

UJI BEBERAPA JENIS PUPUK ORGANIK DAN HAYATI TERHADAP POPULASI MIKROBA FUNGSIONAL, KANDUNGAN Pb TANAH SERTA EFEKNYA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) VARIETAS NAULI F1

Muhamad Ropi Yanwar¹, Darso Sugiono², Vera Oktavia Subardja³, I Ketut Manu Mahatmayana⁴

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. H.S Ronggowaluyo Telukjambe Timur Kabupaten Karawang 41360

^{2,3,4}Staff Pengajar Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. H.S Ronggowaluyo Telukjambe Timur Kabupaten Karawang 41360
Email : ropiyanwar7915@gmail.com

Submitted : 22 Oktober 2023

Accepted : 3 Juni 2024

Approved : 4 Juni 2024

ABSTRAK

Penggunaan lahan secara terus menerus menjadi faktor utama berkurangnya keanekaragaman hayati didalam tanah. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan pemupukan organik dan hayati. Pupuk organik memiliki kandungan unsur hara yang baik untuk tanah sedangkan pupuk hayati dapat berperan sebagai penyedia mikroba yang baik untuk kesuburan tanah, selain itu pupuk hayati dapat berperan membantu mengikat kandungan logam berat yang terdapat pada tanah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis pupuk hayati yang memberikan populasi mikroba fungsional, Pb tanah yang rendah dan efeknya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1 terhadap pupuk organik yang diberikan. Metode penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 6 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan. Faktor pertama yaitu o_1 (pupuk organik sludge) dan o_2 (pupuk organik eceng gondok), sedangkan faktor kedua yaitu h_1 (pupuk hayati *bion up*) dan h_2 (pupuk hayati provibio). Hasil penelitian menunjukkan interaksi terbaik antara pupuk eceng gondok dan pupuk provibio (O_2H_2) memberikan nilai tertinggi terhadap panjang akar 17,52 cm, terdapat interaksi antara pupuk eceng gondok dan *bion up* (O_2H_1) serta memberikan nilai tertinggi terhadap bobot segar akar 3,37 cm.

Kata Kunci : Logam Pb, Mikroba, Pupuk hayati, Pupuk organik.

ABSTRACT

*Continuous land use is the main factor reducing biodiversity in the soil. One solution to overcome this problem is with organic and biological fertilization. Organic fertilizers contain nutrients that are good for the soil while biological fertilizers can act as a good microbial provider for soil fertility, besides that biological fertilizers can play a role in helping to bind the heavy metal content found in the soil. The aims of the study were to determine which type of biofertilizer provided functional microbial populations, low soil Pb and its effect on the growth and yield of pakcoy (*Brassica rapa* L.) Nauli F1 variety against the organic fertilizers applied. The research method used experiment with a factorial randomized block design (RBD) consisting of 4 treatments with 6 replications so that there were 24 experimental units. The first factors are o_1 (sludge organic fertilizer) and o_2 (water hyacinth organic fertilizer), while the second factor is h_1 (bion up biofertilizer) and h_2 (provibio biofertilizer). The results showed that the best interaction between water hyacinth fertilizer and provibio fertilizer (o_2h_2) gave the highest value for root length 17,52 cm, there was an interaction between water hyacinth fertilizer and bion up (o_2h_1) and gave the highest value for root fresh weight 3,37 cm.*

Keywords : Biological Fertilizer, Microbe, Organic Fertilizer, Pb Metal.

PENDAHULUAN

Produksi tanaman pakcoy di Jawa barat saat ini mengalami penurunan dari tahun 2021 ke 2022. Menurut Data Badan Pusat Statistik (2022) menyatakan bahwa pada tahun 2021 produktivitas tanaman sawi pakcoy sebesar 1,889,439 (kw), dan pada tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 1,735,371 (kw). Berkurangnya produktivitas

sawi pakcoy disebabkan karena kurangnya keanekaragaman hayati didalam tanah, sehingga berpengaruh terhadap kesuburan tanah.

Saat ini Indonesia memiliki masalah pada kesuburan tanah karena faktor penggunaan lahan secara terus menerus sehingga keanekaragaman hayati didalam tanah semakin berkurang. Faktor yang dapat

menurunkan kesuburan tanah baik fisik, biologi, dan kimia yaitu karena penggunaan lahan secara terus menerus (Angela, 2019). Selain itu, petani di Indonesia saat ini masih banyak menggunakan pupuk anorganik yang dapat menyebabkan matinya populasi mikroorganisme didalam tanah, Populasi mikroorganisme pada tanah dapat mati apabila secara terus-menerus menggunakan pupuk anorganik (Darmawan, 2005).

Faktor yang dapat mengancam kesuburan tanah dan tanaman apabila populasi mikroba berkurang yaitu cemaran logam Pb. Mikroba didalam tanah memiliki peran sebagai pengikat logam (Gadd, 2010). Untuk menanggulangi masalah tersebut yaitu dengan cara pemupukan berbahan organik, Pemupukan yaitu penggunaan pupuk organik dan hayati diyakini akan meningkatkan kesuburan tanah dan menurunkan kadar Pb. Kesuburan tanah dapat ditingkatkan secara kimia, fisiologis, dan fisik dengan penggunaan pupuk (Angela, 2019). Bahan alami seperti eceng gondok dan lumpur tanaman kertas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik.

