

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinggi Tanaman Bayam Merah (cm)

Hasil analisis sidik ragam tinggi tanaman bayam merah dengan perlakuan pemberian POC limbah tahu dan ekoenzim pada umur 2-4 MST dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa pemberian POC limbah maupun kombinasi ekoenzim berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bayam merah pada 2-4 MST. Rataan tinggi tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rataan tinggi tanaman dengan pengaruh pemberian POC limbah tahu dan ekoenzim pada 2-4 MST

Perlakuan	Waktu Pengamatan (MST)		
	2	3	4
	<i>p</i> (0,01)	<i>p</i> (0,03)	<i>p</i> (0,00)
K0 (Kontrol)	4,600 ^a	10,6000 ^{ab}	19,000 ^b
K1 (45% POC)	5,200 ^a	12,0000 ^b	20,800 ^b
K2 (1 ml ekoenzim)	4,000 ^a	9,4000 ^a	14,400 ^a
K3 (45% POC & 1 ml ekoenzim)	6,800 ^b	14,8000 ^c	25,800 ^c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa perlakuan POC limbah tahu dan penambahan ekoenzim (K3) menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada 2-4 MST. Hal ini dikarenakan konsentrasi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman tersedia dan dapat diserap oleh akar dengan baik. Adanya perbandingan hasil dengan perlakuan AB mix sebagai kontrol karena konsentrasi pada pemberian setiap wadah melebihi dari yang dibutuhkan sehingga menghambat pertumbuhan tanaman. Pada penelitian ini pemberian AB mix diberikan sebanyak 50 ml/wadah air sehingga kadar ppm yang didapat pada setiap perlakuan dengan pemberian AB mix melebihi konsentrasi normal. Menurut Wiguna (2011) dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tanaman stres, proses fisiologis terganggu kemudian tanaman dapat mengalami keracunan dan pertumbuhan tidak stabil. Dalam penelitian Hidayanti (2019), pemberian nutrisi AB mix dengan dosis 20 ml menyebabkan

penurunan pertumbuhan tanaman. Hal ini diduga karena dosis nutrisi yang terlalu tinggi, sehingga bukannya merangsang pertumbuhan, justru menghambat perkembangan tanaman. Nutrisi yang berlebih pada tanaman dapat menghambat aksi enzim sehingga tidak dapat secara efektif membentuk kompleks enzim substrat (Rahayu, 2004). Nutrisi AB mix merupakan nutrisi anorganik yang dirancang mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi tidak mengandung senyawa bioaktif seperti enzim, asam organik, dan mikroorganisme. Kombinasi POC limbah tahu dan ekoenzim menyediakan senyawa bioaktif ini, yang dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan mendukung pertumbuhan tanaman. POC dengan kandungan bahan organik tinggi dapat bertindak sebagai "slow-release fertilizer," sehingga nutrisi lebih tahan lama dalam larutan hidroponik. (Winarno et al. 2020).

Lampiran 8 menunjukkan bahwa kandungan unsur hara dalam limbah tahu meliputi nitrogen (N) sebesar 1,21%, fosfor (P) sebesar 1,20%, dan kalium (K) sebesar 1,56%. Ketiga unsur hara esensial ini sangat penting dalam mendukung proses fisiologis dan metabolisme tanaman, sehingga berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, termasuk bayam merah. Perlakuan dengan pemberian 45% POC limbah tahu dan ekoenzim (K3) memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, karena telah memenuhi standar optimal pertumbuhan bayam merah. Penambahan ekoenzim ke dalam POC limbah tahu dapat meningkatkan efektivitas pertumbuhan bayam merah karena tingginya kandungan unsur hara di dalamnya. Menurut Wiryono et al. (2021), ekoenzim mengandung nitrogen (N) dan molibdat (Mo), di mana nitrogen berperan penting dalam merangsang pertumbuhan daun dan batang. Ketersediaan unsur hara yang memadai akan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Pertumbuhan yang baik tersebut juga menjadi faktor penting dalam menunjang proses fotosintesis tanaman.

