p</sup>	13.42 ± 8.04 <sup>l</sup>	2.40 ± 1.67	23.88 ± 18.34 <sup>o</sup>	10.62 ± 9.66
P1A0	1021.79 ± 168.02	61.00 ± 3.16 <sup>n</sup>	0.80 ± 0.13	38.16 ± 6.31 <sup>m</sup>	15.12 ± 2.25 <sup>o</sup>	3.80 ± 0.84	29.48 ± 2.65 <sup>n</sup>	11.44 ± 3.47
P2A0	1065.40 ± 42.34	56.60 ± 5.27 <sup>o</sup>	0.72 ± 0.17	42.00 ± 4.71 <sup>j</sup>	17.86 ± 1.40 <sup>k</sup>	4.40 ± 1.67	29.88 ± 3.98 <sup>m</sup>	14.67 ± 3.84
P3A0	960.12 ± 128.21	66.80 ± 13.48 <sup>m</sup>	0.64 ± 0.11	36.96 ± 12.23 <sup>l</sup>	19.26 ± 3.07 <sup>d</sup>	4.00 ± 1.73	38.05 ± 10.72 <sup>i</sup>	17.21 ± 4.50
P0A1	1102.88 ± 128.70	78.00 ± 10.46 <sup>k</sup>	0.67 ± 0.13	37.62 ± 10.50 <sup>n</sup>	14.04 ± 3.47 <sup>p</sup>	5.20 ± 1.79	31.11 ± 4.63 <sup>k</sup>	15.76 ± 5.47
P1A1	1147.75 ± 218.21	90.40 ± 16.20 <sup>f</sup>	0.73 ± 0.22	42.42 ± 10.93 <sup>h</sup>	17.54 ± 3.34 <sup>g</sup>	5.60 ± 3.91	50.44 ± 8.51 <sup>c</sup>	22.28 ± 6.88
P2A1	1142.91 ± 203.14	85.00 ± 15.72 <sup>i</sup>	1.00 ± 0.28	45.36 ± 1.72 <sup>e</sup>	20.02 ± 3.39 <sup>e</sup>	5.00 ± 2.35	49.79 ± 8.94 <sup>b</sup>	19.94 ± 2.88
P3A1	1279.90 ± 263.72	100.20 ± 13.54 <sup>b</sup>	0.79 ± 0.06	45.48 ± 4.93 <sup>d</sup>	18.70 ± 1.94 <sup>i</sup>	6.40 ± 3.05	45.36 ± 13.05 <sup>f</sup>	20.47 ± 5.15
P0A2	859.99 ± 157.31	73.20 ± 9.73 <sup>l</sup>	0.63 ± 0.10	42.42 ± 9.84 <sup>f</sup>	17.40 ± 2.87 <sup>j</sup>	3.00 ± 2.12	26.73 ± 3.22 <sup>p</sup>	13.16 ± 2.60
P1A2	1147.40 ± 66.62	86.40 ± 21.55 <sup>g</sup>	0.67 ± 0.12	42.96 ± 2.58 <sup>i</sup>	20.12 ± 1.98 <sup>b</sup>	4.40 ± 1.52	41.12 ± 3.15 <sup>g</sup>	16.97 ± 4.05
P2A2	1185.60 ± 30.18	100.80 ± 29.28 <sup>c</sup>	0.81 ± 0.28	44.16 ± 4.60 <sup>g</sup>	20.06 ± 4.89 <sup>f</sup>	6.80 ± 2.59	51.75 ± 6.68 <sup>a</sup>	23.03 ± 3.25
P3A2	1311.63 ± 76.56	92.40 ± 24.03 <sup>d</sup>	0.78 ± 0.08	48.84 ± 7.05 <sup>a</sup>	19.42 ± 2.25 <sup>c</sup>	5.00 ± 1.00	45.74 ± 6.06 <sup>e</sup>	18.77 ± 3.82
P0A3	988.72 ± 107.64	79.80 ± 13.50 <sup>j</sup>	0.64 ± 0.10	43.08 ± 5.92 <sup>k</sup>	15.16 ± 4.66 <sup>n</sup>	3.20 ± 1.48	31.44 ± 2.67 <sup>j</sup>	12.17 ± 3.89
P1A3	1324.22 ± 2	94.40 ± 2	0.75 ± 0.13	37.62 ± 2.8	15.80 ± 3	4.60 ± 2.6	30.89 ± 2	14.98 ± 7