Pupuk yang terbuat dari lumpur dan eceng gondok dapat menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman dan tanah, termasuk nitrogen, fosfor, dan kalium. Pupuk lumpur mengandung nitrogen (0,08%), fosfor (0,64%), dan kalium (0,02%), seperti dilansir Sebastian dan Simanjuntak (2018). Unsur hara tanah dan tanaman, termasuk Nitrogen 2,00%, juga termasuk dalam pupuk eceng gondok, Fosfor 0,58%, dan Kalium 1,87% (Marjenah dan Simbolon, 2021). Namun walaupun pupuk sludge dan pupuk eceng gondok memiliki kandungan unsur hara yang baik, akan tetapi terdapat kendala yaitu kedua pupuk tersebut mengandung logam Pb sehingga dikhawatirkan dengan pemberian kedua pupuk yang kurang tepat dapat memperbesar kandungan logam Pb alami yang ada didalam tanah sehingga dapat berpengaruh terhadap kesuburan tanah dan tanaman. Hasil penelitian Hatika (2022) kandungan logam Pb pada tanah pertambangan emas yaitu 3,43 mg/kg. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu penambahan pupuk hayati yang mengandung banyak mikroba dan dapat berperan sebagai pengikat logam Pb.

Pupuk hayati merupakan inokula berbahan aktif mikroorganisme, dan apabila dicampurkan dengan tanah maka dapat memberikan pasokan nutrisi terhadap tanah dan tumbuhan, selain itu pupuk hayati juga dapat mengikat logam berat Pb. Pupuk hayati

memiliki mikroba yang berfungsi sebagai pengikat logam berat pada tanah, dan dapat menghambat masuk kedalam jaringan tanaman (Sudaryono, 2010). Pupuk hayati bion up dan provibio memiliki kandungan mikroba yang dibutuhkan untuk mengikat logam berat Pb. Menurut peneliti unpad Hindersah (2014) bion up memiliki mikroba pelarut P yaitu pseudomonas. Panunggul (2021) mencatat bahwa Azotobacter Sp. dan mikroorganisme pengikat N₂ lainnya terdapat dalam pupuk hayati Provibio. Kedua mikroba tersebut dapat mengikat kandungan logam berat Pb didalam tanah. Sejalan dengan pernyataan Sudaryono (2010) menyatakan untuk mengikat kandungan logam berat yang ada pada tanah dapat menggunakan beberapa mikroba seperti Azotobacter sp. dan Pseudomonas sp.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan dilahan kosong di Rengasdengklok Kabupaten Karawang. Analisis tanah dilakukan di laboratorium Biotrop, Bogor. Para peneliti dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian Bogor menganalisis logam timbal dan mikroorganisme yang berfungsi. Pada bulan Februari hingga Maret 2023, percobaan akan dilakukan.

Berbagai macam pupuk organik, antara lain lumpur dan eceng gondok, serta pupuk hayati seperti bion up dan provibio, serta arang sekam, wadah semai, tanah, air, polibag, kayu, kawat, paku, dan plastik cor, digunakan.

Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan empat perlakuan dan enam ulangan menghasilkan dua puluh empat satuan percobaan untuk penelitian. Komponen pertama adalah pupuk organik dua tingkat (O₁) yang terdiri dari pupuk organik lumpur dan pupuk organik eceng gondok, dan komponen kedua adalah pupuk hayati dua tingkat (H₁) yang masing-masing terdiri dari Bion Up dan Provibio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Tidak terdapat interaksi antara pupuk organik dan pupuk hayati terhadap tinggi tanaman pakcoy pada umur 7, 14, 21, dan 28 HST berdasarkan beberapa analisis menggunakan uji lanjutan DMRT pada taraf 5%. Untuk tanaman pak choy yang tinggi, pupuk organik dan biologi memiliki efek yang unik. Anda dapat melihat hasil ini pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Tinggi Tanaman Pakcoy Umur 7, 14, 21, dan 28 Hst Pada Percobaan Uji Beberapa Jenis Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Terhadap Populasi Mikroba Fungsional dan Kandungan Pb Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Pakcoy (*Barassica rapa L.*)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
Pupuk Organik				
Sludge (o ₁)	4,58 b	7,11 b	13,71 b	16,32 b
Eceng gondok (o ₂)	6,01 a	12,02 a	17,22 a	20,,86 a
Pupuk Hayati				
Bion up (h ₁)	5,35 a	9,78 a	15,23 a	18,58 a
Provibio (h ₂)	5,24 a	9,35 a	15,70 a	18,60 a
KK	12,50 %	8,05 %	15,17 %	11,42 %

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada analisis ragam taraf 5%.

