



Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Blotong, PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) dan Asam Amino Terhadap Pertumbuhan Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Kebun Mrawan 1 PG Pradjekan PTPN XI

Ahmad Fa'is Wafiuddin

Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia

Penulis Korespondensi: ahmadfaiswafiuddin384@gmail.com

ARTIKEL INFO Dikirim: 08 Juni 2024 Diterima: 14 Juni 2024 Diterbitkan: 10 Januari 2025

ABSTRAK

Pendahuluan Salah satu masalah yang dihadapi industri gula Indonesia adalah produktivitas tebu yang rendah yang disebabkan oleh Teknik budidaya yang tidak ideal dan Tingkat kesuburan tanah yang rendah. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan kandungan-kandungan nutrisi, mikroba, dan unsur hara yang ada pada pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino dengan cara mengaplikasikan ke tanaman tebu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari pemberian pupuk organik blotong, PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), dan asam amino berpengaruh terhadap pertumbuhan tebu (*Saccharum officinarum* L.)

Metode Pengumpulan Data. Plot perlakuan yang diamati adalah pertumbuhan tanaman tebu yang ditanam pada lahan dengan dan tanpa pemberian paket mikrobial (pupuk organik blotong, PGPR, asam amino).

Analisa Data. Metode penelitian yang digunakan adalah mengumpulkan data untuk dianalisis menggunakan Uji T untuk kedua perlakuan dengan masing-masing 50 sample.

Hasil dan Diskusi. Hasil Penelitian adalah pemberian pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang (36 MSA) dengan nilai rata-rata 3,34 cm, brix (36 MSA) dengan nilai 19,95%, serta rendemen (36 MSA) yang mencapai nilai 8,41%..

Simpulan. Pemberian pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino berpengaruh terhadap pertumbuhan tebu.

Kata kunci:

Tebu, Pupuk Organik Blotong, PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), Asam Amino

ABSTRACT

Introduction One of the problems faced by the Indonesian sugar industry is low sugarcane productivity caused by non-ideal cultivation techniques and low soil fertility levels. To anticipate this, research was conducted by utilizing the contents of nutrients, microbes, and nutrients in blotong organic fertilizer, PGPR, and amino acids by applying to sugarcane plants. The purpose of this study was to determine the effect of applying blotong organic fertilizer, PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), and amino acids on the growth of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.).

Data Collection Method. The treatment plots observed were the growth of sugarcane plants grown on land with and without the provision of microbial packages (blotong organic fertilizer, PGPR, amino acids).

Dana Analysis. The research method used is to collect data to be analyzed using the T test for both treatments with 50 samples each.

Results and Discussion. The results of the study were the provision of blotong organic fertilizer, PGPR, and amino acids had a very significant effect on stem diameter (36 WAA) with an average value of 3.34 cm, brix (36 WAA) with a value of 19.95%, and yield (36 WAA) which reached a value of 8.41%.

Conclusion. The application of blotong organic fertilizer, PGPR, and amino acids affects the growth of sugarcane.

Keywords:

Sugarcane, Blotong Organic Fertilizer, PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), Amino Acid

PENDAHULUAN

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) mempunyai peranan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan gula nasional Indonesia, tanaman tebu memainkan peran penting dalam memastikan keberlangsungan industri gula (Muliandari et al., 2021).

Berdasarkan data Ditjen Perkebunan Kementerian Pertanian (Kementan) RI tahun 2022, Jawa Timur kembali mempertahankan predikatnya sebagai provinsi dengan produksi gula dan tebu tertinggi secara nasional. Produksi gula di Jawa Timur mencapai angka 49,55% atau sebanyak 1.192.034 ton dari total produksi gula nasional sebanyak 2.405.907 ton. Sementara produksi tebu di Jawa Timur tahun 2022 sebanyak mencapai angka 47,65% atau setara dengan 17.362.620 ton dengan rendemen 7.17%. Tidak hanya tertinggi secara nasional, akan tetapi produksi gula dan tebu meningkat dibandingkan dengan tahun 2021, yang hanya sebesar 14.767.763 ton atau 47,63 % dari produksi tebu nasional, dan menghasilkan gula sebesar 1.087.415 ton dengan rendemen 7,35%. Penurunan rendemen dari tahun 2021 ke 2022 disebabkan oleh kualitas tebu yang kurang baik. Penurunan kualitas yang terdapat pada tebu ini disebabkan oleh beberapa hal mendasar seperti budidaya tanaman tebu kurang baik dan kandungan unsur hara tanah yang minim.

Salah satu permasalahan yang dihadapi industri gula di Indonesia adalah produktivitas tebu rendah karena metode budidaya tidak ideal (Tando, 2017). Selain itu, Tingkat kesuburan tanah di Perkebunan tebu sangat rendah, yang menyebabkan hasil tebu yang rendah. Di Indonesia, hampir 73% (9,4 juta hektar) lahan pertanian memiliki

nilai bahan organik tanah kurang dari 2%. Pertumbuhan tebu dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti iklim, tanah, nutrisi, dan pengelolaan tanaman (Elfianis, 2020).

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tebu itu, utamanya penggunaan teknis budidaya, pemanfaatan lingkungan dan dukungan teknologi secara efektif dan efisien. Secara khusus pengelolaan lahan yang benar dengan disertai intensitas pemeliharaan bahkan dukungan teknologi budidaya akan mampu meningkatkan produktivitas tebu. Pemeliharaan tanaman tebu dibagi menjadi beberapa bagian, mulai dari pemupukan, pembumbunan, pengelentekan, dan pemberian air, serta pengendalian hama dan penyakit tanaman (PHT). Dampak yang paling besar terhadap pertumbuhan bibit tebu adalah intensitas pemeliharaan khususnya pemupukan. Karena beberapa alasan yang sulit dijelaskan secara lengkap, maka patut diduga bahwa pada umumnya petani tebu belum melakukan pemeliharaan sesuai SOP (Standar Operasional Prosedur) pemupukan, baik dari segi dosis maupun jenis pupuk yang digunakan, salah satu alasannya adalah kendala karena biaya atau harga pupuk yang tinggi.

Pemberian nutrisi yang tepat dan pengelolaan tanaman yang baik juga sangat penting bagi pertumbuhan tebu. Pupuk yang sesuai, air yang cukup, dan pemangkasan yang teratur dapat membantu meningkatkan produksi tebu. Pertumbuhan tebu juga dipengaruhi oleh faktor biotik seperti bakteri, maupun mikroorganisme yang ada di dalam tanah. Tidak hanya itu pengaruh sinergitas mikroba juga sangat penting dalam proses tanaman tebu untuk tumbuh (Putra et al., 2016).

Sinergitas mikrobial dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman tebu melalui peningkatan kualitas tanah, pemberian nutrisi, dan melindungi tanaman dari patogen. Terdapat peningkatan ketersediaan unsur hara tanah karena mineralisasi unsur hara tanah seperti N, P, dan K. Tingginya bahan organik dan pertumbuhan mikrobial meningkatkan aktivitas enzim tanah, sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Oleh karena itu, pertumbuhan sinergis mikrobial dapat berperan penting dalam peningkatan produktivitas dan mutu tebu.