	35.13	19.41 <sup>c</sup>		4 <sup>o</sup>	.22 <sup>m</sup>	1	10.91 <sup>l</sup>	.46
P2A3	1335.18±1 87.57	101.60 ±20.08 a	0.75±0.13	47.34±1.5 5 <sup>c</sup>	18.58±1 .16 <sup>h</sup>	6.00±2.1 2	48.73± 15.94 <sup>d</sup>	24.84±6 .49
P3A3	1139.70±2 43.12	82.60± 15.76 <sup>h</sup>	0.73±0.09	47.16±6.8 7 <sup>b</sup>	20.04±1 .72 <sup>a</sup>	5.80±1.4 8	40.87± 8.00 <sup>h</sup>	19.74±3 .60

Keterangan: Uji *Two Way Anova* dilakukan pada parameter luas daun, diameter batang, dan bobot kering tanaman. Sedangkan uji *Friedman* dilakukan terhadap parameter jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, jumlah umbi, dan bobot basah tanaman. Tanda bintang (\*) menunjukkan pengaruh signifikan, sedangkan huruf tn menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan. Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar parameter sesuai uji DMRT 5% yang merupakan uji lanjut dari *Two Way Anova* dan urutan rank berdasarkan adanya perbedaan

Berdasarkan tabel diketahui bahwa interaksi perlakuan berpengaruh signifikan, dan terdapat perbedaan rerata jumlah daun pada 10 MST. Rerata tertinggi dihasilkan oleh P2A3, yakni 101.60 helai. Berdasarkan rank friedman perlakuan P3A3 menghasilkan rerata panjang akar tertinggi pada 10 MST diperoleh P1A2. P2A2 menjadi perlakuan terbaik pada rerata bobot basah, yakni 51.75 gram. Sebagaimana penelitian Kasmaei *et al.* (2019) bahwa bahwa aplikasi PGPR (*P. fluorescens*) dan kompos *Azolla* mampu menghasilkan jumlah daun *rosemary* hingga sebesar 34%, tinggi tanaman *rosemary* sebesar 16%, panjang akar *rosemary* sebesar 28%, bobot segar akar *rosemary* sebesar 26%, karena adanya perbaikan kondisi nutrisi tanah dan aktivitas mikroba di tanah berkapur.

Sebagaimana penelitian yang dilakukan Nadeem *et al.* (2017), penggunaan kompos dan PGPR secara sinergis juga telah mampu menyebabkan peningkatan panjang akar tanaman mentimun secara signifikan. Pada kapasitas lapang 100% (D0) menghasilkan panjang akar 29 cm, pada kapasitas lapang 75% (D1) menghasilkan panjang akar 25.3 cm, dan pada kapasitas lapang 50% (D2) menghasilkan panjang akar 26 cm. Hasil tersebut lebih besar dari panjang akar perlakuan kontrol, yakni 22.7 pada D1, 18.6 pada D2, dan 15.3 pada D3. Penggunaan kompos dan PGPR secara sinergis menyebabkan peningkatan bobot basah pucuk dan akar mentimun secara signifikan. Pada pada kapasitas lapang 100% (D0) menghasilkan bobot basah akar 4.23 gram, 3.27 gram pada kapasitas lapang 75% (D1), dan 3 gram pada kapasitas lapang 50% (D2). Hasil tersebut lebih besar dari bobot basah akar perlakuan kontrol, yakni 4.10 gram pada D1, 2.53 gram pada D2, dan 1.9 gram pada D3.

Hal ini terjadi karena kompos dan PGPR berinteraksi, kompos mengandung unsur hara yang penyerapannya dapat terbantu oleh bakteri-bakteri yang diberikan PGPR. Kombinasi tersebut mampu mengurangi dampak negatif dari stress defisit air tanaman mentimun, meningkatkan kandungan relatif air dari daun, dan mengurangi kebocoran elektrolit. Kompos mampu meningkatkan kualitas tanah seperti meningkatkan kesuburan dan daya ikat air sehingga kondusif bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta memperbanyak populasi bakteri. PGPR mampu mendukung peningkatan pertumbuhan pucuk dan akar tanaman di bawah cekaman kekeringan karena bakteri di dalamnya, seperti *P. fluorescens* bertindak mengurangi etilen yang diinduksi stress melalui enzim *ACC-deaminase* dan kemampuannya dalam melindungi tanaman terhadap kekeringan melalui produksi EPS (Eksopolisakarida), yakni metabolit

sekunder hasil ekskresi bakteri asam laktat saat kondisi lingkungan kurang menguntungkan (Nadeem *et al.*, 2017).

