

Pertumbuhan Bayam Brasil (*Alternanthera sissoo hort*) secara Hidroponik dengan Pupuk Organik Cair dari Lindi Reaktor Biogas Feses Manusia

Hydroponic Growth of Brazilian Spinach (*Alternanthera sissoo hort*) with Liquid Organic Fertilizer from Human Feces Biogas Reactor Leachate

Emeralda Rey Pirade, Kisworo, Kukuh Madyaningrana*

*) Email korespondensi: madyaningrana@staff.ukdw.ac.id

Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5-2 Kota Yogyakarta, DI Yogyakarta 55224, Indonesia

ABSTRAK

Slurry merupakan salah satu hasil fermentasi bahan organik reaktor biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman karena kaya akan kandungan nutrisi makro. Tanaman bayam Brasil yang diketahui banyak mengandung vitamin E cocok dibudidayakan secara organik dalam sistem hidroponik yang membutuhkan asupan pupuk yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dan dosis terbaik dari pupuk organik cair (POC) dari lindi reaktor biogas berbasis kotoran manusia terhadap pertumbuhan bayam Brasil (*Alternanthera sissoo hort*) dalam sistem hidroponik. Penelitian ini terdiri dari 6 perlakuan berupa perlakuan K₀ (Tanpa pupuk), K₁ (Pupuk AB mix 500 ppm), K₂ (POC komersial 500 ppm), P₁ (POC *slurry* reaktor biogas 250 ppm), P₂ (POC *slurry* reaktor biogas 500 ppm), dan P₃ (POC *slurry* reaktor biogas 750 ppm) dengan 5 ulangan untuk setiap perlakuan. Parameter pertumbuhan bayam Brasil yang diukur meliputi tinggi tanaman, jumlah helai daun, panjang akar, bobot basah, dan bobot kering. Data parameter pertumbuhan tanaman dianalisis secara statistik dengan uji ANOVA dan DMRT. Hasil analisis hara menunjukkan kadar nutrisi makro POC *slurry* feses manusia belum memenuhi standar POC menurut Kementerian Pertanian. Namun, pemberiannya dengan dosis 250 ppm terbukti menunjang pertumbuhan tanaman bayam Brasil.

Kata kunci: pupuk organik cair; *slurry* reaktor biogas; kotoran manusia; bayam Brasil; hidroponik.

ABSTRACT

*The slurry is one of the results of fermentation of organic material from a biogas reactor, which can be used as plant fertilizer because it is rich in macronutrients. The Brazilian spinach plant, known to contain a lot of vitamin E, is suitable for organic cultivation in a hydroponic system, which requires good fertilizer intake. This research aims to study the effect and best dose of liquid organic fertilizer from human waste-based biogas reactor leachate on the growth of Brazilian spinach (*Alternanthera sissoo hort*) in a hydroponic system. Six treatments were used in this study: K₀ (no fertiliser), K₁ (500 ppm fertiliser from AB mix), K₂ (500 ppm commercial POC), P₁ (250 ppm biogas reactor slurry POC), and P₂ (500 ppm biogas) with 5 replications for each treatment. Brazilian spinach growth parameters measured included plant height, number of leaves, root length, wet weight, and dry weight. Plant growth parameter data were analyzed statistically using ANOVA and DMRT tests. The nutrient analysis results show that the POC macronutrient levels of human feces slurry does not meet the POC standards, according to the Ministry of Agriculture. However, giving it at a dose of 250 ppm has been proven to support the growth of Brazilian spinach plants.*

Keywords: liquid organic fertilizer; biogas reactor slurry; human waste; brazilian spinach; hydroponic.

I. PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat bergantung pada keberhasilan budidaya tanaman dalam bidang pertanian, sehingga teknologi yang mendukung budidaya pertanian mutlak diusahakan. Budidaya tanaman pangan menghadapi beberapa masalah penting yang berdampak pada penurunan produktivitas hasil pertanian. Masalah tersebut meliputi penurunan kualitas kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk dan biosida anorganik terus menerus (Rafdinal, 2019), berkurangnya kuantitas lahan pertanian, serta terbatasnya kemampuan sumberdaya manusia yang terlibat dalam usaha pertanian. Petani di Indonesia masih tergolong petani kecil dengan permasalahan kemiskinan sehingga hanya memiliki luas lahan rata-rata kurang dari 0,5 hektar (Mandang dkk., 2020). Solusi alternatif strategi pemupukan dan cara budidaya tanaman bisa dilakukan melalui usaha budidaya tanaman menggunakan sistem hidroponik dengan pemupukan berbahan dasar bahan organik (Rafdinal, 2019).

Slurry atau lindi merupakan salah satu produk dari hasil fermentasi bahan organik yang terdapat di dalam reaktor biogas, selain gas metana dan lumpur padat (*sludge*). Pupuk organik cair berbasis *slurry* reaktor biogas memiliki manfaat sebagai sumber nutrisi utama yang diperlukan oleh tanaman (Gustriana dkk, 2015). Pupuk *slurry* reaktor biogas kotoran sapi dapat meningkatkan pertumbuhan bayam Brasil dengan nilai nutrisi makro dan cemaran patogen yang masih memenuhi syarat baku mutu (Madyaningrana dkk., 2022), sedangkan pupuk organik cair berbasis *slurry* reaktor biogas yang berasal dari kotoran manusia masih kurang dimanfaatkan dan belum diteliti lebih lanjut.