Paket mikrobial yang diberikan adalah pupuk organik blotong, *Plant Growth Promoting Bacteri* (PGPR), dan asam amino. Pupuk organik blotong terbuat dari limbah ampas nira tebu padat yang dihasilkan dari penggilingan dan masih berbentuk tanah dan mengandung air, dan memiliki kandungan-kandungan mineral yang baik bagi pertumbuhan tanaman (Supari et al., 2015). *Plant Growth Promoting Bacteri* (PGPR) adalah penentu kesehatan tanaman dan kesuburan tanah. Interaksi *Plant Growth Promoting Bacteri* (PGPR) dengan inangnya tanaman adalah hubungan yang rumit dan saling melibatkan tidak hanya dua objek tetapi biotik lainnya dan faktor abiotik di dalam tanah (Dutta S, 2010). Asam amino merupakan pupuk organik cair yang dibuat dengan cara memanfaatkan ikan lemuru sebagai bahan utama, Pupuk asam amino memiliki manfaat bagi tanaman dalam membantu pertumbuhan dan memenuhi kebutuhan nutrisi unsur hara mikro dan makro (Waitiu, 2022).

Paket mikrobial ini nantinya akan diberikan kepada lahan dan tanaman tebu, dengan harapan kandungan-kandungan nutrisi, mikrobial, dan unsur hara yang ada pada pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman tebu.

Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan penelitian mengenai pengaruh pemberian pupuk organik blotong, PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), dan asam amino terhadap pertumbuhan tanaman tebu di lahan kebun Mrawan 1 PG Pradjekan PTPN XI.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pupuk Organik Blotong

Blotong merupakan limbah pabrik gula yang berisi mineral seperti karbon, kalium, nitrogen, fosfat, dan mineral lain yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk membuat pupuk organik dengan metode pengomposan (Fangohoy & Wandansari, 2017). Blotong memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik, karena dapat membantu memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Hasil analisis yang dilakukan di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember (2022) komposisi blotong terdiri: N-Total (0,999%), P₂O₅(1,149%), K₂O (0,210%), C-organik (9,609%), Ca (2,035%), Mg (0,184%), Zn (175,340 ppm) dan Sulfur (604,031 ppm). Komposisi ini berbeda persentasenya dari satu PG dengan PG lainnya, bergantung dari asal tebu.

Selain itu, blotong blotong mengandung banyak bahan yang menyuburkan tanah, seperti humus, kalsium (CaO), nitrogen (P₂O₅), dan fosfat (P₂O₅). Oleh karena itu, mereka dapat digunakan untuk menyuburkan atau memperbaiki struktur tanah, terutama di lahan kering. (Taufik et al., 2013). Pupuk blotong berfungsi untuk memperbaiki kesuburan tanah melalui perbaikan tekstur tanah yang dicirikan dari sifat fisik tanah, khususnya menurunkan laju pencucian hara, meningkatkan kapasitas menahan air, dan memperbaiki drainase tanah. (Supari dkk, 2015).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pupuk organik blotong dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman, terutama pada diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, dan meningkatkan hasil pada tebu. Seperti yang dilaporkan oleh (Santoso, 2020) yang mengatakan bahwa pupuk organik blotong dapat meningkatkan diameter batang, tinggi tanaman, dan berat pada tanaman rosella di umur 150 HST. (da Mota et al., 2019) yang menyatakan bahwa pupuk organik blotong berpengaruh pada diameter tanaman dan tinggi tanaman kedelai.

B. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

Salah satu mikroorganisme penyubur tanah adalah bakteri sekitar akar yang memiliki peran penting dalam penyerapan nutrisi melalui akar. Bakteri pemacu pertumbuhan akar tanaman di dalam area perakaran tanaman disebut juga Plant Growth Promoting Rhizobacteria atau PGPR.

Bakteri yang berasal dari rhizosfer, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dapat berpindah dari lingkungan asalnya ke lingkungan lain secara langsung atau melalui manipulasi sebelumnya. Bakteri ini dapat bertahan hidup di lingkungan baru asalkan syarat pertumbuhannya terpenuhi. Mikroorganisme dalam PGPR melakukan banyak hal baik untuk tanaman secara langsung dan tidak langsung. Kumpulan bakteri tanah yang dikenal sebagai PGPR dapat menyediakan berbagai unsur hara di dalam tanah, mendorong mobilisasi atau serapannya, dan mensintesis hormon tanaman yang mendorong pertumbuhan tanaman dan mengubah konsentrasinya. Dengan demikian, PGPR memiliki kemampuan untuk secara langsung mempengaruhi tanaman melalui kemampuan mereka sendiri. Sebaliknya, secara tidak langsung terkait dengan kemampuan untuk menghentikan aktivitas patogen melalui pembuatan berbagai senyawa dan metabolit seperti antibiotik, yang menyebabkan penyakit, terutama patogen tular (Rahni, 2012). PGPR juga membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas pertumbuhan tanaman serta memanfaatkan eksudat akar sebagai sumber makanan bakteri. PGPR ini dapat diambil dari sekitar perakaran tanaman dan diperbanyak agar nantinya dapat diaplikasikan kembali ke tanaman. PGPR dari akar mengandung berbagai macam bakteri seperti *Bacillus* spp, *Pseudomonas* spp, *Azotobacter* sp, *Rhizobium* spp, dan *Lactobacillus* spp. PGPR bisa diberikan ke tanaman apabila PGPR memenuhi syarat

untuk diaplikasikan, seperti yang disampaikan oleh (Kuan et al., 2016) yang menyatakan bahwa koloni optimal PGPR untuk diaplikasikan ke tanaman tebu dapat berkisar antara $10^6 - 10^8$ CFU/mL (Colony Forming Unit /mL).

Suatu tanah dikatakan subur secara alami ketika organisme tanah melepaskan anorganik nutrisi dari cadangan organik pada tingkat yang cukup untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman yang cepat. beberapa bakteri yang memberikan pengaruh menguntungkan bagi tanaman meskipun berada di luar lingkungan rizosfer. Peran PGPR tidak hanya diimplementasikan oleh efek langsung dari satu strain bakteri tetapi oleh dialog molekuler yang dibangun antara mikro-organisme tanah dan tanaman (Goswami et al., 2016). PGPR mempengaruhi keseimbangan zat pengatur tumbuh, baik karena mikroorganisme itu sendiri melepaskan zat pengatur tumbuh yang terintegrasi ke dalam tanaman atau karena mikro-organisme bertindak sebagai bak penampung hormon yang dilepaskan tanaman, dan itu yang menginduksi metabolisme tanaman yang mengarah pada peningkatan kapasitas adaptifnya (Govindasamy et al., 2011).