Penurunan rata-rata pertumbuhan pada konsentrasi pupuk yang terlalu tinggi yang dapat disebabkan penyerapan unsur hara atau air yang berlebihan sehingga menghambat pertumbuhan tanaman (Coffiana dan Hartatik, 2021). Selain itu, menurut Sofyan *et al.*, (2022), penurunan pertumbuhan seperti luas daun juga dapat disebabkan oleh cekaman yang semakin meningkat atau penambahan umur tanaman. Terhambatnya pertumbuhan juga dapat terjadi karena kompos *Azolla* yang belum memenuhi standar kelayakan pupuk berdasarkan SNI 19-7030-2004, yakni memiliki pH 6.2, lebih rendah dari standar mutu sebesar 6,8-7,49. Pupuk yang memiliki derajat keasaman terlalu rendah (asam) akan merusak perakaran dan membuat aktivitas mikroba tanah terhambat dan jika terlalu tinggi (basa) akan menyulitkan tanaman menyerap nutrisi (Umami dan Suprijanto, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa interaksi perlakuan tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada parameter diameter batang, tinggi tanaman, jumlah umbi, dan bobot kering tanaman. Perbedaan yang tidak signifikan atau tidak terdapat interaksi juga diduga karena parameter tersebut lebih dipengaruhi faktor lain. Faktor genetik setiap bahan tanam stek dapat berperan pada kecepatan pertumbuhan tanaman. Peran genetik yang dominan akan berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan *T. triangulare*. Salah satunya karena setiap tanaman juga dapat mensintesis hormon endogen dalam konsentrasi tertentu untuk pertumbuhannya, apabila berlebihan dapat menghambat pertumbuhan (Wijiastuti, *et al.*, 2013). Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman umumnya berkaitan dengan proses fisiologi. Sedangkan faktor eksternal dapat meliputi air, suhu, radiasi matahari, dan suplai unsur hara. Jika salah satu faktor tidak tersedia atau tidak seimbang, maka dapat menghambat proses pertumbuhan tanaman (Pratiwi, 2013; Rai, 2018). Menurut Nuryani *et al.* (2019), ketidaktepatan konsentrasi atau interval waktu pemberian pupuk akan menyebabkan hasil pertumbuhan yang tidak optimal. Selain itu juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar maupun media tanam yang digunakan (Saepudin, *et al.*, 2020; Manurung *et al.*, 2023).

