

Pengaruh Hasil Metabolit Sekunder PSB (Photosynthetic Bacteria) terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Effect of PSB Secondary Metabolite (Photosynthetic Bacteria) on The Growth Yield Pakcoy (brassica rapa l.)

Ranti Prima Ilahi^{1*}, Gusnidar², Mimien Harianti³, M Aknil Sefano⁴

^{1,2,3,4}Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas
Jl. Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang 25175, Indonesia

*Corresponding author: rantiprimailahii@gmail.com

ABSTRAK

Bakteri Fotosintetik (PSB) menghasilkan beberapa metabolit diantaranya Asam Amino, zat bioaktif, Oksigen, Karbon Dioksida. Zat bioaktif dalam PSB merupakan hasil metabolit sekunder dari bakteri fotosintesis salah satunya fitohormon. Peran fitohormon seperti Auksin (IAA), Giberelin, dan Sitokin pada proses fisiologis, mengatur masa dormansi perkecambahan biji, pembentukan akar, pematangan, serta pembentukan percabangan tanaman, seperti tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh metabolit PSB (*Photosynthetic Bacteria*) dari sumber protein hewani terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Penelitian dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada 15 Agustus hingga 25 September 2024 menggunakan bahan: tanah ordo Regosol, PSB dari sumber protein hewani, dan tanaman pakcoy. Tanah diambil di Nagari Korong Tiram Kecamatan Ulakan Tapakis, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) (36 satuan percobaan) dengan perlakuan yaitu (1) PSB telur ayam ras; (2) PSB telur ayam kampung; (3) PSB telur bebek; (4) PSB telur keong mas; dan (5) PSB daging ikan nila. Parameter penelitian yaitu hasil metabolit PSB: IAA, Giberelin, dan Sitokinin (pengukuran secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer, metode kalorimetri), dan Nitrogen (Kjeldhal), Fosfor, dan Kalium, (ekstrak HNO₃). Produksi tanaman meliputi pertumbuhan vegetatif dan generatif. Indikator vegetatif adalah tinggi tanaman, dan jumlah daun, biomasa pakcoy segar dan bobot kering setelah panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PSB telur ayam ras menghasilkan IAA, Giberelin dan Sitokinin paling tinggi. Unsur hara N, P, K tertinggi yaitu pada PSB daging ikan nila. Pengaplikasian PSB daging ikan nila merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy seperti: tinggi tanaman, jumlah helai daun, bobot segar tanaman, dan bobot kering tanaman.

Kata Kunci: Bakteri Fotosintetik, Metabolit Sekunder, Pertumbuhan Pakcoy, Protein Hewani

ABSTRACT

Photosynthetic bacteria (PSB) produce metabolites that include amino acids, bioactive substances, oxygen, carbon dioxide. Bioactive substances in PSB such as phytohormones Auxin (IAA), Gibberellin, and Cytokinin play a role in physiological processes, regulating the dormancy period of seed germination, root formation, and the formation of plant branching, such as in pakcoy plants (Brassica rapa L.). The research was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Andalas University on August 15 to September 25, 2024 using regosol soil, animal protein source PSB, and pakcoy plants. The soil was taken in Nagari Korong Tiram Ulakan Tapakis district, Padang Pariaman Regency, West Sumatra. This study used a factorial completely randomized design (FCRD) (36 experiment units), with experiment namely: (1) PSB of broiler eggs; (2) PSB of native chicken eggs; (3) PSB of duck eggs; (4) PSB of goldfish eggs; and (5) PSB of tilapia meat. Research parameters of PSB metabolites: IAA, Gibberellin, and Cytokinin (quantitative using spectrophotometer, calorimetry method), Nitrogen (Kjeldhal), Phosphor, and Potassium (HNO₃ extract). Plant production includes plant height, number of leaves, fresh biomass of pakcoy and dry weight after harvest. The results showed that PSB of broiler eggs produced the highest IAA, Gibberellin

and Cytokinin. Nutrients N, P, K were highest in tilapia meat PSB. Tilapia meat PSB application is the best treatment in increasing pakcoy plant growth such as: plant height, number of leaves, plant fresh weight, and plant dry weight.