Pupuk organik eceng gondok (O₂) nyata mengungguli pupuk lumpur organik (O₁) ditinjau dari tinggi tanaman pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah tanam (HST). Pupuk eceng gondok diyakini dapat memenuhi seluruh unsur hara yang dibutuhkan tanaman, terutama unsur bermanfaat N, P, dan K. Kebutuhan unsur hara makro seperti N, P, dan K untuk pertumbuhan tanaman didukung oleh temuan Suwarno (2013) dikutip dalam Ridwan (2021). Jika dibandingkan dengan pupuk lumpur organik, eceng gondok jauh lebih padat unsur hara. Unsur hara makro yang terdapat pada eceng gondok adalah sebagai berikut: N3,14%, P1,63%, dan K 4,88% (Fortuna, 2022). Kalium merupakan nutrisi penting karena memiliki kemampuan untuk merangsang lebih banyak perkembangan batang. Penelitian yang dilakukan Amanullah et.al. (2016) mendukung gagasan ini dan menemukan bahwa kalium, suatu nutrisi, diperlukan agar tanaman besar dapat tumbuh lebih tinggi dan menghasilkan lebih banyak daun.

Tidak terdapat perbedaan nyata antara kedua perlakuan pada HST 7 dan HST 14 untuk tinggi tanaman Pakcoy; namun, H1 (pupuk hayati Bion Up) menghasilkan nilai terbesar. Perlakuan H2 termasuk pupuk Provibio menghasilkan tanaman Pakcoy paling tinggi pada umur 21 HST dan 28 HST, sedangkan perlakuan H1 termasuk pupuk Bion Up tidak jauh berbeda. Masa vegetatif diyakini merupakan waktu terbaik untuk mengaplikasikan pupuk hayati Bion Up, karena pupuk bion up terdapat fitohormon, dimana pada fase awal pertumbuhan tanaman membutuhkan fitohormon sebagai perangsang awal pertumbuhan. Menurut peneliti unpad Hindersah (2014) menyatakan pada pupuk bion up terdapat kandungan fitohormon. Hindersah (2014) menambahkan bahwa mikroba yang terkandung dalam pupuk bion up

dapat menyediakan siklus nitrogen dan fosfor didalam tanah.

Pupuk hayati porvibio memiliki kandungan bakteri pelarut kalium seperti *Bacillus* dan *paenibacillus sp.* yang diduga dapat bekerja secara optimal pada fase generatif dan berpengaruh terhadap tinggi tanaman pakcoy. Menurut Sukmadewi (2019) menyatakan bakteri yang dapat berperan sebagai pelarut kalium yaitu *Paenibacillus sp*, *Bacillus*, dan *Acidothiobacillus ferrooxidans*. Sukmadewi (2019) menambahkan hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa bakteri pelarut kalium dapat meningkatkan tinggi tanaman.

Jumlah Daun

Analisis ragam dengan uji lanjutan DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa jumlah daun pada tanaman pak choy pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah pemberian tidak berinteraksi dengan pupuk organik maupun pupuk hayati. Jumlah daun yang dihasilkan tanaman pak choy dipengaruhi oleh pupuk organik dan pupuk hayati secara berbeda. Tabel 2 menampilkan hasil-hasil ini.

Ketika membandingkan jumlah daun pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah tanam (HST), Duncan menemukan bahwa pupuk organik eceng gondok (o₂) memberikan hasil tertinggi pada tingkat 5%, yang membedakannya dengan pupuk organik lumpur. (o₁). Hal tersebut diduga karena pupuk organik eceng gondok memiliki kandungan hara mikro seperti Fe sebagai zat hijau, kandungan Fe pada pupuk eceng gondok lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik sludge. Menurut Fortuna (2022) kandungan Fe pada eceng gondok yaitu 5341,34 ppm. Unsur hara Fe sangat berperan penting dalam pembentukan daun dan zat hijau. Sejalan dengan pertanyaan Novianto et.al., (2020) menyatakan hara Fe memiliki peran dalam

proses metabolisme tanaman, pembentukan klorofil daun, protein, dan enzim.

Tabel 2. Rata-Rata HJumlah Daun Umur 7, 14, 21, Dan 28 Hst Tanaman Pakcoy Pada Percobaan Uji Beberapa Jenis Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Terhadap Populasi Mikroba Fungsional dan Kandungan Pb Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Pakcoy (*Barassica rapa* L.)

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai)			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
Pupuk Organik				
Sludge (o ₁)	4,91 b	6,08 b	8,05 b	10,67 b
Eceng gondok (o ₂)	5,42 a	6,80 a	10,68 a	14,30 a
Pupuk Hayati				
Bion up (h ₁)	5,28 a	6,28 a	9,36 a	12,30 a
Provisio (h ₂)	5,05 a	6,61 a	9,55 a	12,66 a
KK	8,04 %	10,94 %	16,21 %	10,96 %

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada analisis ragam taraf 5%.

Ketika membandingkan jumlah daun pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah tanam (HST), Duncan menemukan bahwa pupuk organik eceng gondok (o₂) memberikan hasil tertinggi pada tingkat 5%, yang membedakannya dengan pupuk lumpur organik. (o₁). Hal tersebut diduga karena pupuk organik eceng gondok memiliki kandungan hara mikro seperti Fe sebagai zat hijau, kandungan Fe pada pupuk eceng gondok lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik sludge. Menurut Fortuna (2022) kandungan Fe pada eceng gondok yaitu 5341,34 ppm. Unsur hara Fe sangat berperan penting dalam pembentukan daun dan zat hijau. Sejalan dengan pertanyaan Novianto *et.al.*, (2020) metabolisme tanaman, produksi enzim, sintesis protein, dan pembentukan klorofil dalam daun semuanya dipengaruhi oleh tingkat nutrisi zat besi.