C. Asam Amino

Asam amino, yang merupakan monomer (bahan penyusun) protein, memiliki dua gugus fungsi: gugus karboksil dan gugus amino, yang masing-masing terikat pada atom karbon (C). Gugus karboksil memberikan sifat asam, dan gugus amina memberikan sifat basa. Asam amino bersifat amfoter dalam larutan, yang berarti mereka cenderung menjadi asam dalam larutan basa dan basa dalam larutan asam. Karena kemampuan asam amino untuk mengubah dirinya menjadi *ion zwitter*, hal ini terjadi. Karena peran pentingnya sebagai pembentuk protein dalam organisme, asam amino salah satu jenis senyawa yang paling banyak dipelajari (Syukur, 2021).

Dalam proses fotosintesis, tumbuhan mensintesis asam amino dari bahan primer seperti karbon dan oksigen yang diserap dari udara, air, dan tanah. Bahan-bahan ini kemudian bergabung dengan nitrogen untuk membentuk asam amino. Tanaman membutuhkan sejumlah asam amino esensial untuk meningkatkan hasil dan kualitas. Studi telah menunjukkan bahwa asam amino mempengaruhi fungsi fisiologis tumbuhan secara langsung maupun tidak langsung. Produk yang mengandung nutrisi protein hidrolisat, atau asam amino cair, dapat disemprotkan ke daun untuk meningkatkan sintesis protein dan meningkatkan jumlah mikroorganisme yang memastikan penyerapan protein (Syukur, 2021).

Asam amino yang dijadikan sebagai pupuk organik cair dapat dibuat dengan cara yang sederhana, Selain itu bahan-bahan yang digunakan mudah untuk didapatkan. Salah satunya dengan memanfaatkan produksi dari ikan lemuru yang melimpah dan harganya yang terjangkau. Di dalam 100 gr ikan lemuru memiliki kandungan protein yang cukup tinggi 20 gram, fosfor 100 mg, kalsium 20 mg, asam lemak omega 3 sekitar 6,56%, kadar air 80%, vitamin B sebesar 10,05 mg, dan zat besi 1 mg (Arifan & Wikanta, 2011).

Hasil uji asam amino yang telah dilakukan di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember (2022), asam amino mengandung beberapa unsur, antara lain : Alanine (0,702%), Cysteine (1,057%), Glutamic acid (1,188%), Methionine (1,019%), Glycine (0,513%), Leucine-isoleucine (0,660%), Aspartic acid (2,176%).

Meskipun terutama berfungsi sebagai nutrisi bagi tanaman, asam amino spesifik dapat memainkan peran tambahan sebagai biostimulan. Misalnya, L-Glycine dan L-Glutamic Acid adalah komponen kunci untuk produksi klorofil. L-Glycine dan L-Glutamic dapat mengkelat nutrisi ion logam dan memfasilitasi penyerapan dan pergerakan tanaman ke dalam sel (Noroozlo et al., n.d.). L-Methionine adalah prekursor etilen yang

merangsang pematangan (Hanson & Kende, 1976). L-Arginine adalah prekursor produksi sitokinin yang terlibat dalam pertumbuhan sel, pertumbuhan tunas ketiak dan penuaan daun (Winter, G. et al., 2015). Penyerbukan dan pembentukan buah membutuhkan berbagai asam amino tingkat tinggi; L-Alanine, dan L-Leucine meningkatkan kualitas buah.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa asam amino dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman. Seperti yang dilaporkan oleh (Sowmya et al., 2023) bahwa asam amino meningkatkan laju fotosintesis, biosintesis klorofil, stomata, dan ekspresi gen, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman. (Teixeira et al., 2018) menyatakan bahwa asam amino mampu meningkatkan kadar nitrogen, nitrat, di dalam daun tanaman kedelai.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Mrawan 1 dengan luasan lahan 0,418 Ha dengan letak geografis 7°52'36.7"S 113°56'32.3"E. Kebun ini merupakan lahan perkebunan milik PTPN XI di Desa Mrawan, Kecamatan Tapen, Kabupaten Bondowoso. Pada bulan September 2022 – Juni 2023. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah mengumpulkan data untuk dianalisis menggunakan Uji T untuk kedua perlakuan dengan masing-masing 50 sample. Plot perlakuan yang diamati adalah pertumbuhan tanaman tebu yang ditanam pada lahan dengan dan tanpa pemberian paket mikrobial (pupuk organik blotong, PGPR, asam amino). Setelah data dikumpulkan, analisis data dilakukan dengan mengubahnya menjadi grafik dan tabel. Pengujian t-Test digunakan untuk membandingkan lahan perlakuan dan kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan, diperoleh rekapitulasi uji T-Test pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Uji T-Test Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Blotong, PGPR, Asam Amino Pada Tanaman Tebu

Parameter Pengamatan (Aplikasi dan Kontrol)	T-Hit	T-Tabel		Notasi
		5%	1%	
Diameter Batang 4 MSA	2,549	1,984	2,267	*
Diameter Batang 12 MSA	1,583	1,984	2,267	NS
Diameter Batang 20 MSA	2,680	1,984	2,267	**
Diameter Batang 28 MSA	3,392	1,984	2,267	**
Diameter Batang 36 MSA	4,818	1,984	2,267	**
Tinggi Tanaman 4 MSA	1,385	1,984	2,267	NS
Tinggi Tanaman 12 MSA	2,037	1,984	2,267	*
Tinggi Tanaman 20 MSA	2,414	1,984	2,267	*
Tinggi Tanaman 28 MSA	0,992	1,984	2,267	NS
Tinggi Tanaman 36 MSA	0,690	1,984	2,267	NS
Jumlah Daun 4 MSA	5,769	1,984	2,267	**
Jumlah Daun 12 MSA	0,881	1,984	2,267	NS
Jumlah Anakan 4 MSA	1,471	1,984	2,267	NS
Jumlah Anakan 12 MSA	1,007	1,984	2,267	NS

Keterangan: (*) Berpengaruh nyata (signifikan)

(**) Berpengaruh sangat nyata (sangat signifikan)

(NS) Berpengaruh tidak nyata (Non Signifikan)