Keywords: Animal protein, Pakcoy growth, Photosynthetic bacteria, Secondary metabolites

Pendahuluan

Bakteri fotosintetik atau Photosynthetic Bacteria (PSB) merupakan bakteri yang dapat berfotosintesis menggunakan pigmen bakterioklorofil dan karoten yang memproduksi pigmen warna merah, hijau, hingga ungu untuk menangkap energi matahari sebagai bahan bakar fotosintesis (konversi cahaya matahari menjadi ATP) Rangkuti *et al.*, (2022). Bakteri fotosintetik terbagi atas bakteri oksigenik dan anoksigenik (Idi *et al.*, 2015). Bakteri fotosintesis anoksigenik dibagi menjadi dua yaitu bakteri hijau dan bakteri ungu. Bakteri ungu terdiri dari tiga family yaitu: *Chromatiaceae* (bakteri ungu sulfur), *Ectothiorodospirillaceae*, *Rhodospirillaceae*, *Rhodobacter spp*, *Rhodopspeodomonas* (bakteri ungu non sulfur) (Holguin *et al.*, 2001). Sedangkan bakteri hijau terdiri dari dua family, yaitu *Chlorobiaceae* (bakteri hijau sulfur) dan *Chloroflexaceae* (bakteri hijau berfilamen multiseluler). Bakteri ini dapat mengubah bahan organik menjadi asam amino atau zat bioaktif dengan bantuan sinar matahari dan sangat bermanfaat bagi pertanian seperti kemampuan fiksasi N₂ biologis, menambahkan gas Hidrogen Sulfida di dalam tanah dari proses dekomposisi bahan organik (Pechter *et al.*, 2015), mempercepat pertumbuhan tanaman, sumber mineral dari Asam Amino pada PSB, akan meningkatkan pertumbuhan akar, mengurangi biaya penggunaan pupuk kimia, serta memperkuat tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Kumar *et al.*, 2021).

Bakteri Fotosintetik (PSB) menghasilkan beberapa metabolit sekunder diantaranya Asam Amino, zat bioaktif, Oksigen, Karbon Dioksida. Zat bioaktif dalam PSB berupa hasil metabolit sekunder salah satunya fitohormon. Fitohormon merupakan zat pengatur tumbuh tanaman, yang membantu dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Astriani dan Hidayah, 2018). Fitohormon dapat berasal dari tanaman itu sendiri maupun hasil dari metabolisme mikroorganisme seperti bakteri. Astriani *et al.*, (2014), menyebutkan fitohormon berperan penting dalam pengaturan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Peran fitohormon seperti Auksin (IAA), Giberelin, dan Sitokin pada proses fisiologis beragam, termasuk mengatur masa dormansi dan perkecambahan biji, pembentukan akar, pemotongan, serta pembentukan percabangan pada tanaman (Asra *et al.*, 2020), seperti tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

Penggunaan pupuk sintetis secara berkelanjutan dalam meningkatkan produksi pakcoy akan menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti terjadinya kontaminasi nitrat dalam air tanah, menimbulkan residu fosfor pada permukaan tanah, serta eutrofikasi ekosistem di dalam tanah (Carpenter, 2005). Dalam beberapa tahun terakhir, pencarian produk alami, tidak beracun, dan aman bagi pertumbuhan tanaman serta berdampak baik pada lingkungan menjadi trend dalam meningkatkan pertanian berkelanjutan. Salah satunya dengan mengaplikasikan bakteri fotosintetik pada tanah maupun tanaman.

Bakteri fotosintesis memiliki peranan sebagai biofertilizer, biostimulan, dan biocontrol (Lee *et al.*, 2021), sebagai biofertilizer dapat memfiksasi N₂ di atmosfer menjadi NH₄⁺ (Franche *et al.*, 2009), sebagai biostimulan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dan menstimulasi akar untuk meningkatkan penyerapan unsur hara, menghasilkan metabolit sekunder seperti IAA (*Indole Acetate Acid*) yang dapat merangsang akar agar lebih efisien dalam penerapan unsur hara di dalam tanah, serta PSB dapat berinteraksi dengan mikroba lain di dalam tanah sehingga akan menjaga kualitas kesuburan tanah (Lee *et al.*, 2021), serta sebagai biocontrol dapat mengurangi stress pada tanaman inang dan mengurangi patogen pada tanaman. Brahmana *et al.*, (2022) menjelaskan bahwa, penggunaan PSB sudah dilakukan oleh petani, disebabkan bahan dasar PSB yang mudah ditemukan, harga yang relatif murah, serta cara pembuatan yang mudah. Menjadikan PSB salah satu pupuk alternatif yang digunakan dalam meningkatkan kualitas tanaman. Menurut penelitian Tambunan (2023), pengaplikasian PSB pada daun tanaman caisim dapat meningkatkan kualitas tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun. Penggunaan PSB pada tanah dan penyemprotan pada daun telah terbukti dapat meningkatkan respon tanaman seperti pakcoy, bayam, stevia dan selada (Lee *et al.*, 2021). Selain meningkatkan kuantitas dan kualitas tanaman sayuran, pemberian PSB juga memberikan efek positif terhadap buah. Lee *et al.*, (2009) melaporkan bahwa pengaplikasian PSB inokulasi *Rhodospseudomonas*

dapat meningkatkan pembentukan buah, berat buah, dan kandungan likopen pada tanaman tomat. Selanjutnya Li (2017) melaporkan penyemprotan PSB pada bibit melon meningkatkan kadar sukrosa, gula larut, dan prolin hingga 40%. Penggunaan PSB juga dilakukan oleh Ge *et al.*, (2017), pengaplikasian PSB pada mentimun dengan strain *Rhodoseudomonas palustris* dapat mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh cadmium dan stress garam dan juga dapat meningkatkan sifat agronomi dan aktivitas oksigen reaktif pada tanaman. Namun demikian, penelitian mengenai hasil metabolit sekunder dari PSB dan pengaruhnya terhadap tanaman pakcoy masih perlu diteliti lebih lanjut. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh metabolit PSB (*Photosyntethic Bacteria*) yang berasal dari sumber protein hewani terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian dan Penyiapan PSB dari protein hewani