Pupuk hayati Provisio (H₂) mengungguli Bion Up dalam hal jumlah daun pada umur 14 HST, 21 HST, dan 28 HST, sedangkan keduanya secara statistik tidak dapat dibedakan. (h₁). Hal tersebut diduga dengan pemberian pupuk hayati provisio dapat meningkatkan laju respirasi karena populasi mikroba yang meningkat, Pupuk hayati bekerja dengan cara menguraikan bahan organik menjadi potongan-potongan kecil agar lebih mudah diserap tanaman, yang selanjutnya mempengaruhi jumlah daun yang tumbuh. Selain itu, pupuk hayati Bion Up tidak mengandung bakteri yang terdapat pada pupuk Provisio, yaitu *Synechococcus* yang memiliki kemampuan sebagai penambat N. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Soepardjono *et.al.*, (2012) menyatakan mikroba *Synechococcus* berfungsi sebagai

penambat N diudara dan dapat melakukan fotosintesis. Mukrin *et.al.*, (2019) menambahkan bahwa apabila kondisi lingkungan dan ketersediaan makanan terpenuhi maka pertumbuhan populasi

mikroba akan cepat untuk berkembang. Sehingga pengurai bahan organik lebih cepat dan berpengaruh terhadap jumlah daun.

Luas Daun

Beberapa analisis, termasuk uji DMRT 5%, menunjukkan bahwa pupuk organik dan pupuk hayati tidak berinteraksi satu sama lain sehingga mempengaruhi luas daun. Luas daun pak choy dipengaruhi oleh pupuk organik dan hayati secara berbeda. Tabel 3 menampilkan hasil analisis varians dan uji tambahan yang dilakukan pada taraf DMRT 5%.

Tabel 3. Rata-Rata Pertumbuhan dan Hasil Luas Daun Pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.).

Kode	Rata-Rata Luas Daun (cm) ²
Pupuk Organik	
Sludge (o ₁)	138,58 b
Eceng gondok (o ₂)	241,00 a
Pupuk Hayati	
Bion up (h ₁)	192,51 a
Provisio (h ₂)	187,07 a
KK	16,09 %

Keterangan : Dengan tingkat varians 5%, nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak ada perbedaan yang berarti.

Berbeda dengan pupuk lumpur (o1) yang memiliki bobot segar tanam 138,58 gram, pupuk organik eceng gondok (o2) memberikan pengaruh paling besar terhadap luas daun, yaitu 241,00 gram, berdasarkan temuan observasi. Pupuk hayati Bion Up (H1) memiliki luas daun sebesar 187,07 gram, sedangkan pupuk hayati Provibio (H2) mempunyai pengaruh paling besar terhadap luas daun yaitu sebesar 192,51 gram. Namun tidak ada perbedaan yang signifikan diantara keduanya.

Pupuk organik eceng gondok memiliki kandungan N cukup tinggi dan pupuk hayati bion up memiliki bakteri penambat N yang lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk provibio yaitu seperti *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum* dan *Acinetobacter*, hal tersebut membuat kedua pupuk dapat berkesinambungan dan mampu mencukupi kebutuhan hara sehingga dapat berpengaruh terhadap luas daun tanaman pakcoy. Sejalan dengan pernyataan Fortuna (2022) menegaskan bahwa agar tanaman dapat menghasilkan daun baru, diperlukan pasokan unsur hara yang cukup, yang selanjutnya mempengaruhi jumlah total daun dan luas permukaannya.

Pemberian pupuk eceng gondok dan bion up mampu mencukupi kebutuhan hara N dan bakteri sebagai penambat N sehingga kedua pupuk bersimbiosis dan dapat membantu proses fotosintesis sehingga berpengaruh terhadap luas daun. Menurut Sitorus *et.al.*, (2014) menyatakan dalam proses fotosintesis unsur hara nitrogen sangat berguna sebagai pembentuk zat hijau, apabila zat hijau terpenuhi penyerapan matahari oleh daun akan meningkat dan fotosintesis berjalan lancar. Fortuna (2022) menambahkan dalam perkembangan meristem fosfor memiliki peran sebagai perpanjangan jaringan dan dapat berpengaruh terhadap luas daun. Unsur hara kalium memiliki peran sebagai aktivator enzim dalam aktivitas fotosintesis, dan ketiga unsur hara tersebut dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Panjang Akar

Terdapat interaksi antara pupuk organik dan pupuk hayati terhadap panjang akar pak choy, berdasarkan beberapa analisis menggunakan uji lanjutan DMRT pada taraf 5%. Pada Tabel 4 terlihat hasil analisis varians serta hasil uji tambahan (DMRT level 5%).