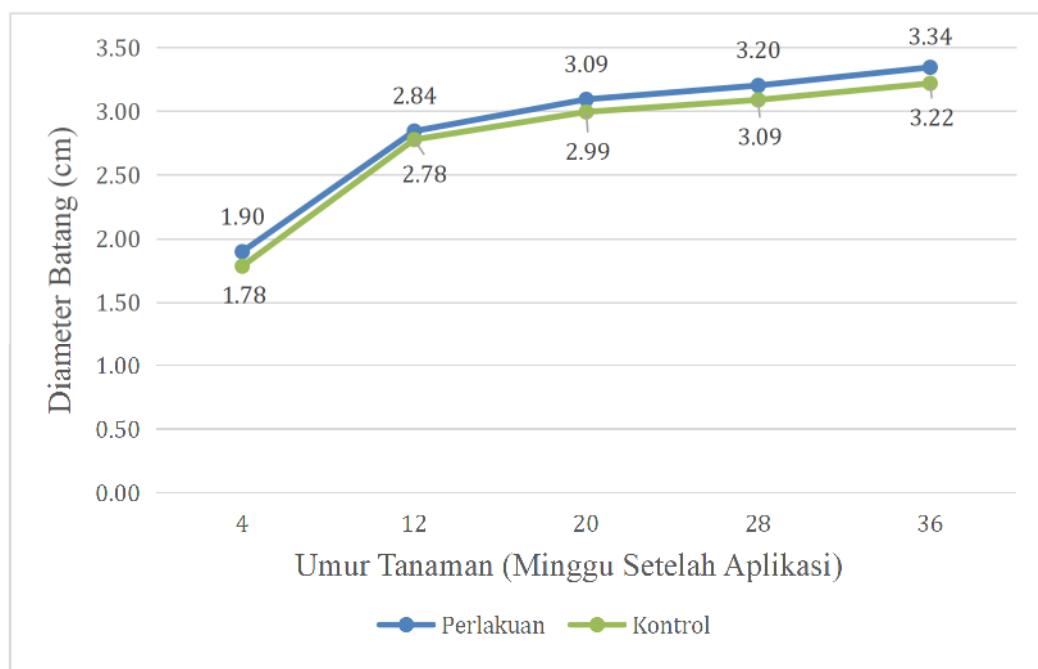
MSA: Minggu Setelah Aplikasi

Pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino dimaksudkan untuk mengetahui respon pertumbuhan tebu, baik dari akar, batang, dan daun. Berdasarkan perlakuan yang telah dilakukan yaitu pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino pada tebu, maka rekapitulasi uji menggunakan T-Test (5%). Penelitian ini dilakukan selama 36 minggu setelah aplikasi, dimana pengamatan pertama dilakukan saat tebu berumur 9 minggu setelah tanam (4 minggu setelah aplikasi).

Diameter Batang (cm)

Berdasarkan hasil uji T, perlakuan pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino berpengaruh terhadap diameter batang tebu. Rerata pengaruh pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino terhadap diameter batang tebu tertera pada Gambar 1.

Gambar 1. Grafik Rerata Diameter Batang Tebu (cm)



Gambar 1 menunjukkan bahwa diameter batang tanaman tebu semakin hari semakin besar. Pada minggu ke- 36 MSA diameter batang tanaman yang diberi perlakuan pupuk blotong, PGPR, dan asam amino memiliki rata-rata 3,34 cm, lebih besar dari pada tanaman kontrol yang memiliki rerata 3,2 cm.

Perbedaan rerata diameter batang tanaman tebu menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan (pupuk blotong, PGPR, dan asam amino) memberikan pengaruh terhadap diameter batang tanaman tebu. Menurut (Pambudi et al., 2017), pupuk blotong dapat meningkatkan mikroorganisme dalam tanah yang akan mengakibatkan proses dekomposisi akan semakin meningkat, sehingga berpengaruh pada pertumbuhan tanaman tebu, khususnya dalam pertumbuhan diameter batang.

Pemberian pupuk organik blotong, PGPR dan asam amino dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon (ZPT), dan kemampuan fiksasi nitrogen. Keberadaan bakteri *rhizobium* di dalam PGPR juga mampu membantu

pembentukan bintil akar yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, seperti membantu dalam perubahan N di atmosfer menjadi amonia, amonia yang dihasilkan dapat digunakan oleh tanaman inang sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangan. Hal ini dapat meningkatkan perkembangan batang tebu (Roy Choudhury et al., 2019). PGPR juga mengandung beberapa bakteri yang mampu membantu pertumbuhan batang tebu, seperti *Pseudomonas* sp. mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat meningkatkan ukuran batang tebu. *Lactobacillus* spp. mampu memacu pertumbuhan tanaman yang dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi, modulasi fitohormon, dan biokontrol, yang mengarah pada peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Kumar et al., 2022). *Azotobakter* sp. dapat meningkatkan produksi tebu dengan cara memfiksasi nitrogen (Teheran-Sierra et al., 2021). Serta *Bacillus* spp. sebagai biostimulan terhadap cekaman abiotik pada tanaman dan berdampak positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu (Etesami et al., 2020).

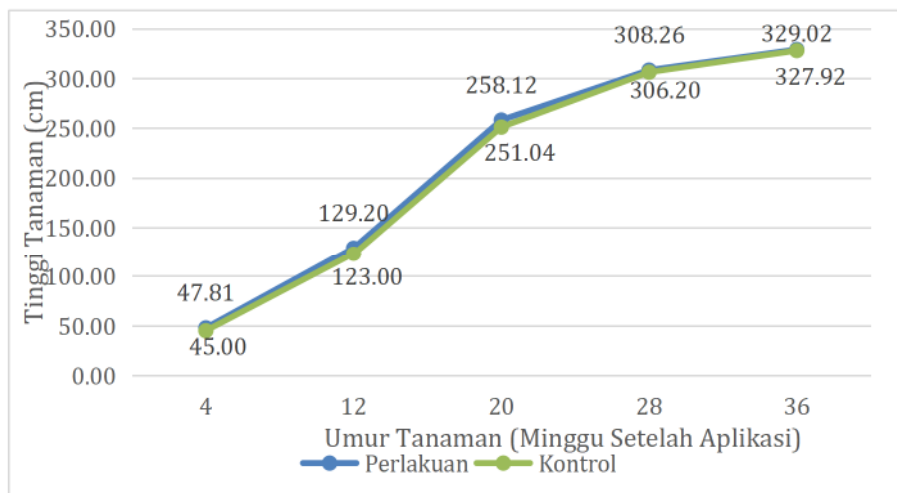
Asam amino yang diberikan kepada tanaman tebu juga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman tebu. L-Glycine dan L-Glutamic Acid yang terkandung di dalam asam amino bekerja dengan menyediakan nitrogen untuk penyerapan dan pemanfaatan tanaman, meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama pada batang tebu, sehingga berpengaruh terhadap diameter batang tebu (Noroozlo et al., n.d.).

Tinggi Tanaman (cm)

Berdasarkan hasil uji T, perlakuan pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi batang tebu. Hal ini bisa terjadi karena bakteri yang terkandung dalam PGPR masih kurang dan belum bisa dikatakan layak untuk diaplikasikan ke tanaman tebu. Pendapat ini diperkuat oleh (Kuan et al., 2016) yang menyatakan bahwa dosis optimal PGPR untuk diaplikasikan ke tanaman tebu dapat berkisar antara $10^6 - 10^8$ CFU/mL (*Colony Forming Unit* /mL). Sedangkan hasil dari analisis yang sudah dilakukan jumlah bakteri yang terkandung di dalam PGPR hanya berkisar $10^4 - 10^5$ CFU/mL (*Colony Forming Unit* /mL).