Bayam Brasil (*Alternanthera sissoo hort*) sebagai tanaman introduksi masih kurang dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat luas. Daun bayam Brasil dapat dikonsumsi sebagai bahan pangan karena mengandung vitamin A, C, E, dan zat besi untuk regenerasi eritrosit dan juga mempunyai fitokimia yang berpotensi sebagai imunomodulator (Limeranto, 2022; Wuni dkk, 2022). Potensi bayam Brasil sebagai didukung oleh kandungan vitamin E yang diketahui terdapat sebanyak 375,5 mg dalam 100 g daun (Sipayung, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dan dosis terbaik dari pupuk organik cair (POC) dari lindi reaktor biogas berbasis kotoran manusia terhadap pertumbuhan bayam Brasil (*Alternanthera sissoo hort*) dalam sistem hidroponik.

II. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan April hingga Mei 2023. Uji pengaruh pupuk organik cair (POC) *slurry* reaktor biogas ke tanaman bayam Brasil dilakukan di Fasilitas Penelitian Lapang, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. Analisis kandungan POC *slurry* reaktor biogas dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Analisis cemaran patogen POC *slurry* reaktor biogas dilakukan di Laboratorium Terpadu Agrokompleks, Departemen Mikrobiologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

2. Desain Penelitian

Penelitian menggunakan metode penelitian eksperimental yang terdiri dari 6 perlakuan dan 5 pengulangan (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis perlakuan dan pengulangan.

No.	Jenis Perlakuan	Dosis	Ulangan
1.	Kontrol negatif (K ₀)	Tanpa pupuk	5
2.	Kontrol positif (K ₁)	500 ppm pupuk AB mix (15 L air dan 50 ml stok A dan 50 ml stok B)	5
3.	Kontrol positif (K ₂)	500 ppm pupuk POC komersial (15 L air dan 600 ml POC komersial)	5
4.	POC 1 (P ₁)	250 ppm POC <i>slurry</i> reaktor biogas (15 L air dan 400 ml POC <i>slurry</i> reaktor biogas)	5
5.	POC 2 (P ₂)	500 ppm POC <i>slurry</i> reaktor biogas (15 L air dan 2300 ml POC <i>slurry</i> reaktor biogas)	5
6.	POC 1 (P ₁)	750 ppm POC <i>slurry</i> reaktor biogas (15 L air dan 4700 ml POC <i>slurry</i> reaktor biogas)	5
Total unit penelitian			30

3. Cara Kerja

a. Penyiapan POC *Slurry* Reaktor Biogas, POC Komersial, dan Pupuk AB Mix

Pupuk organik cair (POC) *slurry* reaktor biogas yang digunakan berbahan feses manusia yang diperoleh dari KSM Biru Bahari, Tambak Mulyo, Semarang. POC komersial yang digunakan sebagai pembanding berasal dari salah satu produsen pupuk di daerah Boyolali, Jawa Tengah dengan bahan baku berupa madu, air kelapa, air cucian beras, susu murni, rempah-rempah, jagung, dedak padi, madu, guano, starter EM4, dan sebagainya. Pupuk AB mix sebagai pupuk standar sistem hidroponik berasal dari salah satu merk komersial yang dibeli dari toko pertanian di kota Yogyakarta.

b. Analisis Kandungan Nutrisi, Cemaran Patogen dan Penghantaran Listrik Pupuk

Sebanyak 500 ml POC *slurry* reaktor biogas, POC komersial, dan air media diwadahi dalam botol warna gelap dan diserahkan masing-masing ke Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta untuk analisis kandungan N,P,K, dan C-organik, serta Laboratorium Terpadu Agrokompleks, Departemen Mikrobiologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta untuk analisis kandungan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. Analisis penghantaran listrik POC yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan instrument elektroda. Besaran arus listrik yang dihasilkan ketika elektroda dimasukkan ke dalam POC menjadi patokan dasar kemampuan POC dalam menghantarkan listrik.

c. Persiapan Stek Tanaman Bayam Brasil

Bayam Brasil yang digunakan berasal dari induk tanaman dengan usia 2 - 3 bulan yang diambil dari Kebun Ratri, Sleman, Yogyakarta. Stek batang tanaman induk dilakukan dengan pemotongan batang pada nodus ketiga dibawah pucuk daun yang tertinggi. Stek

batang kemudian direndam dalam wadah berisi air selama 7 hari sampai tumbuh akar sepanjang 5 cm.

d. Pindahkan Stek Tanaman Bayam Brasil ke Instalasi Hidroponik

Stek batang bayam Brasil yang telah berakar kemudian dipindahkan ke instalasi hidroponik sistem DFT (*Deep Flow Technique*) yang digunakan dalam penelitian ini, stek batang diletakkan dalam netpot yang sudah beralaskan sumbu kain flanel. Masing-masing perlakuan aplikasi POC akan menggunakan satu instalasi hidroponik dengan masing-masing instalasi memiliki 1 pompa air, 1 ember wadah media, dan 4 pipa lajur tanam yang masing-masing mempunyai 10 lubang tanam.