Nitrogen adalah unsur hara esensial yang dibutuhkan oleh sel-sel pada organ vegetatif tanaman untuk proses pembentukan senyawa protein (Sumiyati, 2019). Nitrogen berperan dalam pembentukan sel tanaman, organ, dan jaringan tanaman. Tanaman seperti bayam merah yang hanya dimanfaatkan daunnya memerlukan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium sebagai nutrisi untuk membentuk asam amino dan protein dalam pembentukan daun. Selanjutnya fosfor berperan dalam

mengendalikan semua aktivitas dalam sel, berperan dalam asimilasi dan pernafasan. Unsur hara kalium (K) berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dengan berfungsi sebagai aktivator berbagai enzim penting dalam proses fotosintesis serta merangsang pembelahan sel pada jaringan, yang mendorong pemanjangan sel dan mempercepat peningkatan tinggi tanaman.

Limbah cair tahu yang dimanfaatkan sebagai POC mengandung unsur hara kalium (K) yang berperan dalam membantu perkembangan akar lateral, sehingga proses tanaman bayam merah dalam menyerap air menjadi lebih optimal. Menurut Ma'sum (2015), salah satu faktor yang memengaruhi hasil pertumbuhan tinggi tanaman adalah ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang. Berdasarkan hasil analisis, perlakuan dengan POC limbah tahu dan penambahan ekoenzim memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan tinggi tanaman. Hal ini diduga karena adanya keseimbangan antara unsur hara N, P, K, serta unsur mikro yang terkandung di dalamnya. Kombinasi antara pemberian POC limbah tahu dan ekoenzim dalam penambahan tinggi tanaman dipengaruhi karena ketersediaan nitrogen dari POC dan efektivitas penyerapan yang didukung oleh ekoenzim.

Kebutuhan zat hara makro pada pertumbuhan bayam merah cukup signifikan karena unsur-unsur ini aktif dalam berbagai proses fisiologis tanaman. Menurut Azrai (2023) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi nutrisi makro dan mikro dengan 311 mg/l nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan bayam merah. Fosfor berperan dalam perkembangan akar dan pembungaan, konsentrasi 176 mg/l dalam larutan nutrisi telah terbukti efektif. Kalium berfungsi dalam menjaga keseimbangan air, mendukung proses fotosintesis, serta membantu distribusi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman. Konsentrasi 349 mg/l dalam larutan sudah tercukupi. Perlu untuk diperhatikan kebutuhan unsur hara dapat bervariasi tergantung pada varietas bayam merah, lingkungan (suhu, kelembapan, cahaya) dan metode budidaya (hidroponik, konvensional).

4.2 Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian POC limbah tahu dan ekoenzim berpengaruh nyata terhadap jumlah

daun bayam merah pada 2-4 MST (Lampiran 2). Rataan jumlah daun bayam merah dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Parameter jumlah daun dengan pengaruh pemberian POC limbah tahu pada 2 sampai dengan 4 MST

Perlakuan	Waktu Pengamatan (MST)		
	2 <i>p (0,01)</i>	3 <i>p (0,00)</i>	4 <i>p (0,00)</i>
K0 (Kontrol)	3,80 ^a	5,20 ^{ab}	6,60 ^b
K1 (45% POC)	4,40 ^a	6,00 ^b	7,20 ^b
K2 (1 ml Ekoenzim)	3,80 ^a	4,80 ^a	5,00 ^a
K3 (45% POC & 1 ml ekoenzim)	5,80 ^b	8,20 ^c	9,40 ^c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4.2, pemberian POC limbah tahu berpengaruh signifikan terhadap jumlah helai daun bayam merah. Tanaman bayam merah memberikan respons positif terhadap asupan nutrisi dari POC limbah tahu. Perlakuan dengan kombinasi POC limbah tahu dan ekoenzim menghasilkan daun terbanyak dibandingkan perlakuan tanpa limbah tahu. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan unsur hara nitrogen yang berperan penting dalam mendorong pertumbuhan vegetatif. Kandungan nitrogen dalam limbah tahu sangat memengaruhi perkembangan daun, sehingga memunculkan perbedaan jumlah daun. Menurut Novita et al. (2021), nitrogen berfungsi utama dalam merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, terutama pada batang, cabang, jumlah daun, dan tunas daun. Selain itu, nitrogen berperan penting dalam proses fotosintesis, khususnya dalam pembentukan hijauan daun. Hasil fotosintesis ini digunakan untuk membentuk jaringan tanaman dan menunjang proses metabolisme tanaman.