Rerata pengaruh pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino terhadap tinggi batang tebu tertera pada Gambar 2.

Gambar 2. Grafik Rerata Tinggi Tanaman Tebu (cm)



Gambar 2 menunjukkan bahwa tinggi batang tebu pada perlakuan pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino, lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini disebabkan adanya pengaruh pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino pada tanaman tebu. Pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara terutama unsur nitrogen (N) yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman terutama batang, cabang dan daun (Putra et al., 2016). Selain itu pemberian PGPR berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh yang terintegrasi ke dalam tanaman atau karena mikro-organisme bertindak sebagai bak penampung hormon yang dilepaskan tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan merespon pertumbuhan batang dengan baik (Etesami et al., 2020).

Bakteri seperti *Pseudomonas*, *Rhizobium*, dan *Bacillus* yang terkandung dalam PGPR mempengaruhi pertumbuhan tanaman tebu dan dapat meningkatkan fitohormon IAA pada tanaman. *Pseudomonas* sp. adalah mikroba yang menghasilkan fitohormon, terutama IAA, dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mengubah keseimbangan hormonal tanaman sehingga tanaman dapat merespon pertumbuhan batang dengan baik. *Rhizobium* dan *Bacillus* adalah bakteri pemacu pertumbuhan yang menghasilkan fitohormon seperti sitokin, asam giberelat, dan IAA (dos Santos et al., 2020).

PGPR juga mengandung bakteri lain yang mampu mempengaruhi pertumbuhan tinggi pada tanaman tebu seperti *Azotobacter* sp. dan *Lactobacillus* spp. *Azotobacter* sp. merupakan bakteri pengikat nitrogen yang dapat meningkatkan produksi tebu dengan cara memfiksasi nitrogen yang dapat digunakan oleh tebu sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangan (Di Benedetto et al., 2017). *Lactobacillus* spp. Juga dapat memacu pertumbuhan tanaman yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, memodulasi fitohormon, dan biokontrol, yang mengarah pada peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berpengaruh pada tinggi tanaman (Hamid et al., 2021).

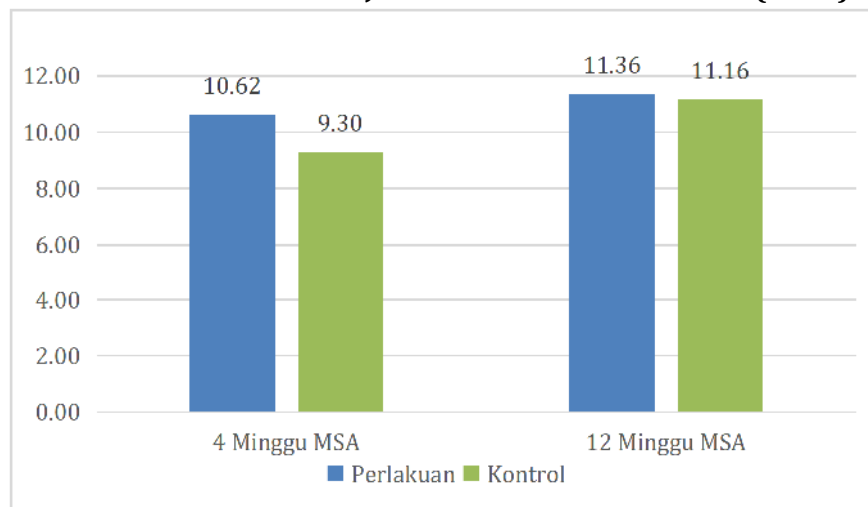
Asam amino yang diberikan juga tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Namun, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa asam amino memainkan peran penting dalam fungsi dan kesehatan tanaman, termasuk biosintesis protein, enzim, hormon, dan molekul penting lainnya yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pernyataan ini juga didukung oleh (Noroozlo et al., n.d.) yang menyatakan bahwa asam amino tidak berpengaruh pada tinggi tanaman.

Jumlah Daun

Pada penelitian ini terdapat batasan dalam hal menghitung jumlah daun tebu. Jumlah daun dihitung hingga tebu berumur lima bulan atau (12 MSA). Ketika umur tebu lebih dari lima bulan, jumlah daun tidak dihitung atau dihentikan karena daun tebu akan dilepas dari tanaman tebu (diklentek).

Berdasarkan hasil uji T, perlakuan pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun tebu. Rerata pengaruh pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino terhadap jumlah daun tebu tertera pada Gambar 3.

Gambar 3 . Grafik Rerata Jumlah Daun Tanaman Tebu (Helai)



Gambar diagram diatas menunjukkan bahwa jumlah daun tebu pada perlakuan pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino, lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol, dengan rerata keseluruhan 11,36 atau 12 helai daun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan 3 bahan organik tersebut (pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino) memberikan pengaruh terhadap jumlah daun pada tebu.

Tanaman tebu yang diberi pupuk ZA, SP36, dan KCL bersama dengan pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino dapat menghasilkan lebih banyak daun daripada tanaman yang tidak diberi pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pupuk tersebut dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah karena tanaman tebu membutuhkan unsur hara, terutama unsur hara N adalah unsur hara yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dengan tingkat N yang tinggi biasanya menghasilkan lebih banyak daun..

Tanaman pada dasarnya tidak dapat memanfaatkan N secara langsung, dengan adanya PGPR yang mengandung bakteri *Rhizobium* sp diberikan langsung ke tanaman, akan membantu secara langsung dalam mengkonversi N menjadi NO_3^- (nitrat) dan ammonium (NH_4^+) yang nantinya dimanfaatkan tanaman untuk memperbesar daun (Damayanti, 2018). Tidak hanya itu bakteri *Rhizobium* sp dapat mengikat nitrogen dari atmosfer, yang secara langsung dapat mendukung pertumbuhan tanaman terutama pada bagian daun (Purwaningsih et al., 2021).

Fungsi asam amino yang diberikan pada tanaman tebu juga tidak kalah penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman tebu, asam amino dapat meningkatkan kualitas tanaman, peningkatan pasokan nitrogen daun yang nantinya berdampak positif terhadap kadar klorofil, efisiensi penggunaan nitrogen fotosintesis, serta asimilasi dan transportasi karbon. Asam amino juga dapat merangsang vegetatif bagian atas tanaman untuk tumbuh subur, yang diwujudkan dalam tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun (Perchlik & Tegeder, 2018).

Jumlah daun pada tanaman tebu juga lebih dipengaruhi oleh umur tanaman dan banyaknya ruas batang yang terbentuk, semakin banyak ruas yang terbentuk maka akan semakin banyak pula daun pada tanaman tebu tersebut (Rahmatan, 2016).