e. Pemupukan dan Pemeliharaan Tanaman Bayam Brasil

Pemupukan dengan POC dilakukan setelah tanaman bayam Brasil diaklimatisasi dalam sistem hidroponik selama 5 hari. Pemupukan diberikan sebanyak dua kali pada 5 HST dan 17 HST. Pemeliharaan tanaman bayam Brasil dilakukan setiap hari melalui pengukuran parameter lingkungan berupa suhu udara, suhu air, kelembaban udara, *total dissolved solid* (TDS), dan pH.

f. Pengukuran Pertumbuhan Tanaman

Parameter pertumbuhan tanaman berupa tinggi tanaman (cm) dan jumlah daun (helai) diukur setelah masa aklimatisasi atau pemupukan pertama, pengukuran ini dilakukan sekali dalam seminggu. Parameter pertumbuhan tanaman berupa panjang akar (cm) dan bobot basah (g) tanaman diukur pada awal pemupukan dan saat pemanenan.

g. Analisis Data

Analisis data parameter pertumbuhan tanaman bayam Brasil dilakukan menggunakan software SPSS untuk analisis ragam (ANOVA) dengan uji F 5%. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan maka uji lanjutan dilakukan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan kepercayaan 95%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Fisik POC *Slurry* Reaktor Biogas

Pupuk organik cair (POC) *slurry* reaktor biogas memiliki beberapa karakteristik mencakup warna pupuk cenderung kecokelatan, memiliki aroma menyengat pada awal penelitian namun menjadi tidak berbau seiring berjalannya waktu. Selain itu, mempunyai sedikit gelembung gas (Gambar 1). Sifat POC yang dihasilkan dalam penelitian ini bersesuaian dengan penelitian Singgih (2018) yaitu bahwa POC *slurry* mempunyai karakteristik berwarna coklat muda atau cenderung lebih gelap, mengandung sedikit gelembung gas atau bahkan tidak mengandung gelembung gas, tidak memiliki bau, memiliki tekstur lengket, dan tidak terlihat mengkilat.

Analisis fisik untuk mengetahui kualitas POC yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan instrumen elektroda. Analisis ini dilakukan untuk menguji kandungan elektrolit POC dengan cara mengalirkan arus listrik melalui elektroda ke pupuk yang sudah dilarutkan (Luzyawati, 2018). Hasil penelitian menunjukkan POC *slurry*

reaktor biogas dan POC komersial murni tanpa campuran air menghasilkan besaran arus yang lebih besar dibandingkan air biasa. POC *slurry* reaktor biogas dan POC komersial menghasilkan angka daya hantar listrik yang tidak berbeda jauh yaitu masing-masing 215 dan 217, sementara air biasa menghasilkan angka 195. Menurut Mukhlas dan Yushardi (2021), kualitas pupuk organik yang baik akan memberikan daya hantar listrik yang tinggi, dan sebaliknya jika daya hantar listrik rendah maka pupuk organik memiliki kualitas yang kurang baik.



Gambar 1. Pupuk organik cair *slurry* reaktor biogas.

Tabel 2. Hasil analisis unsur hara pada pupuk organik cair (POC).

	N total	P total	K total	Total NPK (%)	C-organik (%)
POC <i>slurry</i> reaktor biogas	0,04	0,22	0,07	0,33	0,36
POC komersial	0,10	0,37	0,35	0,82	3,59
Air	0,01	0,15	0,01	0,17	0,05
SK Permentan				*N + P ₂ O ₅ + K ₂ O Min 2%-6%	*Min 10%

2. Analisis Kandungan C-organik, dan N, P, K Pupuk Organik Cair (POC)

Hasil analisis kandungan C-organik, dan N, P, K POC yang digunakan dalam penelitian ini (Tabel 2) belum memenuhi baku mutu POC yang ditetapkan Kementerian Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Peningkatan unsur hara makro pada POC memerlukan penambahan bahan lain seperti campuran air dan urin hewan, atau bahan organik lainnya (Simatupang, 2021). Kandungan unsur C-organik POC dapat diperkaya dengan penambahan hijauan dari daun tanaman leguminosa seperti gamal, kirinyuh, dan lamtoro yang mempunyai kandungan C-organik berurutan 0,584%, 0,576%, dan 0,584% (Jeksen dan Mutiara, 2017). Kandungan unsur nitrogen (N) POC dapat diperkaya dengan penambahan tanaman paku air (*Azolla microphylla*) atau penambahan brangkas kedelai dan kacang merah yang secara berurutan memiliki kandungan N sebesar 1,96% - 5,30%, 5,55%, dan 4,59% (Prasetyo & Evizal, 2021). Unsur fosfor (P) POC dapat diperkaya dengan penambahan kombinasi daun gamal dan kotoran sapi atau babi. Kandungan P campuran daun gamal dan kotoran babi yaitu sebesar 153,75 mg/l, sedangkan campuran daun gamal dan kotoran sapi mempunyai P senilai 145,67%

(Kasmawan dkk, 2018). Unsur kalium (K) POC dapat diperkaya dengan penambahan kulit pisang, abu sabut kelapa, abu kayu, dan abu tankos sawit. Kandungan K kulit pisang adalah sebesar 0,58% (Kristianto et al, 2023), sedangkan K pada abu sabut kelapa, abu kayu, dan abu tangkas sawit masing-masing sebesar 19,85%, 3% - 4%, dan 30% (Prasetyo & Evizal, 2021). Secara teknis, penambahan bahan aditif untuk meningkatkan kadar nutrisi makro pada POC membutuhkan fermentasi lanjutan untuk mendapatkan peningkatan kadar nutrisi makro yang diinginkan. C-organik sangat mempengaruhi kualitas POC selain rasio C/N (Suherman dkk, 2018).