Jumlah daun yang meningkat pada bayam merah mengindikasikan pertumbuhan vegetatif yang optimal. Nitrogen, sebagai bagian dari zat hara makro, berperan krusial dalam proses biosintesis senyawa organik yang dibutuhkan untuk membangun jaringan tanaman, terutama pada bagian-bagian vegetatif seperti daun, batang, dan akar. Unsur hara nitrogen berperan dalam pembentukan asam amino, yang merupakan komponen dasar penting dalam proses metabolisme tanaman dan berpengaruh terhadap pertambahan jumlah daun. Nitrogen juga berfungsi dalam sintesis klorofil, yang berperan dalam pembentukan organ-organ pertumbuhan, termasuk daun. Jumlah daun yang terbentuk akan memengaruhi laju fotosintesis, di

mana semakin banyak daun yang terbentuk, maka proses fotosintesis juga akan meningkat. Selain itu, seiring dengan pertambahan ketinggian tanaman, banyaknya daun juga akan bertambah dikarenakan daun tumbuh pada buku-buku batang (Mariana, 2019).

Menurut Safitri et al. (2021), ketersediaan konsentrasi zat hara nitrogen yang mencukupi berperan pada pertumbuhan dan hasil panen. Pertumbuhan dan perkembangan daun didorong oleh senyawa protein dan karbohidrat, yang berperan dalam pembentukan, pembelahan, dan pemanjangan sel. Nitrogen, sebagai bagian dari komponen protein dalam proses fotosintesis, merangsang pembentukan klorofil yang berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan daun (Pramushinta dan Yulian, 2020).

Hasil analisis terhadap parameter jumlah daun menunjukkan bahwa perlakuan K3, yaitu penggunaan POC limbah tahu dengan penambahan ekoenzim, menghasilkan jumlah rata-rata daun tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan ekoenzim memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman dengan peningkatan banyaknya jumlah daun. Semakin tinggi konsentrasi yang dipakai, semakin banyak pula unsur nitrogen yang tersedia untuk mendukung pertumbuhan. Kombinasi antara POC limbah tahu dan ekoenzim turut berperan dalam meningkatkan proses fotosintesis melalui ketersediaan klorofil yang dihasilkan dari nitrogen, sementara ekoenzim membantu mengoptimalkan metabolisme tumbuhan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan temuan Marian dan Sumiyati (2019), yang menunjukkan bahwa limbah tahu memiliki kandungan fosfor, nitrogen dan kalium yang signifikan dalam mendukung pertumbuhan tanaman, terutama pada fase vegetatif seperti pembentukan daun dan pemanjangan batang. Selain itu, penelitian Widarawati (2023) juga mendukung bahwa aplikasi ekoenzim secara signifikan meningkatkan kandungan klorofil dan efisiensi fotosintesis tanaman. Kombinasi POC limbah tahu dengan ekoenzim pada perlakuan K3 memberikan hasil terbaik karena adanya keseimbangan unsur hara makro dan mikro yang mudah diserap tanaman. Limbah tahu, dengan kandungan protein dan mineralnya, bertindak sebagai sumber utama nutrisi makro (N, P, K), sementara ekoenzim meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi melalui aktivitas senyawa bioaktif

seperti asam organik. Penelitian Kusuma et al. (2020) juga melaporkan bahwa kombinasi nutrisi organik dan anorganik mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis, seperti yang terlihat pada peningkatan luas daun dan jumlah daun dalam penelitian ini.

4.3 Luas Daun

Hasil analisis perlakuan dengan POC limbah tahu dan ekoenzim menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada 4 MST. Jumlah dengan luas daun tertinggi dapat dilihat pada Lampiran 4. Rataan nilai luas daun terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Parameter luas daun dengan pengaruh pemberian POC limbah tahu dan ekoenzim pada 4 MST

Perlakuan	Rerata	P = Value
K0 (Kontrol)	1,1060E2 ^b	000
K1 (45% POC)	1,2400E2 ^c	
K2 (1 ml ekoenzim)	68,2000 ^a	
K3 (45% POC & 1 ml ekoenzim)	1,5360E2 ^d	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukan bahwa perlakuan dengan pemberian POC limbah tahu berpengaruh signifikan pada luas daun bayam merah. Jumlah luas daun terbaik terlihat pada perlakuan K3 dengan POC limbah tahu dan kombinasi ekoenzim. Faktor ini disebabkan oleh peningkatan tinggi tanaman dan jumlah helai daun, di mana keduanya berkontribusi secara signifikan terhadap perkembangan luas daun.