Berdasarkan pengamatan panjang akar Interaksi antara pupuk organik eceng gondok dengan provibio (o₂h₂) memberikan pengaruh tertinggi yaitu 17,52 cm. Interaksi terjadi

karena adanya kandungan unsur hara P dan K yang tinggi pada pupuk eceng gondok dan terdapat kandungan bakteri pelarut fosfat *Bacillus* pada pupuk hayati provibio, sehingga kedua pupuk tersebut dapat bersimbiosis dan berpengaruh terhadap panjang akar. Kandungan P 1,63% dan K 4,88% pada pupuk eceng gondok sangat dibutuhkan oleh pertumbuhan akar. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Zubaidah dan Rafli (2007) untuk dapat merangsang perkembangan akar unsur hara yang dibutuhkan yaitu P, karena berperan sebagai pembelah sel dan jaringan meristem. Peran unsur hara kalium yaitu sebagai pembelah jaringan meristem apikal.

Tabel 4. Rata-Rata Pengamatan Pertumbuhan dan Hasil Panjang Akar Pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	
	Pupuk Hayati	
Pupuk Organik	Pupuk Hayati Bion Up (h ₁)	Pupuk Hayati Provibio (h ₂)
Pupuk Organik Sludge (o ₁)	16,36 b A	15,50 b A
Pupuk Organik Eceng Gondok (o ₂)	14,42 a B	17,52 a A
KK (%)	13,56 %	

Keterangan : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada tingkat DMRT 5% bila nilai rata-rata diikuti huruf yang sama baik pada kolom vertikal maupun horizontal.

Bashan dan Bashan (2010) dalam Hazra *et.al.*, (2022) menambahkan kandungan pada pupuk hayati provibio seperti *Azospirillum lipoferum*, *Azotobacter* yaitu sebagai bakteri penambat nitrogen pada tanah dan dapat menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IIA (Idole Acetic Acid). Astriani (2015) menambahkan peran Idole Acetic Acid (IIA) yaitu mengatur untuk terbentuknya rambut-rambut akar dan memperpanjang sel didalam akar.

Bobot Segar Akar

Dengan menggunakan uji lanjutan DMRT pada tingkat 5%, analisis yang berbeda menunjukkan bahwa pupuk organik dan pupuk hayati tidak berinteraksi satu sama lain sehingga mempengaruhi berat segar akar. Terkait bobot segar tanaman pak choy, pupuk

organik dan hayati memiliki efek yang unik. Pada tingkat 5%, Tabel 5 mencantumkan temuan analisis varians dan hasil uji tambahan (DMRT).

Berdasarkan pengamatan bobot segar akar menunjukkan interaksi pupuk eceng gondok dan pupuk hayati bion up (o_2h_1) memberikan nilai paling tertinggi terhadap bobot segar akar yaitu 3,37 cm. Interaksi terjadi karena pemberian pupuk organik eceng gondok dan bion up mampu memanfaatkan kekayaan unsur hara, baik makro maupun mikro, yang terdapat pada pupuk. Penambahan unsur hara tanah seperti unsur N dan P yang penting bagi pertumbuhan tanaman merupakan manfaat lain dari pupuk hayati Bion Up. Hal ini senada dengan apa yang diungkapkan peneliti Unpad Hindersah (2014). menyatakan terdapat kelebihan pada pupuk hayati bion up sebagai pupuk konsorium dalam memberikan nutrisi N dan P pada tanah.

Tabel 5. Rata-Rata Pengamatan Pertumbuhan dan Hasil Bobot Segar Akar Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Perlakuan	Bobot Segar Akar (gram)	
	Pupuk Hayati	
Pupuk Organik	Pupuk Hayati Bion Up (h_1)	Pupuk Hayati Provibio (h_2)
Pupuk Organik Sludge (o_1)	1,83 b B	2,33 b A
Pupuk Organik Eceng Gondok (o_2)	3,37 a A	2,66 a B
KK (%)	14,34 %	

Keterangan : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada tingkat DMRT 5% bila nilai rata-rata diikuti huruf yang sama baik pada kolom vertikal maupun horizontal.

Pemberian pupuk hayati bion up dapat berpengaruh terhadap bobot segar akar, karena pupuk hayati bion up mengandung *Azospirillum* untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal tersebut sejalan dengan Suryani (2012) menyatakan *Azospirillum* yang terdapat pada pupuk hayati dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan akar karena sebagai penambat N. Maka dengan tercukupinya kebutuhan unsur hara dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan dapat menghasilkan fotosintat. Fotosintat tersebut di salurkan kebagian akar pada fase generatif dan apabila

hasil fotosintat tersebut baik maka akan berpengaruh terhadap pertumbuhan akar dan bobot segar akar.

Bobot Kering Akar

Berat kering akar tidak dipengaruhi oleh interaksi pupuk organik dan pupuk hayati, berdasarkan beberapa analisis menggunakan uji tambahan DMRT pada taraf 5%. Berat kering akar tanaman pak choy dipengaruhi secara terpisah oleh pupuk hayati dan pupuk organik. Seluruh temuan analisis dan pengujian lanjutan (DMRT level 5%) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Pertumbuhan dan Hasil Bobot kering akar Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.).