3. Analisis Cemaran Patogen Pupuk Organik Cair (POC)

Cemaran patogen berupa bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp pada POC yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kontaminasi patogen pada POC yang potensial mempengaruhi keamanan produk pangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik POC *slurry* dan POC komersial tidak tercemar oleh *Salmonella* sp. Akan tetapi, kedua POC masih tercemar *Escherichia coli* dengan nilai di atas baku mutu pupuk organik cair Kementerian Pertanian Republik Indonesia No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 (Tabel 3).

Beberapa upaya dapat dilakukan untuk menurunkan cemaran *Escherichia coli* pada POC. Kondisi suhu POC perlu dikontrol secara rutin untuk mengoptimalkan pertumbuhan mikroorganisme pengurai dan mengurangi pertumbuhan mikroba patogen (Marlina dkk, 2017). Kontrol terhadap aerasi selama proses fermentasi POC diperlukan untuk mengurangi kandungan bakteri patogen seperti bakteri *E. coli* (Sari dkk, 2022). Kandungan amonia (NH₃) yang tinggi dan pH yang bersifat basa dapat menjadi faktor lain untuk mengurangi cemaran patogen (Suwito dkk, 2013). Oleh karenanya, pengayaan unsur N diperlukan dalam pembuatan POC. Teknik pengolahan pascapanen bayam Brasil juga perlu diperhatikan untuk mengurangi kandungan bakteri bersifat patogen seperti bakteri *E. coli*. Menurut Awanis dkk (2021), pencucian produk hortikultura dengan menggunakan air mengalir, perendaman pada larutan asam, dan teknik ozonisasi dapat mengurangi kontaminasi bakteri, residu pestisida, cemaran logam berat sehingga dapat meningkatkan keamanan pangan.

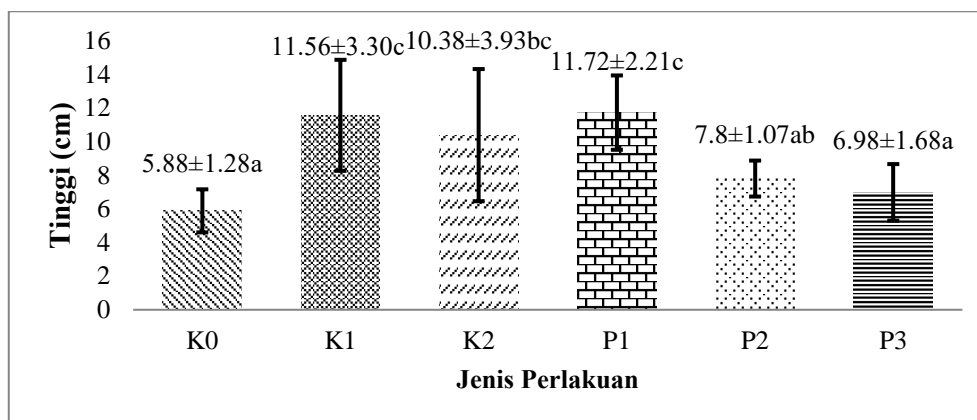
Tabel 3. Hasil analisis mikroba pada pupuk organik cair.

No.	Jenis POC	Jenis Mikroba	Hasil (cfu/ml)	SK Permentan
1.	POC <i>slurry</i> reaktor biogas	<i>E.coli</i>	1,13 x 10 ³	< 1 × 10 ² cfu/ml
		<i>Salmonella</i> sp	negatif	
2.	POC komersial	<i>E.coli</i>	1,71 x 10 ³	< 1 × 10 ² cfu/ml
		<i>Salmonella</i> sp	negatif	

4. Pengaruh Pemberian POC *Slurry* Reaktor Biogas Terhadap Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman bayam Brasil dilakukan dari pangkal akar hingga ujung daun tertinggi, dan diukur sekali dalam seminggu selama 35 hari. Nilai rerata tinggi tanaman bayam Brasil yang dihitung dari selisih 35 HST dan 0 HST disajikan pada Gambar 2. Perlakuan POC *slurry* dengan dosis 250 ppm (P1) memberikan pertambahan

tinggi bayam Brasil terbaik dalam penelitian ini. Nilai pertambahan tinggi bayam Brasil yang dihasilkan oleh dosis P1 bahkan lebih tinggi daripada nilai pertambahan tinggi yang dihasilkan oleh pemberian pupuk AB mix (K1). Pupuk dari *slurry* reaktor biogas memiliki kandungan nutrisi makro dan mikro yang cukup lengkap untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Hastuti dan Setiawan, 2017; Kholiq dan Muharom, 2015).



Gambar 2. Rerata pertumbuhan tinggi bayam brasil yang diberi perlakuan K₀ (tanpa pupuk), K₁ (pupuk AB Mix 500 ppm), K₂ (POC komersial 500 ppm), P₁ (POC *slurry* reaktor biogas 250 ppm), P₂ (POC *slurry* reaktor biogas 500 ppm), dan P₃ (POC *slurry* reaktor biogas 750 ppm) yang dihitung dari selisih 35 HST dan 0 HST.