Pembentukan daun terjadi karena adanya proses peranan unsur hara nitrogen. Nitrogen berperan terhadap pemanjangan dan pelebaran daun juga pembentukan klorofil. Hasil penelitian Farhana (2021) menyatakan ketersediaan unsur hara pada limbah cair tahu mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan daun. Campuran ketersediaan hara dan mikroorganisme memicu pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Pemberian perlakuan limbah tahu mempengaruhi helai daun menjadi lebih besar, juga menunjukkan adanya perbedaan jumlah helai daun. Menurut Lantarang (2006), banyaknya daun dikarenakan oleh banyaknya jumlah dan ukuran sel, yang juga dipengaruhi oleh penyerapan unsur hara oleh akar. Proses ini sejalan dengan pendapat Lakitan (1996) yang menyatakan bahwa aktivitas

jaringan meristematik, termasuk pertumbuhan dan peningkatan jumlah serta ukuran daun, dipengaruhi oleh ketersediaan air dan unsur hara.

Peran meristem terhadap luas daun pada tanaman, termasuk bayam merah sangat penting dan dapat dipengaruhi oleh pemberian N,P,K. Meristem berperan dalam menentukan luas daun melalui proses pembelahan sel dan pembentukan primordia daun. Aktivitas meristem yang tinggi, didukung oleh ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan yang optimal. Pengaruh adanya kandungan nitrogen terhadap pembentukan sel daun. Senyawa bioaktif dalam ekoenzim, seperti asam organik dan enzim, memecah bahan organik dalam POC menjadi bentuk yang mudah diserap akar. Penyerapan nutrisi ini meningkatkan sintesis protein dan klorofil, yang berkontribusi pada pembentukan daun baru dan pemanjangan daun yang ada (Hemalatha dan Visantini, 2020).

Menurut Amrina (2018), adanya peningkatan kemampuan tanaman dalam menerima zat hara dan air dapat mempercepat laju fotosintesis, sehingga menghasilkan senyawa penting seperti protein. Peningkatan kadar protein berperan dalam pembentukan proses pembelahan inti sel, yang mendorong pembentukan sel-sel baru dan mempengaruhi pertumbuhan jaringan, organ, termasuk jumlah dan luas daun. Daun, sebagai organ vegetatif tanaman, memiliki peran penting dalam pertumbuhan karena menjadi tempat utama berlangsungnya proses fotosintesis.

Penggunaan kombinasi POC limbah tahu dan ekoenzim pada perlakuan (K3) memberikan hasil yang lebih sinergis dibandingkan dengan penggunaan salah satu saja. Keterkaitan keduanya meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi. Kandungan enzim dalam ekoenzim membantu melarutkan nutrisi dalam POC, sehingga lebih mudah diserap oleh pertumbuhan tanaman. Mikroorganisme yang terkandung dalam POC limbah tahu dan ekoenzim membantu mengurai bahan organik dalam media tanam sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman dan mendukung pertumbuhan daun yang optimal.

4.4 Berat Basah Tanaman

Hasil berat basah bayam merah dengan nutrisi pupuk organik cair limbah tahu dan ekoenzim menunjukkan perbedaan nyata, dengan perbandingan rata-rata berat lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan (kontrol).

Tabel 4.4 Parameter berat basah tanaman dengan pengaruh pemberian POC limbah tahu pada 4 MST

Perlakuan	Rerata	P = Value
K0 (Kontrol)	5,500 ^a	000
K1 (45 % POC)	5,560 ^a	
K2 (1 ml ekoenzim)	3,840 ^a	
K3 (45% POC & 1 ml ekoenzim)	10,500 ^b	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan perlakuan nutrisi POC limbah tahu berpengaruh signifikan terhadap berat basah tanaman. Tinggi tanaman dan jumlah daun turut mempengaruhi berat basah tanaman, di mana pertumbuhan keduanya memberikan dampak signifikan. Ketersediaan unsur hara yang mencukupi mendukung kelancaran proses fotosintesis, sehingga hasil fotosintesis (asimilat) dapat didistribusikan ke seluruh bagian tanaman. Proses ini pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan bobot segar tanaman. Terjadinya peningkatan bobot berat tanaman berhubungan dengan jumlah helai daun yang lebih banyak. Kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium dalam POC limbah tahu mendukung pembentukan jaringan tanaman, terutama daun dan batang, yang menyumbang berat utama.