Kode	Rata-Rata Bobot Akar (gram)
Pupuk Organik	
Sludge (o_1)	0,26 b
Eceng gondok (o_2)	0,43 a
Pupuk Hayati	
Bion up (h_1)	0,38 a
Provibio (h_2)	0,31 a
KK	17,01 %

Keterangan : Pada analisis varians taraf 5%, nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan hasil penelitian, tanaman pak choy yang dipupuk dengan eceng gondok organik (o_2) mempunyai berat segar 0,43 gram, berbeda nyata dengan tanaman yang dipupuk lumpur (o_1) yang mempunyai berat segar 0,26 gram. Terjadi peningkatan bobot segar tanaman sebesar 0,38 gram akibat pemberian pupuk hayati Bion Up (H_1), namun tidak berbeda nyata dengan pupuk hayati bion up (h_2) memiliki bobot segar pertanaman 0,31 gram.

Bobot kering akar akan bergantung pada kadar air, jumlah akar, dan panjang akar, sehingga berpengaruh terhadap bobot kering akar. Penggunaan pupuk organik dan sinar matahari juga sangat berpengaruh terhadap bobot kering akar, karena kandungan unsur hara pada pupuk organik dan ditambah dengan pencahayaan matahari yang cukup dapat membantu proses fotosintesis berjalan dengan baik sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan bobot kering akar. Sejalan dengan pernyataan Khair *et.al.*, (2018) mengatakan bahwa fotosintesis merupakan

komponen penting dalam perkembangan tanaman, khususnya perluasan daun, yang memungkinkan penyerapan sinar matahari secara optimal. Hal tersebut dapat meningkatkan proses fotosintesis yang nantinya tersalurkan keseluruh bagian tanaman sehingga berpengaruh terhadap bobot kering akar.

Pupuk hayati bion up memberikan hasil tertinggi yaitu 0,52% hal tersebut terjadi karena pupuk hayati bion up memiliki kandungan bakteri pseudomonas yang memiliki kandungan pelarut kalium. Kalium merupakan makronutrien yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman sehingga dapat berpengaruh terhadap bobot kering akar. Menurut penelitian yang dimuat dalam Mursiana et.al., (2021) dan dikutip oleh Khalimi dan Wiryana (2009), keberadaan bakteri pseudomonas dapat meningkatkan hasil berat kering akar tanaman cabai sebesar 13,40%.

Bobot Segar Per tanaman

Hasil uji lanjutan DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa berat segar tanaman tidak terpengaruh oleh interaksi pupuk organik dan pupuk hayati. Terkait bobot segar tanaman pak choy, pupuk organik dan hayati memiliki efek yang unik. Tabel 7 menampilkan hasil analisis varians dan uji tambahan yang dilakukan pada taraf DMRT 5%.

Tabel 7. Rata-Rata Pertumbuhan dan Hasil Bobot Segar Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*)

Kode	Rata-Rata Bobot Segar Per tanaman (gram)
Pupuk Organik	
Sludge (o ₁)	32,28 b
Eceng gondok (o ₂)	87,75 a
Pupuk Hayati	
Bion up (h ₁)	61,33 a
Provibio (h ₂)	58,69 a
KK	13,54 %

Keterangan : Pada taraf analisis varians 5%, nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Dibandingkan dengan pupuk lumpur (o1) yang menghasilkan berat segar tanaman pak choy sebesar 3,12 gram, pupuk organik eceng gondok (o2) memberikan pengaruh paling besar terhadap berat segar tanaman sebesar 3,73 gram, berdasarkan temuan observasi. Sedangkan untuk bobot segar tanaman, pemberian pupuk hayati Provibio

(H2) memberikan pengaruh paling besar yaitu 3,58 gram, sedangkan secara statistik tidak dapat dibedakan dengan Bion Up (H1) yang mempunyai bobot segar tanaman 3,27 gram.

Untuk efek optimal pada tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, serta bobot segar, gunakan pupuk eceng gondok organik. Konsisten dengan apa yang Manuhuttu et.al. (2014) mengatakan, berat segar suatu tanaman dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah air dan unsur hara yang dimilikinya, serta tinggi tanaman dan luas daunnya. Dengan kandungan nutrisi yang lebih besar dibandingkan pupuk lumpur organik, pupuk organik eceng gondok dapat mempengaruhi berat segar tanaman dengan mempengaruhi proses fotosintesis yang berfungsi dengan baik. Hal ini sejalan dengan apa yang diungkapkan Nuryani dkk. (2019) mengatakan, karbohidrat dapat dihasilkan lebih banyak bila fotosintesis berjalan dengan baik, lemak dan protein pada sel tanaman dan dapat terbentuknya organ tanaman sehingga berpengaruh pada bobot segar tanaman.

Penggunaan pupuk hayati provibio diduga dapat memberikan hasil terbaik terhadap bobot segar tanaman karena mengandung *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bradyrhizorium*, *Microbacterium*, dan kombinasi bakteri yang lebih banyak dibandingkan pupuk hayati bion up. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Panunggul et.al., (2023) pemberian pupuk hayati dapat berpengaruh terhadap berat segar tanaman. Pupuk organik eceng gondok dan pupuk hayati provibio diduga memiliki penyerapan unsur hara lebih optimal dibanding dengan pupuk organik sludge dan pupuk hayati bion up, hal tersebut terjadi karena pupuk berbahan organik bersifat *slow release*. Konsisten dengan apa yang Melati dkk. (2008) mengatakan, kandungan tersedia pupuk organik memiliki karakteristik pelepasan yang lebih lambat dibandingkan pupuk anorganik.

KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan telah menghasilkan kesimpulan bahwa :

1. Panjang akar dan berat kering akar dipengaruhi oleh interaksi antara pupuk hayati Provibio dan pupuk organik eceng gondok.
2. Faktor-faktor seperti tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, berat kering akar, dan berat segar per tanaman tidak dipengaruhi oleh ada tidaknya pupuk organik atau hayati.

SARAN

Diperlukan studi tambahan dengan menggunakan metodologi yang sama tetapi dengan tanaman dan jenis tanah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanullah, A. Iqbal, Irfanullah, and Z. Hidayat. 2016. Potassium management for improving growth and grain yield of maize (*Zea mays* L.) *Jurnal Agrikultura* 2019, 30(2): 40-45. ISSN 0853-2885.
- Asosiasi Bank Benih Dan Teknologi Tani Indonesia. 2020. Kandungan Pupuk Hayati Provbio.
- Astriani, M. 2015. Seleksi Bakteri Penghasil Indole Acetic Acid (IAA) dan Pengujian Pada Bibit Kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq.). *Tesis*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Azizah, A., E. Azizah., R.Y. Agustini. 2021. Penampilan Vegetatif Tanaman Kubis Bunga (*Brassicca Oleracea* Var. *Botrytis*) Kultivar PM 126 F1 Akibat Pemberian Pupuk Organik Limbah Sludge Kertas Dengan Pupuk Nitrogen. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. Fakultas Pertanian. 7(4). ISSN : 2089-5364.
- Azri. 2019. Pengaruh Pupuk Hayati Dan Pupuk Organik Terhadap Produktivitas Tanaman Jagung Pada Lahan Bekas Tambang Bouksit. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Barat. 22(2) : 225-234.
- Boshoff, S., Gottumukkala, L.D., Van Rensburg, E. and Görgens, J. 2016. Paper sludge (PS) To Bioethanol: Evaluation Of Virgin And Recycle Mill Sludge For Low Enzyme, High-Solids Fermentation. *Bioresource Technology* 203:103–111, doi:10.1016/j.biortech. 2015.12.028.
- Delfim J, Gerding M & Zagal E. 2020. Phosphorus Fractions In Andisol And Ultisol Inoculated With *Bacillus Thuringiensis* And Phosphorus Uptake By Wheat. *Journal of Plant Nutrition*. 43(18): 2728-2739.
- Fortuna, N.D., 2022. Pengaruh Dosis Kompos Eceng Gondok Dan Arang Sekam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) Varietas Nita. Skripsi. Universitas Singaperbangsa Karawang.
- Harvianto, A.F., N.W.S. Sutari, I.W.D. Atmaja.
2022. Identifikasi Jamur Pada Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Dapur Di Desa Sanur Kauh. *Journal on Agriculture Science*. Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana. 12(1): 141-157. ISSN: 2654-4008.
- Hazra, F., D.A. Santosa, K. Tanuwijaya, D. Sukmana. 2022. Evaluasi Pupuk Hayati Dan NPK Terhadap Pertumbuhan Tanaman Alpukat (*Persea americana* Mill.) Di Kebun Superavo, Subang. *Il.Tan.Lingk*. Fakultas Pertanian Universitas Pertanian Bogor. 24(1): 14-19. ISSN 1410-7333.
- Hindersah, R. 2014. PT Pupuk Kujang Produksi Pupuk Hayati Bion-Up Karya Unpad. Online. <https://www.unpad.ac.id/2014/12/pt-pupuk-kujang-produksi-pupuk-hayati-bion-karya-unpad/>
- Jumakir, Endrizal, A. Abdullah. 2021. Respons Pemberian Pupuk Hayati terhadap Peningkatan Produktivitas Kedelai di Lahan Rawa Pasang Surut. *Pangan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. 30(1): 23-30.
- Juwitanti, K., C. Ain., P. Soedarsono. 2013. Kandungan Nitrat Dan Fosfat Air Pada Proses Pembusukan Eceng Gondok (*Eichhornia* sp.) (Skala Laboratorium). *Journal Of Maquares*. Universitas Diponegoro. 2(4) :46-52.
- Kalay, A., A. Sesa, A. Siregar. 2019. Efek Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Populasi Mikroba dan Ketersediaan Unsur Hara Makro pada Tanah Entisol. *Agrologia*. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. 8 (2). 63-70.
- Khair. H., F. Hariani., M. Rusnadi. 2018. Pengaruh Aplikasi dan Interval Pemberian Monosodium Glutamat (MSG) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobrona Cacao* L.) *Jurnal Agrium*. 21(2) : 195-201.
- Manuhuttu, A, P., H. Rehatta, J.J.G. Kailola. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Biobost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Agrologia* 3(1) : 18-27.
- Martina, D., R. Hastuti dan D. S. Widodo. 2016. Peran Adsorben Selulosa Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan Polivinil Alkohol (PVA) untuk Penyerapan Ion Logam Timbal (Pb2+). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*. Vol. 19(3): 77–82.
- Melati, M., A. Asiah., D. Risnawati. 2008. Aplikasi Pupuk Organik dan Residunya