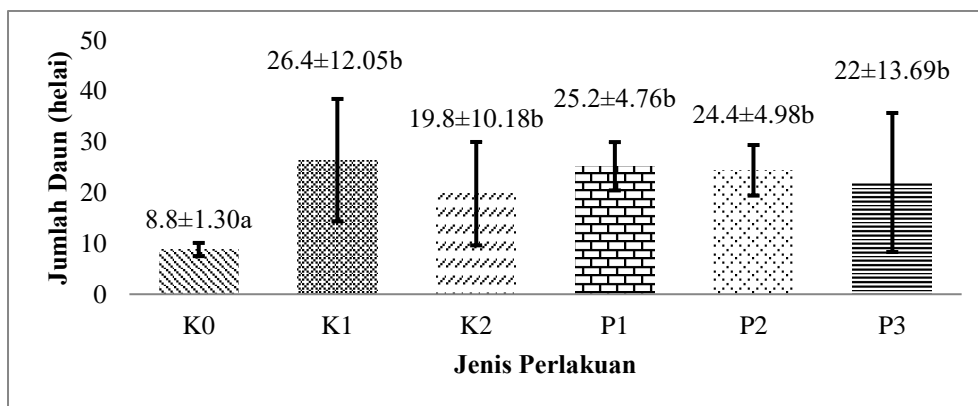
Dosis POC *slurry* terendah (P1) dalam penelitian ini menunjukkan hasil terbaik untuk menambah tinggi bayam Brasil. Pengamatan ini kurang lebih bersesuaian dengan Hukum Minimum Liebig yang menyatakan bahwa pertumbuhan suatu tanaman ditentukan oleh jumlah unsur hara yang tersedia dalam jumlah minimum sehingga tanaman dapat dengan baik bertumbuh karena telah memiliki kelengkapan unsur hara makro dan mikro yang seimbang. (Arnoldi dkk, 2021). Nitrogen (N) merupakan nutrisi makro yang penting untuk pertumbuhan vegetatif tanaman seperti penambahan tinggi, batang, akar tanaman, dan pembentukan daun. Kandungan N pada POC *slurry* dalam dosis terendah (P1) diasumsikan telah cukup memenuhi kebutuhan N untuk pertumbuhan tinggi bayam Brasil. Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) <0,05 sehingga disimpulkan bahwa pemberian berbagai perlakuan pupuk memberikan perbedaan signifikan pada nilai pertumbuhan tinggi bayam Brasil.

5. Pengaruh Pemberian POC *Slurry* Reaktor Biogas Terhadap Jumlah Daun

Penghitungan jumlah daun (helai) bayam Brasil sekali dalam seminggu selama 35 hari. Penghitungan hanya memperhitungkan helai daun yang sudah terbuka sempurna. Rerata jumlah daun tanaman bayam Brasil yang dihitung dari selisih 35 HST dan 0 HST disajikan pada Gambar 3. Pemberian POC *slurry* yang memberikan hasil terbaik bagi pertambahan jumlah daun ditunjukkan oleh perlakuan P₁ (POC *slurry* reaktor biogas 250 ppm). Nilai pertambahan jumlah daun tersebut cenderung menyamai jumlah daun yang dihasilkan oleh perlakuan dengan pupuk standar AB mix (K₁). Menurut penelitian Pohan

dan Oktoyournal (2019), pupuk AB mix mengandung kombinasi sempurna antara unsur hara makro dan mikro untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Pupuk AB mix mengandung unsur nitrogen (N) yang cukup untuk membentuk senyawa protein yang dibutuhkan dalam pembentukan daun tanaman. Hal ini ditunjukkan pada parameter pertambahan tinggi bayam Brasil, dosis terendah POC slurry (250 ppm) sudah cukup juga untuk menopang pertambahan jumlah daun. Ini berarti tersedia cukup nutrisi dalam dosis tersebut untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman, terutama dalam wujud pertambahan jumlah daun bayam Brasil. Menurut Wua dkk (2022), kadar nutrisi yang cukup dalam suatu dosis POC yang cukup akan memberikan capaian pertumbuhan yang optimal bagi tanaman karena telah terpenuhinya kebutuhan hara.



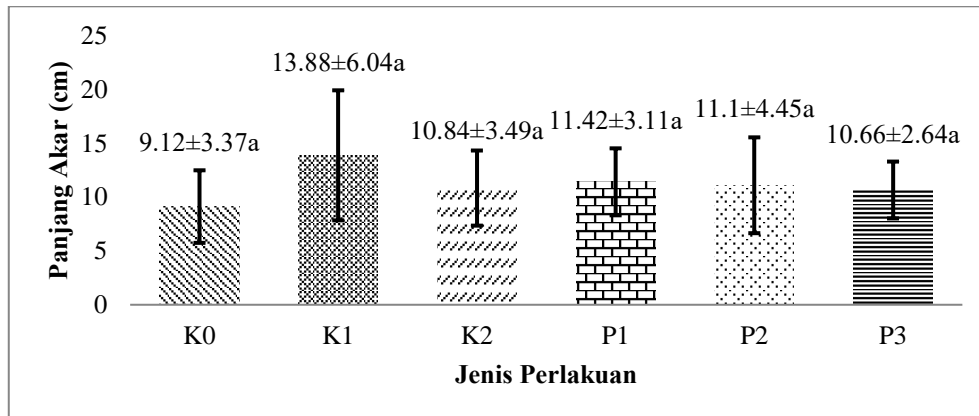
Gambar 3. Rerata pertumbuhan jumlah helai daun bayam brasil yang diberi perlakuan K₀ (tanpa pupuk), K₁ (pupuk AB Mix 500 ppm), K₂ (POC komersial 500 ppm), P₁ (POC *slurry* reaktor biogas 250 ppm), P₂ (POC *slurry* reaktor biogas 500 ppm), dan P₃ (POC *slurry* reaktor biogas 750 ppm) yang dihitung dari selisih 35 HST dan 0 HST.