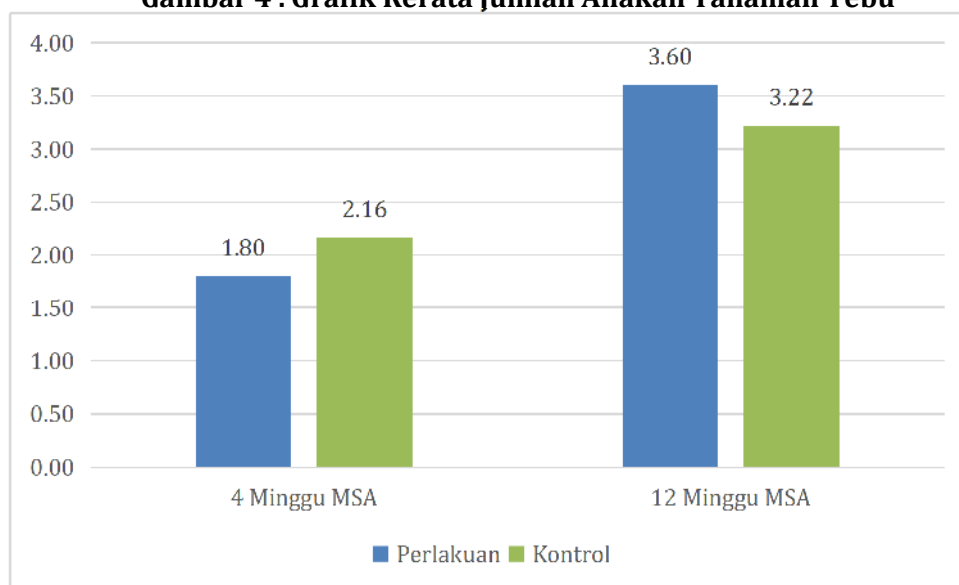
Jumlah Anakan

Pada penelitian ini terdapat batasan dalam hal menghitung jumlah anakan tebu. Jumlah anakan tebu dihitung hingga tebu berumur lima bulan atau (12 MSA). Ketika umur tebu lebih dari lima bulan, anakan tebu akan dicabut dan hanya dipertahankan yang bagus.

Berdasarkan hasil uji T, perlakuan pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah anakan tebu. Rerata pengaruh pemberian pupuk blotong, PGPR, dan asam amino terhadap jumlah anakan tebu tertera pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 2 Rerata Pengaruh Pemberian Pupuk Blotong, PGPR, dan Asam Amino Terhadap Jumlah Anakan Tanaman Tebu (batang)

Gambar 4 . Grafik Rerata Jumlah Anakan Tanaman Tebu



Hal ini sesuai dengan pernyataan (Dian, 20113) yang menyatakan bahwa baik pupuk organik maupun reduksi pupuk organik mempengaruhi jumlah anakan tebu secara konsisten. Kandungan unsur hara P pada pupuk organik meningkatkan jumlah anakan tebu sampai dosis yang ideal, dan jika dosis ditingkatkan, jumlah anakan tebu akan berkurang.

Beberapa faktor lain yang mempengaruhi pembentukan anakan yaitu cahaya, suhu, irigasi (kelembaan tanah) dan aplikasi pemupukan ataupun penambahan zat oraganik lain. Pertumbuhan anakan akan berhenti akibat adanya persaingan antara unsur hara dan tanaman yang mulai mengalami pemanjangan batang serta pembentukan daun.

Kandungan dalam pupuk blotong seperti Phospat menjadi kunci pertumbuhan anakan tebu. Unsur fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara utama dan penting bagi tanaman, selain nitrogen (N) dan kalium (K). Peranan fosfor yang paling penting pada tanaman adalah merangsang pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran serta merangsang pertumbuhan generasi tanaman (Supriyo, 2010).

Penggunaan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang diberikan kepada tanaman tebu juga dapat memberikan pengaruh positif terhadap jumlah anakan atau tunas pada tanaman tebu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PGPR dapat meningkatkan jumlah anakan atau tunas pada tanaman tebu sehingga dapat menghasilkan hasil yang lebih tinggi. Menurut (Sulistyoningtyas et al., 2017) bakteri *Bacillus* yang terdapat dalam PGPR mampu menghasilkan jumlah anakan yang lebih

banyak pada umur 4-8 minggu setelah aplikasi. Hal ini berarti bahwa bakteri *Bacillus* efektif dalam meningkatkan jumlah anakan.

Beberapa hasil menunjukkan bahwa mikroorganisme *Bacillus* sp, *Pseudomonas* spp, *Azotobacter* sp, *Rhizobium* sp, dan *Lactobacillus* spp. dapat memberikan efek positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Misalnya rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman, termasuk *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp., terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara, melarutkan fosfor, hasil tanaman, dan meningkatkan pertumbuhan terutama pada jumlah anakan (Maitra et al., 2021).

Asam amino yang diberikan kepada tanaman juga belum menunjukkan bukti langsung mengenai pengaruh kandungan asam amino terhadap jumlah anakan tanaman. Asam amino sangat penting untuk penyerapan dan pemanfaatan mineral dan nutrisi lainnya, dan beberapa asam amino terlibat dalam fotosintesis sementara yang lain membantu mengangkut nutrisi ke seluruh tanaman.

Brix

Brix merupakan derajat satuan untuk menggambarkan jumlah atau kadar kandungan gula (zat padat) yang terlarut dalam larutan air. Berikut merupakan tabel rerata brix batang tebu.

Tabel 2. Rerata Brix Batang Tebu

Parameter Pengamatan	Perlakuan	Umur Tanaman			
		24 MSA	28 MSA	32 MSA	36 MSA
Brix%	Perlakuan	14,62	17,38	18,88	19,95
	Kontrol	13,92	16,88	16,95	18,45

Data tabel 2 menunjukkan Pengaruh pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino terhadap brix tanaman tebu pada umur tanaman 36 MSA. Namun, (Kuspratomo et al., 2012) menjelaskan bahwa penguapan meningkatkan brix. Semakin banyak air yang keluar, semakin banyak padatan yang terlarut.

Brix mengalami peningkatan dari umur 24 MSA hingga 36 MSA, brix tertinggi ada pada tebu umur 36 MSA dengan nilai brix 19,95%. Kadar brix meningkat seiring bertambahnya umur panen. Tetapi akan turun Ketika melewati masa panen, ini karena aktivitas enzim invertase pada tanaman yang menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. (Oyier et al., 2017) menyatakan hal yang sama: lebih banyak karbohidrat yang tersimpan di batang menyebabkan kadar brix meningkat.

Kandungan kalium yang terdapat pada pupuk blotong juga menjadi pengaruh untuk peningkatan nilai brix, pendapat ini diperkuat oleh (Suwasono et al., 2023), unsur kalium berperan dalam aktivitas enzim yang dapat mereduksi gula, semakin tinggi kandungan kalium yang ada di dalam tanah maka semakin rendah aktivitas enzim invertase, enzim ini berfungsi untuk mereduksi gula, sehingga tanaman tebu dapat memiliki kandungan sukrosa yang tinggi.