Berat basah tanaman bayam merah dengan nilai tertinggi didapat dari perlakuan K3 (POC limbah tahu dan ekoenzim) dengan rata-rata 10,5 gram dan perlakuan terendah K2 dengan rata-rata 3.48 gram. Hal ini diduga karena adanya kandungan hara N,P, dan K pada POC limbah tahu penting terhadap pertumbuhan tanaman. Unsur hara N berperan dalam proses fotosintesis. Sehingga semakin tinggi kandungan klorofil pada daun maka penyerapan cahaya matahari yang diterima oleh daun semakin tinggi. Ketersediaan unsur hara bagi tanaman merupakan salah satu faktor yang memengaruhi proses fisiologis tanaman. Unsur hara berfungsi sebagai sumber energi, sehingga tingkat kecukupannya sangat berpengaruh terhadap biomassa tanaman. Biomassa sendiri adalah massa bagian hidup tanaman yang mencerminkan pertumbuhan dan merupakan hasil integrasi dari berbagai peristiwa yang dialami tanaman sebelumnya. Laju pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen. Selain

nitrogen, unsur hara lain seperti kalium dan fosfor juga berperan penting dalam meningkatkan berat segar tanaman. Kalium (K) berfungsi sebagai aktivator bagi berbagai enzim yang terlibat dalam proses fotosintesis dan respirasi, sedangkan fosfor berperan dalam metabolisme yang mendukung jalannya proses fotosintesis.

Peningkatan bobot segar tanaman dalam jaringan fotosintesis juga dipengaruhi oleh kadar air, karena proses fisiologis tanaman sangat erat kaitannya dengan air dan zat-zat terlarut di dalamnya. Berat segar tanaman merupakan hasil dari kombinasi unsur hara dan air yang diserap oleh tanaman. Secara keseluruhan, lebih dari 70% berat total tanaman terdiri dari air. Bobot segar tanaman sangat bergantung pada kadar air dalam jaringan, di mana proses fisiologis saling berhubungan dengan tingkat ketersediaan air tersebut.

Hasil analisis menggunakan ekoenzim memiliki nilai rata-rata terendah. Hal ini dapat disebabkan karena kadar N, P dan K yang sangat rendah sehingga pengaplikasiannya dengan perlakuan POC limbah tahu signifikan. Unsur hara N, P, dan K berperan penting dalam mendorong pertumbuhan vegetatif, pembentukan protein, klorofil, dan asam nukleat, sehingga ketersediaannya sangat diperlukan oleh tanaman. Seperti makhluk hidup lainnya, tanaman juga membutuhkan nutrisi yang memadai untuk mendukung pertumbuhannya. Menurut penelitian Arun (2015), proses persiapan ekoenzim turut dipengaruhi oleh jenis gula yang digunakan. Secara umum, pembuatan ekoenzim memanfaatkan gula molase, namun dalam penelitian ini, gula merah digunakan sebagai bahan utama, sehingga waktu fermentasi yang dibutuhkan relatif panjang dibandingkan dengan penggunaan gula molase. Hal ini disebabkan gula molase mengandung mikroorganisme aktif sebagai sisa dari hasil produksi gula yang membantu mempercepat proses fermentasi. Selain jenis gula yang digunakan, proses fermentasi juga menjadi faktor penting dalam pengolahan bahan organik untuk pembuatan ekoenzim. Penelitian oleh Salsabila dan Winarsih (2023) menunjukkan bahwa rendahnya kualitas unsur hara N, P, dan K disebabkan oleh proses fermentasi yang masih berjalan. Setelah tiga bulan fermentasi, larutan ekoenzim belum mencapai kondisi yang stabil. Semakin lama ekoenzim disimpan, maka kualitas kandungan unsur haranya akan semakin meningkat.