## KESIMPULAN

Pemberian pupuk dilakukan dalam durasi sebulan sekali. Hasil menunjukkan *PGPR* telah memenuhi standar mutu kelayakan pupuk sesuai Keputusan Menteri No. 261/KPTS/SR/310/M/4/2019 pada parameter populasi bakteri, sedangkan parameter kimiawi kompos *A. pinnata* telah sesuai SNI 19-7030-2004, kecuali pada parameter pH kompos *Azolla*. Seluruh perlakuan pemberian pupuk telah menghasilkan 100% persentase stek hidup. *PGPR* berpengaruh terhadap luas daun, diameter batang, panjang akar, dan tinggi tanaman; kompos *Azolla* berpengaruh terhadap luas daun, jumlah daun, panjang akar, jumlah umbi, bobot basah dan kering tanaman; interaksi *PGPR* dan kompos *Azolla* berpengaruh terhadap panjang akar, jumlah daun, tinggi tanaman, dan bobot basah tanaman. Perlakuan terbaik terhadap pertumbuhan *T. triangulare* adalah pemberian *PGPR* akar bambu 10%, kompos *A. pinnata* 5 gram/polybag, serta interaksi *PGPR* akar bambu 10% dan kompos *Azolla* 10 gram/polybag.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F., dkk. (2018). Pengaruh penambahan EM4 dan Larutan Gula Pada Pembuatan Pupuk Kompos Dari Limbah Industri Crumb Rubber. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(2): 47-55.
- Amir, L., dkk. (2012). Ketersediaan Nitrogen Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amarantush tricolor* L.) yang Diperlakukan Dengan Pemberian Pupuk Kompos *Azolla*. *Sainsmat*, 1(2):167-180.
- Andarwulan N., dkk. (2012). *Hidangan dari Daun Kolesom*. Seafast Center IPB: Bogor.
- Ardiansyah, I., dan Agustina, N.A. (2021). Respon Pemberian PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) Dengan Dosis Dan Lama Perendaman Terhadap Pertumbuhan *Mucuna Bracteata*. *Jurnal Insitusi Politeknik Ganesha Medan*, 4(1):227-235.
- Arimby, C., dkk. (2014). Pemanfaatan *Azolla pinnata* R. Br Dalam Penyerapan Zn Dari Limbah Cair Pabrik Karet Sebagai Fitoremediator. *JOM FMIPA*, 1(2): 1-8.
- Astuti, Y. W., dkk. (2013). Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat dan Bakteri Penambat Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat pada Tanah Masam. *Biosfera*, 30(3): 134-142.
- Babu, P.R, dkk. (2012). Hypoglycemic Activity of Methanolic Extract of *Talinum triangulare* Leaves in Normal and Streptozotocin Induced Diabetic Rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2(5): 197-201.
- BATAN. (2011). *Azolla* Sebagai Pabrik Mini Nitrogen. *Atomos*, 15 (2): 1-6
- Budiasih, R., dkk. (2018). The Effect of Bamboo's Root PGPR Concentration and Row Spacing on Growth and Yield of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Jurnal Sains Dasar*, 7(2), 103-110.
- Cahyani, C.N., dkk. (2018). *Potensi Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Dan Berbagai Media Tanam Terhadap Populasi Mikroba Tanah Serta Pertumbuhan dan Produksi Kentang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2): 887-899.
- Coffiana, C. D., dan Hartatik, S. (2021). Pengaruh Komposisi Media Tanam Dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) Dalam Pot. *Jurnal Penelitian Ipteks*, 6(2), 138-145.
- Dianita, I., dkk. (2020). Pengaruh Pupuk Tauge Kacang Hijau (*Phaseolus Radiatus*) Terhadap Kepadatan dan Kandungan Karotenoid Dunaliella Salina. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(1):18-26.
- Ezekwe, C.I., dkk. (2013). The Effect of Methanol Extract of *Talinum triangulare* (Water Leaf) on The Hematology and Some Liver Parameters Of Experimental Rats. *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 8(2): 51-60.
- Friyani, D.W., dkk. (2022). Teknologi Pengomposan Berbahan Baku Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Danau Tondano. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 3(1), 1-7.
- Guntoro, A., dkk. (2019). Pengaruh Pemangkasan Pucuk dan Pemberian Dosis Pupuk *Azolla pinnata* Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* blackie). *Innofarm*, 21(1): 28-35.

- Gusti, I. N., dkk. (2012). Aplikasi *Rhizobacteria Pantoea agglomerans* untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Jagung Varietas Hibrida BISI-2. *Agrotrop*, 2(1):1-9.
- Hamdayanty, dkk. (2022). Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Asal Akar Tanaman Bambu Terhadap Pertumbuhan Kecambah Padi. *Jurnal Ecosolum*, 11(1): 29-37).
- Hodiyah, I., dkk. (2023). Aplikasi Kompos Azolla (*Azolla* sp.) dan Pupuk Hayati Pada Budidaya Selada (*Lactuca sativa* L.) Organik. *Paspalum*, 11(1): 17-23.
- Hong, Z., dkk. (2018). Green Product Pricing With Non-Green Product Reference. *Transportation Research Part E*, 115: 1-15.
- Ichwan, B., dkk. (2021). Aplikasi Berbagai Jenis *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Media Pertanian*, 6(1):1-7.
- Ingesti, P.S.V.R., dkk. (2021). Budidaya Tanaman Kolesom (*Talinum Triangulare* (Jacq.) Willd) Dalam Polibag Sebagai Alternatif Pemanfaatan Lahan Sempit. *Abdimas Dewantara*, 4, (1): 34-45.
- Jumadin. (2017). Pengaruh Pemberian Abu Boiler dan Kompos Azolla Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* jacq). Di PRE-NURSERY. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Jummi, C. V. R., dkk. (2020). Analisis Keasaman Tanah Di Gampong Lamkeuneung Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, 5(1): 6-9.
- Kaley, A.M., dkk. (2020). Pemanfaatan Pupuk Hayati dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *AGRIC*, 32(2): 129-138.
- Kamarullah, N., dkk. (2021). Perbandingan Berbagai Mikroorganisme Lokal (MOL) Pada Proses Pengomposan Secara Anaerobik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan Terpadu*, 1(2): 53-58.
- Kasmaei, S., L., Yasrebi, J., Zarei, M., Ronaghi, A., Ghasemi, R., Saharkhiz, M. J., Ahmadabadi, Z, and Schnug, E. (2019). Influence of Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Compost, And Biochar of *Azolla* on Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Growth and Some Soil Quality Indicators in a Calcareous Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(2), 119-131.
- Kesmayanti, N., (2021). Analisis Peran *Azolla Pinnata* Pada Pertumbuhan Vegetatif Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* L.). *Prosiding Penelitian Pendidikan dan Pengabdian 2021*, 1(1): 560-566.
- Kurniahu, H., dkk. (2017). Proses Pembibitan Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Var. Rubra) Menggunakan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) Graminae Sebagai Agen Substitusi Zat Pengatur Tumbuh dan Fungisida. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat II*, 2(1): 34-35.
- Kurniasih, F.P. dan Soedradjad, R., (2019). Pengaruh Kompos dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) Pada Lahan Kering Terhadap Produksi Sawi (*Brassica rapa* L.). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(4): 159-163.