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) yang diberikan kepada tanaman tebu memberikan pengaruh pada brix tebu yang dihasilkan. PGPR dapat memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan dan hasil tebu, yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi Brix tebu. Pendapat ini diperkuat oleh yang menyatakan bahwa PGPR dapat membantu menghasilkan Brix, kemurnian, dan persen gula tebu komersial yang lebih tinggi dari pada tebu yang tidak diberi perlakuan PGPR.

Pemberian asam amino pada tanaman tebu juga memberikan pengaruh pada brix tebu. Asam amino yang diberikan menghasilkan peningkatan brix dan kualitas tebu yang signifikan. Pendapat ini diperkuat oleh (Zeng et al., 2020) yang mengatakan bahwa

penerapan asam amino dapat memberikan pengaruh positif dan mampu meningkatkan terhadap hasil dan kualitas tebu, termasuk Brix.

Rendemen

Tabel 3. Rerata Rendemen Batang Tebu

Parameter Pengamatan		Umur Tanaman			
		24 MSA	28 MSA	32 MSA	36 MSA
Rendemen%	Perlakuan	6,46	6,22	8,37	8,41
	Kontrol	6,26	6,42	6,77	7,81

Rata-rata rendemen pada Tabel 3 menunjukkan keadaan umum rendemen di awal musim giling (awal musim kemarau). Menurut (Magandi, 2019), rendemen tebu di awal musim giling masih tergolong rendah karena fase kemasakan (pengisian sukrosa di batang) maksimal terjadi pada musim kemarau.

Nilai rendemen tertinggi ada pada minggu ke 36 setelah aplikasi dengan nilai rendemen 8,41 % untuk aplikasi atau perlakuan sedangkan untuk yang kontrol di angka 7,81%. Adanya perbedaan nilai rendemen mengindikasikan bahwa adanya pengaruh pemberian pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino terhadap tanaman tebu. Dengan nilai rendemen yang cukup tinggi di umur tanaman tebu yang baru mencapai 10 bulan atau (36 MSA) menjadikan waktu panen tebu semakin cepat, sehingga kegiatan produksi gula tebu juga akan cepat.

Peningkatan rendemen tebu disebabkan oleh meningkatnya diameter batang dan panjang batang tebu. Bakteri *Pseudomonas* spp yang terdapat pada PGPR dapat memberikan pengaruh positif terhadap hasil tebu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Pseudomonas* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah, yang dapat menghasilkan hasil yang lebih tinggi terutama pada rendemen tebu. (Rosa et al., 2022) melaporkan bahwa *Pseudomonas* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil rendemen tebu dengan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan unsur hara.

Bakteri lain yang terkandung di dalam PGPR seperti *Bacillus* spp., *Azotobakter* spp., *Rhizobium* spp., dan *Lactobacillus* spp. Tidak berpengaruh langsung terhadap rendemen tebu, tetapi bakteri tersebut membantu meningkatkan nutrisi tanah dan serapan hara yang nantinya akan berpengaruh pada hasil akhir (Radhakrishnan et al., 2017).

Pemberian asam amino yang mengandung L-Glycine, L-Glutamic Acid, dan L-Methionine juga meningkatkan kecepatan fotosintesa dan kandungan klorofil daun, yang menghasilkan lebih banyak karbohidrat. Dengan demikian, lebih banyak karbohidrat yang terkandung di dalam batang tebu berarti lebih tinggi rendemen tebu yang dihasilkan (Hanson & Kende, 1976)., menjelaskan bahwa L-Glycine, L-Glutamic Acid, dan L-Methionine yang terkandung dalam asam amino berfungsi sebagai prekursor etilen yang merangsang pematangan, dimana proses pematangan pada batang ini akan mempengaruhi rendemen pada tanaman tebu.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk organik blotong, PGPR, dan asam amino berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang (36 MSA) dengan nilai rata-rata 3,34 cm, brix (36 MSA) dengan nilai 19,95%, serta rendemen (36 MSA) yang mencapai nilai 8,41%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifan, F., & Wikanta. (2011). Optimasi Produksi Ikan Lemuru (*Sardinella Longiceps*) Tinggi Asam Lemak Omega-3 Dengan Proses Fermentasi Oleh Bakteri Asam Laktat. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik*, 15–20.
- da Mota, R. P., De Camargo, R., Lemes, E. M., Lana, R. M. Q., de Almeida, R. F., & de Moraes, E. R. (2019). Biosolid and sugarcane filter cake in the composition of organomineral fertilizer on soybean responses. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 131–137.
- Di Benedetto, N. A., Corbo, M. R., Campaniello, D., Cataldi, M. P., Bevilacqua, A., Sinigaglia, M., & Flagella, Z. (2017). The role of plant growth promoting bacteria in improving nitrogen use efficiency for sustainable crop production: a focus on wheat. *AIMS Microbiology*, 3(3), 413.
- Dian. (2011). *Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (Saccharum officinarum L.)*. Politeknik Negeri Lampung.
- dos Santos, R. M., Diaz, P. A. E., Lobo, L. L. B., & Rigobelo, E. C. (2020). Use of plant growth-promoting rhizobacteria in maize and sugarcane: characteristics and applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 136.
- Dutta S, P. A. (2010). Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): the bugs to debug the root zone. *Critical Reviews in Microbiology*, 36(3), 232–244.
- Elfianis, R. (2020). *Syarat Tumbuh Tanaman Tebu*. Agrotek.Id. <https://agrotek.id/Syarat-Tumbuh-Tanaman-Tebu/>
- Etesami, H., Jeong, B. R., & Glick, B. R. (2020). Potential use of *Bacillus* spp. as an effective biostimulant against abiotic stresses in crops. *A Review. Current Research in Biotechnology*.
- Fangohoy, L., & Wandansari, N. R. (2017). Pemanfaatan Limbah Blotong Pengolahan Tebu Menjadi Pupuk Organik Berkualitas. *Jurnal Triton*, 8(2), 58–67.
- Goswami, D., Thakker, J. N., & Dhandhukia, P. C. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *A Review. Cogent Food & Agriculture*, 2(1).
- Govindasamy, V., Senthilkumar, M., Magheshwaran, V., Kumar, U., Bose, P., Sharma, V., & Annapurna, K. (2011). *Bacillus* and *Paenibacillus* spp.: potential PGPR for sustainable agriculture. *Plant Growth and Health Promoting Bacteria*, 333–364.
- Hamid, B., Zaman, M., Farooq, S., Fatima, S., Sayyed, R. Z., Baba, Z. A., & Suriani, N. L. (2021). Bacterial plant biostimulants: a sustainable way towards improving growth, productivity, and health of crops. *Sustainability*, 13(5), 2856.
- Hanson, A. D., & Kende, H. (1976). Methionine metabolism and ethylene biosynthesis in senescent flower tissue of morning-glory. *Plant Physiology*, 57(4), 528–537.
- Kuan, K. B., Othman, R., Abdul Rahim, K., & Shamsuddin, Z. H. (2016). Rhizobia as a