4.5 Volume Akar

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap volume akar yang dianalisis melalui sidik ragam (Lampiran 5), kombinasi perlakuan POC limbah tahu dan ekoenzim menunjukkan pengaruh yang signifikan. Analisis tersebut dilakukan pada usia 4 MST, dengan rata-rata hasil yang disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Parameter volume akar dengan pengaruh pemberian POC limbah tahu pada 4 MST

Perlakuan	Rerata	P = Value
K0 (Kontrol)	2,600 ^b	000
K1 (45% POC)	2,300 ^b	
K2 (1 ml ekoenzim)	1,000 ^a	
K3 (45% POC & 1 ml ekoenzim)	4,400 ^c	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa pemberian nutrisi POC limbah tahu berpengaruh signifikan terhadap volume akar bayam merah. Perbedaan volume akar menunjukkan rata-rata yang signifikan, di mana perlakuan K3, yaitu kombinasi POC limbah tahu dengan tambahan ekoenzim, menghasilkan volume akar tertinggi dengan rata-rata 4,4 ml. Ketersediaan unsur hara yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan akar, sehingga berpengaruh terhadap kemampuan tanaman dalam menyerap air dan nutrisi (Gunawan, 2019).

POC limbah cair tahu pada pengaplikasiannya mengandung unsur hara K yang berperan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar lateral sehingga mempengaruhi kemampuan tanaman bayam merah dalam menyerap air. Hal ini berpengaruh terhadap penyerapan air pada tanaman bayam merah dengan jumlah yang berbeda-beda yang selanjutnya air akan menguap. Selama proses pertumbuhan, akar mengalami pembelahan sel yang dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang mencukupi, terutama unsur nitrogen, fosfor, dan kalium. Panjang akar mencerminkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Tanaman yang kekurangan unsur hara seperti NPK akan mengalami hambatan dalam perkembangan akar, sehingga proses penyerapan nutrisi menjadi terhambat (Safitri et al., 2021).

Selanjutnya panjang akar paling rendah terjadi pada perlakuan (K2) dengan pemberian ekoenzim tanpa pemberian limbah tahu yaitu dengan rata-rata 1 ml.

Pertambahan panjang akar tanaman merupakan respon terhadap ketersediaan unsur hara dan air. Kualitas ekoenzim dengan kandungan unsur hara yang rendah dimungkinkan berpengaruh terhadap hasil tumbuh tanaman bayam merah. Seperti halnya makhluk hidup lain, tanaman juga memerlukan nutrisi yang cukup dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Nutrisi tersebut termasuk dalam unsur hara baik mikro maupun makro. Unsur nitrogen fosfor dan kalium sangat berpengaruh terhadap proses meristem yang menyebabkan terjadinya percepatan pertumbuhan akar. Nitrogen berperan sebagai penyusun protein dan juga merangsang pertumbuhan tanaman seperti pertumbuhan batang dan akar, unsur hara fosfor berperan sebagai pengendali semua aktivitas dalam sel, membantu asimilasi dan peran kalium sebagai pembentuk akar dan batang.

Kemampuan tanaman dalam membentuk akar dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan nutrisi di media tanam, di mana pertumbuhan akar sejalan dengan peningkatan berat akar. Ketersediaan unsur hara yang optimal sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar, serta kemampuannya dalam menyerap unsur hara yang tersedia (Hamzah, 2007). Sistem perakaran yang berkembang dengan baik akan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Semakin banyak jumlah akar, semakin besar pula pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman, karena akar berfungsi sebagai organ penyimpan air dan unsur hara yang kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman untuk mendukung proses metabolisme. Haryadi (2015) menyatakan bahwa sistem perakaran yang baik akan mendorong pertumbuhan optimal pada bagian tanaman lainnya, karena akar berperan penting dalam penyerapan unsur hara yang diperlukan untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman.

POC limbah tahu dan ekoenzim saling melengkapi dalam mendukung pertumbuhan tanaman. POC limbah tahu berfungsi sebagai sumber nutrisi utama, sedangkan ekoenzim berperan dalam meningkatkan efisiensi penyerapan dan ketersediaan nutrisi melalui aktivitas enzim dan mikroorganisme. Karena aktivitas mikroba dari ekoenzim yang meningkatkan ketersediaan fosfor dan merangsang pertumbuhan akar lebih cepat.

4.6 Total Klorofil

Hasil pengamatan terhadap total klorofil bayam merah dengan perlakuan pemberian POC limbah tahu dan ekoenzim pada 4 MST dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Parameter total klorofil tanaman bayam merah dengan pemberian POC limbah tahu pada 4 MST.