- Untuk Produksi Kedelai Panen Muda. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 36(3) : 204-213.
- Mukrin, Yusran, dan B. Toknok. 2019. Populasi Fungi Dan Bakteri Tanah Pada Lahan Agroforestri Dan Kebun Campuran Di Ngata Katuva Dongi-Dongi Kecamatan Palopo Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah. *Forest Saint*, 16(2) : 77-84.
- Muharam., A. Lestari., Solahudin. 2020. Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Menjadi Pupuk Organik Sebagai Suatu Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Dan Pengembangan Ekonomi Budaya Kembang KOL (*Brassica oleracea* L.) Di Kecamatan Rawamerta Kabupaten Karawang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Singaperbangsa Karawang*. 5(1). 45-49. ISSN 2622-4682.
- Mursiana, N. Aidawati, D.E. Andriani., 2021. Kemampuan *Pseudomonas* Kelompok *Fluorescens* Dalam Meningkatkan Ketahanan Terhadap Infeksi Virus Keriting Kuning Serta Memacu Pertumbuhan Tanaman Cabai Besar. *Enviro Scienteeae*. Universitas Lambung Mangkurat. 17(3). 47-60: ISSN 2302-3708.
- Novianto, I. Effendy., Aminurohman. 2020. Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Terhadap Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi Sabut Kelapa. *Jurnal Agroteknika*. 3(1) : 35-41.
- Nurmalasari, A. Oedjijono. Lestari, S. 2020. Isolasi Dan Uji Resistensi Bakteri Endofit *Eceng Gondok* (*Eichhornia crassipes Mart*) Terhadap Krom Secara In-Vitro. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. Universitas Jendral Soedirman. 2(2). 266-272.
- Nuryani, E., G. Haryono, dan Historiawati. 2019. Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian Pupuk P terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Tipe Tegak. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*. 4(1): 14-17.
- Panunggul, V.B., Suwali, C.B.K. Sampurno. 2023. Respon Pemberian Pupuk P dan Pupuk Provbio Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai. *Perwira Journal of Sains And Engineering (PJSE)*. Universitas Perwira Purbalingga. 3(1). 15-19: ISSN 2775-8486.
- Ridwan, M. 2019. Uji Efektivitas Jenis Media Tanam Dan Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kembang Kol (*Brassica rapa* L. Var *botrytis sub. Varcauliflora* DC) VAR. MONA F1 Pada Hidroponik Sistem Fertigasi). *Skripsi*. Universitas Singaperbangsa Karawang.
- Sa'adah, N. 2018. Pembiakan *Khamir Saccharomyces cerevisiae* Dan Uji Antagonis Terhadap *Gloeosporium sp.* Penyebab Penyakit Busuk Buah Pada Apel. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Sari, M.N., Sudarsono, Darmawan. 2017. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor Pada Tanah-Tanah Kaya Al Dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*. Fakultas Pertanian IPB. 1(1): 65-71.
- Sitorus, U.K.P., B. Siagian., N. Rahmawati. 2014. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Terhadap Pemberian Abu Boiler dan Pupuk Urea Pada Media Pembibitan. *Jurnal online agroteknologi*. 2(3): 1021-1029.
- Soepardjono, S., A. Syamsunihar. 2012. Respon Aplikasi Pupuk Daun Dan Bakteri *Synechococcus* sp. Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Minyak Nilam. *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. Ambang Batas Kandungan Logam Pada Tanah.
- Sudaryono. 2010. Pengaruh Pupuk Hayati Dan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Terhadap Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Pada Lahan Berpasir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Jakarta. 11(2). 271-281. ISSN 1441-318X.
- Sudrajat, D., N. Mulyana, R. Haryani. 2018. Identifikasi *Phanerochaete chrysosporium* Yang Diiradiasi Sinar Gamma dengan Marka RAPD. *Journal for The Applications of Isotopes and Radiation*. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. 14(1). ISSN: 2527-6433).
- Sukmadewi. D.K.T., I. Anas., R. Widyawati. 2019. Peningkatan Kemampuan Mikroba Pelarut Fosfat dan Kalium Melalui Teknik Mutasi Iradiasi Gamma. *Journal for The Applications of Isotopes and Radiation*. Universitas Pertanian Bogor. 15(2): ISSN 2527-6433.
- Suryani, A.I. 2012. Mikroba Pengikat Nitrogen. Online. www.adeimasuryani.blogspot.com/.../. Diakses tanggal 8 September 2014.

Tobing, S., N.R. Mubarik., Triadiati. 2014. Aplikasi Bradyhizobium japonicum Dan Aeromonas salmonicida Pada Penanaman Kedelai Di Tanah Asam Dalam Percobaan Rumah Kaca.

Jurnal Biotik. Institut Pertanian Bogor. 2(1) : 1-76.

Zubaidah, Y., R. Munir. 2007. Aktifitas Pemupukan Fosfor (P) Pada Lahan Sawah Dengan Kandungan P Sedang. *Jurnal Solum*. 4(1) : 1-4.