- source of plant growth-promoting molecules: Potential applications and possible operational mechanisms. *PloS One*, *11*(3).
- Kumar, S., Sindhu, S. S., & Kumar, R. (2022). Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Microbial Sciences*, *3*.
- Kuspratomo, A. D., Burhan, & M., F. (2012). Pengaruh Varietas Tebu, Potongan dan Penundaan Giling Terhadap Nira Tebu. *Agrointek*, *6*(2), 123–132.
- Magandi, F. I. (2019). Korelasi Dosis Pemupukan Nitrogen terhadap Produktivitas dan Rendemen Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Buletin Agrohorti*, *7*(2), 224–229.
- Maitra, S., Brestic, M., Bhadra, P., Shankar, T., Praharaj, S., Palai, J. B., & Hossain, A. (2021). Bioinoculants—Natural biological resources for sustainable plant production. *Microorganisms*, *10*(1), 51.
- Muliandari, N., Sudiarmo, S., & Sumarni, T. (2021). Analisis Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Akibat Aplikasi Vermikompos dan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 73–82. <https://doi.org/10.25181/jaip.v9i2.1973>
- Noroozlo, Y. A., Souri, M. K., & Delshad, M. (n.d.). Stimulation effects of foliar applied glycine and glutamine amino acids on lettuce growth. *Open Agriculture*, *4*(1), 164–172.
- Oyier, M. O., Owuochi, J. O., & Oyoo, M. E. (2017). Effect of Harvesting Stage on Sweet Sorghum Genotype s in Western Kenya. *The Scientific Journal*, *4*, 467–476.
- Pambudi, D., Indrawan, M., & Soemarno, S. (2017). Pengaruh blotong, abu ketel, kompos terhadap ketersediaan fosfor tanah dan pertumbuhan tebu di lahan tebu Pabrik Gula Kebon Agung, Malang. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *4*(1), 431–443.
- Perchlik, M., & Tegeder, M. (2018). Leaf amino acid supply affects photosynthetic and plant nitrogen use efficiency under nitrogen stress. *Plant Physiology*, *178*(1), 174–188.
- Purwaningsih, S., Agustiyani, D., & Antonius, S. (2021). Diversity, activity, and effectiveness of Rhizobium bacteria as plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) isolated from Dieng, central Java. *Microbiology*, *13*(1), 130.
- Putra, E., Sudirman, A., & Indrawati, W. (2016). Pengaruh Pupuk Organik pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas GMP 2 dan GMP 3 (The Effect of Organic Fertilizer on Vegetative Growth of Sugarcane [*Saccharum officinarum* L.] GMP 2 and GMP 3 Varieties). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, *4*.
- Radhakrishnan, R., Hashem, A., & AbdAllah, E. F. (2017). Bacillus: A biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. *Frontiers in Physiology*, *8*, 667.

- Rahmatan, H. (2016). Pengaruh penyiraman air kelapa (*Cocos nucifera* L.) terhadap pertumbuhan vegetatif lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1).
- Rahni, N. M. (2012). Efek fitohormon PGPR terhadap pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays*). *CEFARS: Jurnal Agribisnis Dan Pengembangan Wilayah*, 3(2), 27–35.
- Rosa, P. A. L., Galindo, F. S., Oliveira, C. E. D. S., Jalal, A., Mortinho, E. S., Fernandes, G. C., & Teixeira Filho, M. C. M. (2022). Inoculation with plant growth-promoting bacteria to reduce phosphate fertilization requirement and enhance technological quality and yield of sugarcane. *Microorganism*, 10(1), 192.
- Roy Choudhury, S., Johns, S. M., & Pandey, S. (2019). A convenient, soil-free method for the production of root nodules in soybean to study the effects of exogenous additives. *MicrobiologyOpen*, 7.
- Santoso, J. (2020). Pengertian Morfologi dan Ruang Lingkupnya. *Morfologi Bahasa Indonesia*.
- Sowmya, R. S., Warke, V. G., Mahajan, G. B., & Annapure, U. S. (2023). Effect of amino acids on growth, elemental content, functional groups, and essential oils composition on hydroponically cultivated coriander under different conditions. *Industrial Crops and Products*, 197.
- Sulistiyoningtyas, M. E., Roviq, M., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh pemberian PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) pada pertumbuhan bud chip tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(1).
- Supari, S., Taufik, T., & Gunawan, B. (2015). Analisa kandungan kimia pupuk organik dari blotong tebu limbah dari pabrik gula trangkil. *Seminar Sains Nasional Dan Teknologi*, 1(1).
- Supriyo, E. (2010). Peningkatan Kandungan P2o5 Pada Pupuk Pospat Alam Dengan Aktivasi Yeast (*Saccaromyces Cereviceae*). *Gema Teknologi*, 16(1), 22–25.
- Suwasono, S., Masahid, A. D., Pertiwi, R. I. P., & Soemarno, D. (2023). Aplikasi Starter Bakteri Asam Laktat Bentuk Sel Bebas Pada Fermentasi Kopi Arabika Argopuro. *National Multidisciplinary Sciences*, 2(3), 199–208. <https://doi.org/10.32528/nms.v2i3.286>
- Syukur, A. (2021). *Asam Amino dan Manfaatnya Bagi Tanaman*. <https://distan.babelprov.go.id/Content/Asam-Amino-Dan-Manfaatnya-Bagi-Tanaman>.
- Tando, E. (2017). Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara Alamat korespondensi, B. 2017. Review: Peningkatan Produktivitas Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) pada Lahan Kering Melalui Pemanfaatan Bahan Organik dan Bahan Pelembab Tanah Sintesis. *Jurnal Biotropika*, 5(3).
- Teheran-Sierra, L. G., Funnicelli, M. I. G., de Carvalho, L. A. L., Ferro, M. I. T., Soares, M. A.,

- & Pinheiro, D. G. (2021). Bacterial communities associated with sugarcane under different agricultural management exhibit a diversity of plant growth-promoting traits and evidence of synergistic effect. *Microbiological Research*.
- Teixeira, W. F., Fagan, E. B., Soares, L. H., Soares, J. N., Reichardt, K., & Neto, D. D. (2018). Seed and foliar application of amino acids improve variables of nitrogen metabolism and productivity in soybean crop. *Frontiers in Plant Science*, 9, 396.
- Waitiu. (2022). Teknologi Pembuatan Pupuk Asam Amino (Sebagai Pengganti Pupuk Npk Kimia Sintetis). *Cyber Exrension Pertanian*.
- Winter, G., T., Odd, C. D., Trovato, M., Forlani, G., & Funck, D. (2015). Physiological implications of arginine metabolism in plants. *Frontiers in Physiology*, 6, 534.
- Zeng, S. L., Li, S. Z., Xiao, P. T., Cai, Y. Y., Chu, C., Chen, B. Z., & Liu, E. H. (2020). Citrus polymethoxyflavones attenuate metabolic syndrome by regulating gut microbiome and amino acid metabolism. *Science Advances*, 6(1).