- Lestari, S.U., dkk. (2019). Uji Komposisi Kimia Kompos *Azolla Mycrophylla* dan Pupuk Organik Cair (POC) *Azolla Mycrophylla*. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(2): 121-127.
- Liao, D.Y., dkk. (2015). Antioxidant Activities and Contents of Flavonoids and Phenolic Acids of *Talinum triangulare* Extracts and Their Immunomodulatory Effects. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(2): 294-302.
- Mahmudah, L.H., dkk. (2017). Pengaruh Waktu Aplikasi dan Pemberian Berbagai Dosis Kompos *Azolla* (*Azolla pinnata*) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakchoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3): 390-396.
- Manurung, L., dkk. (2023). Pengaruh Pemberian PGPR Pada Beberapa Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Setek Lada. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 229-236.
- Nadeem, S.M., dkk. (2017). Synergistic Use Of Biochar, Compost And Plant Growth-Promoting Rhizobacteria For Enhancing Cucumber Growth Under Water Deficit Conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (15): 5139-5145.
- Nuryani, E., dkk. (2019). Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian Pupuk P terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Tipe Tegak. *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 4(1): 14-17.
- Oktafia, T. J dan Maghfoer M. D. (2018). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* L.) terhadap Aplikasi EM dan PGPR. *Produksi Tanaman*, 6(8): 1974-1981.
- Oviyanti, F. (2016). Pengaruh Pemberian Pupuk Organic Cair Daun (*Gliricidia sepium* (jacq) kunth ex walp) Terhadap Pertambahan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Skripsi*. UIN Raden Fatah. Palembang.
- Pamungkas, P.B., dkk. (2020). Pengaruh Kompos Rumput Laut dan Azolla terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah. *Vegetalika*, 9(3): 500-511.
- Prasetyo, J., dan Widyastuti, S. (2020). Pupuk Organik Cair Dari Limbah Industri Tempe. *Jurnal Teknik Waktu*, 18(2): 22-32.
- Pratiwi, C. (2013). Pengaruh Naungan Paranet Terhadap Iklim Mikro dan Produktivitas Pucuk Tanaman Kolesom. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Putri, E.W., dkk. (2019). Efek *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Dari Akar Bambu, Akar Kacang Hijau, Dan Akar Putri Malu Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) serta pemanfaatannya sebagai bahan ajar. *Journal of Biology Science and Education*, 7(2), pp.475-481.
- Putri, F.P., dkk. (2012). Pengaruh Pupuk N, P, K, Azolla (*Azolla Pinnata*) dan Kayu Apu (*Pistia strariotes*) Pada Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa*). *Jurnal produksi Tanaman*, 1(3) 10-20.
- Rai, I.N. (2018). *Dasar-Dasar Agronomi*. Percetakan Pelawa Sari: Bali.
- Saepudin, dkk. (2020). Pengaruh Berbagai Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Akar dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Terhadap Pertumbuhan Setek Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews). *Jurnal Agroteknologi*, 5(1): 292- 303.
- Sakalena, F. (2015). Pengaruh Pemberian Jenis Kompos Limbah Pertanian dan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brasica Juncea* L.) di Polibag. *Klorofil*, 10(2): 82-89.