Perlakuan	Rerata	P = Value
K0 (Kontrol)	5,8000	916
K1 (45% POC)	5,6000	
K2 (1 ml ekoenzim)	5,6000	
K3 (45% POC & 1 ml ekoenzim)	5,8000	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan perlakuan pemberian POC limbah tahu tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil total pada tanaman bayam merah. Hal ini terjadi karena kandungan pigmen tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuh dan juga faktor genetik tanaman. Tanaman memerlukan Mg dalam proses fotosintesisnya karena Mg merupakan salah satu komponen dalam klorofil. Tingginya unsur Mg yang terkandung dalam tanaman berpengaruh dalam meningkatkan kandungan klorofil yang tersimpan dalam daun sehingga diiringi dengan peningkatan hasil fotosintesis, sehingga salah satunya berdampak pada proses pertumbuhan daun (Anggraini, 2019).

Hasil analisis data secara statistika menunjukkan pemberian POC limbah tahu terhadap total klorofil bayam merah berpengaruh tidak nyata, namun bila dibandingkan dengan deskripsi tanaman sudah menunjukkan hasil yang meningkat, terlihat pada nilai rata-rata pada kontrol 6.31 mg/g dan perlakuan 6.45 mg/g dengan pemberian POC limbah tahu. Pemberian POC dengan kandungan unsur hara nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil. Ketersediaan klorofil yang memadai pada daun berpengaruh terhadap kemampuan daun dalam menyerap cahaya matahari, yang selanjutnya sejalan dengan peningkatan proses fotosintesis. Laju fotosintesis yang meningkat dipengaruhi oleh pembukaan stomata yang berlangsung secara optimal. Pembukaan stomata yang baik mendukung proses

fotosintesis melalui penyerapan gas CO_2 , sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis.

Klorofil a dan klorofil b Klorofil a dan klorofil b memiliki peran penting dalam proses fotosintesis tanaman. Klorofil b berfungsi dalam pengumpulan cahaya sebagai antena fotosintetik, yang kemudian mentransfer energi tersebut ke pusat reaksi. Pusat reaksi ini terdiri dari klorofil a, di mana energi cahaya diubah menjadi energi kimia yang digunakan dalam proses reduksi fotosintesis. Kandungan klorofil pada bayam merah dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk usia tanaman dan jenis perlakuan pupuk yang diberikan. Selain itu bayam merah juga kaya akan antosianin, yang memberikan warna merah pada daunnya dan berfungsi sebagai antioksidan. Kandungan antosianin lebih tinggi dibandingkan kandungan klorofilnya.

Tanaman sayuran seperti bayam merah Tanaman sayuran seperti bayam merah memerlukan unsur makro, termasuk nitrogen, kalium, dan fosfor. Proses dekomposisi bahan organik akan melepaskan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Ketersediaan unsur hara tersebut mendukung kelancaran proses fotosintesis. Fotosintesis akan berlangsung optimal apabila kebutuhan unsur hara terpenuhi. Selain NPK, magnesium (Mg) juga berperan sebagai unsur penting dalam pembentukan klorofil, sehingga keberadaannya membantu mempercepat proses fotosintesis dengan dukungan reaksi ATP. Pembentukan pertumbuhan bayam merah sangat berkaitan dengan proses fotosintesis tanaman, membantu membentuk enzim, protein dan hormon sehingga mempengaruhi perbesaran dan pemanjangan sel, dan bayam merah akan tumbuh dengan cepat.

Kebutuhan unsur hara yang diperlukan tanaman seperti nitrogen, fosfor hingga kalium. Nitrogen termasuk jenis unsur hara yang berperan dalam membantu pertumbuhan vegetatif, pembentukan protein, klorofil dan asam nukleat pada tanaman. Semakin tinggi kandungan klorofil pada daun, semakin besar kemampuan daun dalam menyerap cahaya matahari. Hal ini mendukung proses fotosintesis yang lebih optimal, menghasilkan fotosintat yang berfungsi sebagai sumber energi untuk pertumbuhan tanaman. Fotosintat yang dihasilkan dari fotosintesis kemudian diubah kembali menjadi energi melalui proses respirasi dan digunakan dalam pembelahan sel, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman yang optimal. Fosfor

berperan bagi tanaman sebagai nutrisi perkembangan akar, pemunculan bunga dan penyimpanan energi ke seluruh bagian sel tanaman. Kalium berperan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman dan memperbaiki pengangkutan asimilat, meningkatkan kekebalan tanaman dari serangan hama dan mengatur proses pembukaan dan penutupan stomata sehingga dapat berjalan optimal untuk mengurangi konsumsi air.