Meskipun jumlah helai daun bayam Brasil pada perlakuan pupuk AB mix adalah yang paling banyak, pengamatan visual menunjukkan beberapa daun mengalami kekeringan dengan ciri seperti terbakar. Daun yang mengering seperti terbakar ditandai dengan bercak kecil yang terus melebar berwarna hitam dan kuning muda. Hal ini dapat disebabkan karena serangan hama, semut, ulat kantong, dan dapat disebabkan karena kelebihan pupuk (Suhesti dan Ervayenri, 2022). Daun bayam Brasil yang dipupuk dengan POC *slurry* dosis 250 ppm tidak menunjukkan ciri seperti yang ditunjukkan oleh daun yang dipupuk dengan AB mix. Hal ini bisa berarti, pemberian POC *slurry* dosis terendah lebih baik daripada pemberian pupuk AB mix untuk kualitas daun yang dihasilkan. Uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) >0,05 sehingga disimpulkan bahwa pada setiap perlakuan memiliki perbedaan yang tidak signifikan dari jumlah helai daun.

6. Pengaruh Pemberian POC *Slurry* Reaktor Biogas Terhadap Panjang Akar

Pengukuran panjang akar bayam Brasil dilakukan dengan mengukur akar dari pangkal akar yang melekat pada batang sampai ke ujung akar. Pengukuran panjang akar dilakukan pada 0 HST dan 35 HST. Rerata panjang akar tanaman bayam Brasil yang dihitung dari selisih 35 HST dan 0 HST disajikan pada Gambar 4.

Dosis POC *slurry* sebesar 250 ppm (K1) memberikan pertambahan panjang akar bayam Brasil terbaik. Meskipun panjang akar yang dihasilkan dari pemberian dosis ini lebih rendah dari panjang akar bayam Brasil yang dipupuk dengan pupuk AB mix, dosis K1 masih lebih baik dibandingkan dosis lain. Menurut Rizal (2017), pupuk AB mix mengandung nutrisi lengkap yang diperlukan oleh tanaman sehingga mampu memberikan pertumbuhan yang baik bagi tanaman. Uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) >0,05 yang berarti tidak terdapat beda signifikan dampak macam dan dosis POC terhadap pertambahan panjang akar bayam Brasil.



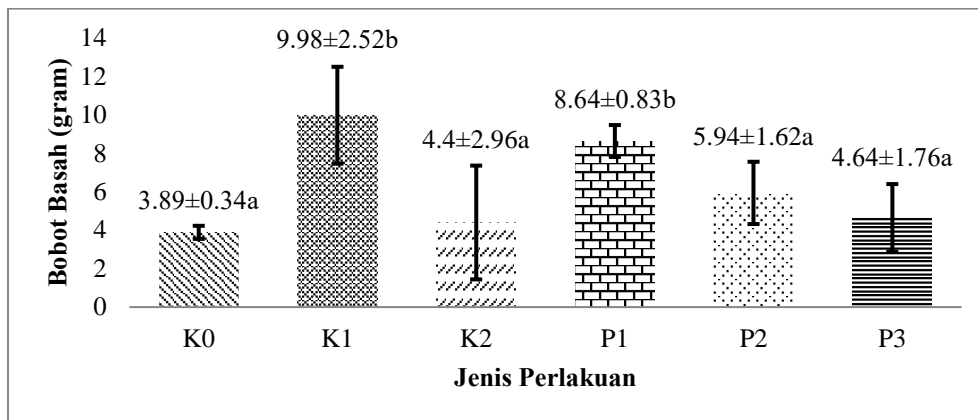
Gambar 4. Rerata pertumbuhan panjang akar bayam brasil yang diberi perlakuan K₀ (tanpa pupuk), K₁ (pupuk AB Mix 500 ppm), K₂ (POC komersial 500 ppm), P₁ (POC *slurry* reaktor biogas 250 ppm), P₂ (POC *slurry* reaktor biogas 500 ppm), dan P₃ (POC *slurry* reaktor biogas 750 ppm) yang dihitung dari Selisih 35 HST dan 0 HST.

7. Pengaruh Pemberian POC *Slurry* Reaktor Biogas Terhadap Bobot Basah

Pengukuran bobot basah tanaman menunjukkan total berat keseluruhan organ tanaman seperti daun, batang, dan akar yang telah melakukan aktivitas metabolisme (Fau, 2020). Pengukuran bobot basah dilakukan dengan menimbang tanaman. Rerata bobot basah tanaman bayam Brasil yang dihitung dari selisih 35 HST dan 0 HST disajikan pada Gambar 5.