- Sairina. (2021). Pengaruh Jarak Tanam dan PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) Akar Bambu Petung Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Cokroaminoto, Palopo.
- Shofiah D. K. R., dan S. Y. Tyasmoro. (2018). Aplikasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Pupuk Kotoran Kambing pada Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah Varietas Manjung. *Produksi Tanaman*. 6(1), 76-82.
- Simanjuntak, A., dkk. (2013). Respon Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap Pemberian Pupuk NPK dan Kompos Kulit Buah Kopi. *Jurnal Online Agroteknologi*, 1(3): 362-372.
- Sofyan, A., dkk. (2022). Pengaruh Perendaman PGPR terhadap Pertumbuhan Stek Batang Cincau Hijau (*Premna serratifolia* L.). *Agro Bali*, 5(2): 256-262.
- Supartha, I. N. Y., dkk. (2012). Aplikasi Jenis Pupuk Organik Pada Tanaman Padi Sistem Pertanian Organik. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*, 1(2): 98-106.
- Syafi'ah, L. (2014). Pemberian Pupuk Kompos Azolla sp Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Daging (*Brassica Juncea* L.). *Skripsi*. Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Syafruddin dan Sulaiman. (2019). *Pertanian Organik Pertanian Andalan Masa Depan*. Syiah Kuala University Press: Banda Aceh.
- Tando, E., dkk. (2020). Inovasi Teknologi dalam Upaya Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kolesom (*Talinum triangulare* (Jacq.) Willd) Sebagai Tanaman Berkhasiat Obat. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8*: 245-252.
- Tanjung, S.R., dkk. (2015). Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Fitohormon IAA (*Indole Acetic Acid*) Dari Kulit Batang Tumbuhan Raru (*Cotylelobium melanoxylon*). *Jurnal Biosains*, 1(1): 49-55.
- Tarigan, H.S., dkk. (2019). Penentuan Dosis Optimum Pemupukan Nitrogen pada Tanaman Kolesom (*Talinum triangulare* (Jacq.) Wild.). *Bulletin Agrohorti*, 7(1): 108-114.
- Umami, A, dan Suprijanto, J. (2013). Pemanfaatan Limbah Rumput Laut dan Cangkang Kerang Sebagai Pupuk Organik Cair. Seminar Nasional Tahunan X Hasil Penelitian Kelautan dan Perikanan, 2-7.
- Utami, C.D., dkk. (2017). Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sebagai Sebuah Upaya Pengurangan Pupuk Anorganik pada Tanaman Krisan Potong (*Chrysanthemum* sp.). *Jurnal Biotropika*, 5(3): 68-72.
- Wahyuningsih, N., (2017). Analisis Antibakteri *Talinum triangulare* Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Wardani, O.K., dkk. (2021). Pembuatan Mikroorganisme Lokal Berbasis Limbah Organik Sebagai Aktivator Kompos Di Desa Sikunang, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo. *Inisiatif: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1): 63-66.
- Widyaningrum, A. (2017). Pengaruh Aplikasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Kompos Azolla Terhadap Mutu Bibit Asal Stek Kopi Robusta. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Jember.

- Wijastuti, T., dkk. (2013). Uji Kemampuan Produksi Sitokinin Oleh Rhizobakteri. *Jurnal Biologi*, 2(2): 57-65.
- Wulandari, D.A.R., dkk. (2021). Upaya Awal Meningkatkan Nilai Ekonomi Kolesom Jawa Melalui Teknik Budidaya Stek Batang. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(1): 96-103.
- Xu, W., dkk. (2015). Anti-Diabetic Effects of Polysaccharides From *Talinum triangulare* in Streptozotocin (STZ)-Induced Type 2 Diabetic Male Mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72: 575-579.
- Yachya A., dan Manuhara, Y.S.W. (2015). Perbandingan Kandungan Saponin Antara Akar Rambut Dengan Umbi Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.). *Stigma Journal of science* 8(2): 12-16.
- Yulistiana, E., dkk. (2020). *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Dari Akar Bambu Apus (*Gigantochola apus*) Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *BIOLOVA*, 1(1): 1-6.