Pemberian POC *slurry* dengan dosis 250 ppm (P1) memberikan pertambahan berat basah bayam Brasil terbaik diantara semua dosis POC *slurry*. Meskipun nilai bobot basahnya belum sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan bobot basah bayam Brasil yang dihasilkan dari perlakuan pupuk AB mix 500 ppm (K₁), hasil analisis statistik menunjukkan kedua hasil perlakuan berada dalam kelompok yang sama. Perlakuan pupuk AB mix menghasilkan pertambahan bobot basah yang lebih tinggi dari hasil perlakuan POC *slurry* reaktor biogas dikarenakan kandungan unsur hara pada pupuk AB mix yang lebih lengkap dan lebih tinggi dibandingkan kandungan unsur hara pada POC *slurry*. Keberadaan nutrisi yang lengkap ini memungkinkan tanaman untuk berfotosintesis secara optimum yang berakibat pada naiknya bobot basah tanaman. Menurut Marginingsih dkk (2018), proses fotosintesis yang baik akan meningkatkan jumlah fotosintat sehingga menghasilkan pertambahan tinggi batang, jumlah dan lebar daun dan pada akhirnya menaikkan berat basah. Hal ini selaras dengan penelitian ini, bahwa pada perlakuan pupuk

AB mix memiliki hasil jumlah helai daun yang tinggi. Uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) <0,05 sehingga disimpulkan bahwa pemberian berbagai perlakuan pupuk memberikan perbedaan yang signifikan pada bobot basah tanaman.



Gambar 5. Rerata selisih pertumbuhan bobot basah bayam brasil yang diberi perlakuan K₀ (tanpa pupuk), K₁ (pupuk AB Mix 500 ppm), K₂ (POC komersial 500 ppm), P₁ (POC *slurry* reaktor biogas 250 ppm), P₂ (POC *slurry* reaktor biogas 500 ppm), dan P₃ (POC *slurry* reaktor biogas 750 ppm) yang dihitung dari selisih 35 HST dan 0 HST.

8. Pengaruh Parameter Lingkungan Terhadap Pemeliharaan Bayam Brasil

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan mengukur parameter lingkungan berupa suhu udara, kelembaban udara, jumlah zat padat terlarut (TDS), pH, dan suhu air. Parameter lingkungan yang berada pada nilai yang bisa ditolerir oleh tanaman akan mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik. Tanaman bayam Brasil, pada penelitian ini, masih mampu bertumbuh dengan baik pada lingkungan dengan parameter berupa rerata suhu udara 29,9°C, kelembaban udara 71%, kisaran TDS 229 ppm - 704 ppm, kisaran pH 6,9 - 8,4, dan kisaran suhu air 30,2 °C - 30,8 °C. Pada masing-masing parameter ini, tanaman berada pada batasan pertumbuhan yang optimal dan toleransi terhadap kondisi lingkungannya.

IV. KESIMPULAN

Pupuk organik cair (POC) berbasis *slurry* reaktor biogas feses manusia yang dalam penelitian ini belum mencapai persyaratan baku mutu POC yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia, yaitu NPK hanya 0.33% dan C-organik 0.36% dari masing-masing minimum 2-6% total NPK dan 10% C-organik. Meskipun demikian, POC berbasis *slurry* reaktor biogas kotoran manusia dosis 250 ppm mampu mendukung pertumbuhan tanaman bayam Brasil dengan baik. Pertumbuhan parameter tanaman yang tidak jauh berbeda dari pupuk AB mix, sehingga POC *slurry* dengan dosis 250 ppm potensial digunakan sebagai pupuk pendukung pertumbuhan tanaman bayam Brasil dengan sistem hidroponik. Kualitas POC *slurry* reaktor biogas perlu ditingkatkan komposisi C-organik, N, P, dan K melalui penambahan bahan aditif dan fermentasi lanjutan. Tahapan

teknis pembuatan POC *slurry* reaktor biogas perlu dikontrol dengan baik untuk mengurangi cemaran patogen.

V. REFERENSI

- Arnoldi, A., Karim, H. A., & Aulia, M. R. (2021). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Kalium dan Fosfor 34-52 pada Jarak Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.). *Journal Peqguruang*, 3(1), 39-45.
- Awanis, Qomariyah, R., & Lesmayati, S. (2021). Peran Teknologi Pascapanen dalam Menjamin Keamanan Produk Hortikultura. In *Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021*, 5 (1). 47-57.
- Fau, Y. T. V. (2020). Perbedaan Pertumbuhan Tanman Sawi Sendok (Pakcoy) pada Media Tanam Hidroponik dan Media Tanam Tanah di Desa Hilinamozaua Raya Kecamatan Onolalu Kabupaten Nias Selatan. *Jurnal Education and Development*, 8(3), 267-267.
- Gustriana, F., Rugayah, R., Yafizham, Y., & Hendarto, K. (2015). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik *Bio-slurry* Padat dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1), 64-70.
- Hastuti, P. B., & Setiawan, S. B. (2017). Pemanfaatan Pupuk *Bio-slurry* pada Jenis Tanah yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di *Pre-nursery*. *AGROISTA: Jurnal Agroteknologi*, 1(1), 14-19.
- Jeksen, J., & Mutiara, C. (2017). Analisis Kualitas Pupuk Organik Cair dari Beberapa Jenis Tanaman Leguminosa. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 7(2), 124-130.
- Kasmawan, I. A., Sutapa, G. N., & Yuliara, I. M. (2018). Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Teknologi Komposting Sederhana. *Buletin Udayana Mengabdi*, 17(2), 67-72.
- Kholiq, I., & Muharom, M. (2015). Analisis Perencanaan Reaktor Biogas Kap 16 M3 dengan Pemanfaatan Kotoran Manusia. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 3(2), 133-139.
- Kristianto, H. A., Madyaningrana, K., & Prihatmo, G. (2023). Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok Terhadap Pertumbuhan Kailan dalam Sistem Hidroponik. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 8(1), 1-15.
- Limeranto, D. M. (2022). *Pengaruh Ekstrak Bayam Brasil (Alternanthera sissoo) Terhadap Profil Hemoglobin, Hematokrit, dan Eritrosit Mencit (Mus musculus) yang Diinduksi Natrium Nitrit (NaNO₂)*. (Skripsi Sarjana, Universitas Kristen Duta Wacana).
- Luzyawati, L. (2018). Hubungan Antara Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa dengan Kualitas Produk Hasil Praktikum Mol Kulit Pisang. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6(1), 1-8.
- Madyaningrana, K., Siga, T. A. D. I., & Prihatmo, G. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Berbasis Urin Domba dan Slurry Reaktor Biogas Terhadap Pertumbuhan Bayam Brasil (*Alternanthera sissoo*). *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 5(3), 97-107.
- Mandang, M., Sondakh, M. F. L., & Laoh, O. E. H. (2020). Karakteristik Petani Berlahan Sempit di Desa Tolok Kecamatan Tompasso. *Agri-SosioEkonomi*, 16(1), 105-114.

- Marginingsih, R. S., Nugroho, A. S., & Dzakiy, M. A. (2018). Pengaruh Substitusi Pupuk Organik Cair pada Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Caisim (*Brassica juncea* L.) pada Hidroponik *Drip Irrigation System*. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 5(1), 44-51.
- Marlina, E. T., Kurnani, T. B., Hidayati, Y. A., Badruzzaman, D. Z., & Firman, A. (2017). Detection of Pathogenic Bacteria and Heavy Metal on Liquid Organic Fertilizer from Dairy Cattle Waste. In *International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology*. 520-525.
- Mukhlas, M., & Yushardi, Y. (2021). Uji Kualitas Pupuk Organik Berdasarkan Daya Hantar Listrik pada Campuran Kompos dan Jerami Padi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(1), 131-137.
- Pohan, S. A., & Oktoyournal, O. (2019). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Caisim Secara Hidroponik (*Drip System*). *Lambung*, 18(1), 20-32.
- Prasetyo, D., & Evizal, R. (2021). Pembuatan dan Upaya Peningkatan Kualitas Pupuk Organik Cair. *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 68-80.
- Rafdinal, S. H. A. R. L. (2019). Pengaruh Konsentrasi Biourin Kelinci Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bayam Batik (*Amaranthus tricolor* L. var. Giti Merah). *Jurnal Protobiont*, 8(2), 17-23.
- Rizal, S. (2017). Pengaruh Nutrisi yang Diberikan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang Ditanam Secara Hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 14(1), 38-44.
- Sari, D. A. P., Taniwiryono, D., Andreina, R., Nursetyowati, P., & Irawan, D. S. (2022). Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Hasil Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bantuan Larva *Black Soldier Fly* (BSF). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(1), 102-112.
- Simatupang, U. (2021). Analisa Kelayakan Kadar N, P, K Pupuk Organik Cair Setelah Didekomposisi Selama 30 Hari. *Agroprimatech*, 4(2), 51-57.
- Singgih, B. (2018). Utilization of Residu/Ampas Biogas Production from Bio-Slurry as Organic Fertilizer Resources. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 6(02), 139-148.
- Sipayung, B. R. (2023). *Pengaruh Ekstrak Bayam Brasil (Alternanthera sissoo) Terhadap Jumlah Leukosit Inflamasi, CRP, Indeks Organ Limfoid, dan Hepar, Mencit Terinduksi CFA*. (Skripsi Sarjana, Universitas Kristen Duta Wacana).
- Suherman, Nurhapsa, Irmayani. (2018). *Panduan Praktis Pembuatan Pupuk Organik Sederhana*. Umpar Press.
- Suhesti, E., & Ervayenri, E. (2022). Analisis Tingkat Kerusakan Serangan Hama dan Penyakit Dipersemaian BPDASHL Indragiri Rokan Pekanbaru. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 17(1), 85-101.
- Suwito, W., Wahyuni, A. E. T. H., Nugroho, W. S., Sumiarto, B., & Becti, U. B. (2013). Isolasi and Identification of Bacteria from the Urine Fluid Organic Fertilizer (POC) Ettawa Crossbred (PE) in The Sleman Regency. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2), 151-155.

- Wua, E. C., Mambu, S. M., & Umboh, S. (2022). Pengaruh Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Journal of Biotechnology and Conservation in Wallacea*, 2(2), 99-106.
- Wuni, P. M., Madyaningrana, K., & Prakasita, V. C. (2022). Efek Ekstrak Daun Bayam Brasil (*Alternanthera sissoo* hort) Terhadap Jumlah Limfosit dan Indeks Organ Timus dan Limpa Mencit Jantan. *Jurnal Metamorfosa*, 9(2). 397-406.