Penelitian ini merupakan percobaan pot menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL Faktorial) 2×6 dengan 3 ulangan, sehingga diperoleh 36 satuan percobaan disajikan pada Tabel 1. Faktor A adalah pemberian dolomit dengan dosis 3 ton/ha (Prihantoro *et al.*, 2023) setara dengan (5g/2kg tanah) dan pupuk kandang 5 ton/ha (Shafira, 2022) setara dengan (3g/2kg tanah) pada Regosol, yang dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada 15 Agustus 2024 hingga 25 September 2024 dengan menggunakan bahan berupa tanah dari ordo Regosol, PSB dari sumber protein hewani (telur ayam ras, telur ayam kampung, telur bebek, telur keong mas, dan daging ikan nila), dan tanaman pakcoy. Tanah diambil di Nagari Korong Tiram Kecamatan Ulakan Tapakis, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan tanah.

Photosyntethic Bacteria (PSB) diproduksi dengan menggunakan Baiting Methode (Brahmana *et al.*, 2022). Bahan dasar pembuatan PSB yaitu dari 5 jenis protein yang berbeda (telur ayam ras, telur ayam kampung, telur bebek, telur keong mas, dan daging ikan nila). Perlakuan untuk pembuatan PSB yaitu berat yang sama untuk masing-masing protein (72,26 g), selanjutnya ditambahkan air kolam 4,5 L, dan ditambah 8 gram MSG. Bahan dasar kemudian diaduk secara merata dan dimasukkan ke dalam botol mineral bekas. Selanjutnya dilakukan fermentasi pada suhu 25-30°C selama 40 hari dengan diletakkan di bawah sinar matahari langsung sampai terjadi perubahan warna pada PSB keruh kecoklatan sampai bewarna merah tua seperti pada (Gambar 1).



Gambar 1. Pengamatan PSB setelah 40 hari fermentasi

Keterangan: (a) PSB telur bebek; (b) PSB telur ayam kampung; (c) PSB telur ayam ras; (d) PSB telur keong mas; (e) PSB daging ikan nila

Pelaksanaan Percobaan dan Perawatan tanaman

Tanah dianalisis kadar airnya (KKA) untuk menghitung berat tanah pada kondisi kering mutlak. Wadah yang digunakan pada percobaan ini polybag berdiameter 15 cm. Polybag diisi tanah sebanyak 2 kg setara berat kering mutlak (BKM). Tanah di campur dengan pupuk kandang ayam (faktor A1) dan pupuk kandang ayam ditambah dolomit (faktor A2) dengan dosis 5 ton/ha untuk pupuk kandang ayam dan 3 ton/ha untuk dosis dolomit. Terdapat enam perlakuan (B1) = tanpa PSB, (B2) = PSB dari telur ayam ras, (B3) = PSB dari telur ayam kampung, (B4) = PSB dari telur bebek, (B5) = PSB dari telur keong mas, dan (B6) = PSB dari daging ikan nila, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan PSB pada Tanaman Pakcoy

Faktor A (ton/ha)	Ulangan	Faktor B					
		B0	B1	B2	B3	B4	B5
Pupuk kandang (A1)	1	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5
	2	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5
	3	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5
Pupuk kandang + Dolomit (A2)	1	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5
	2	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5
	3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5

Keterangan: B0= Kontrol; B1= PSB telur ayam ras; B2= PSB telur ayam kampung; B3= PSB telur bebek; B4= PSB; telur keong mas; B5= PSB ikan nila

Tanah dalam setiap polybag yang dicampur pupuk kandang dan dolomit disiram sampai kapasitas lapang, kemudian diinkubasi tertutup selama 15 hari. Dilakukan penyemaian benih pakcoy pada media tanah dan pupuk kandang ayam perbandingan 1:1. Bibit yang berumur 1 minggu di pindahkan pada polybag sesuai dengan perlakuan (Tabel 1). Pada saat bibit berumur satu minggu setelah tanam (7 HST), diaplikasikan PSB sesuai dengan perlakuan dengan dosis masing-masing PSB 20 ml/ L (20 ml PSB dalam 1 Liter air), dan diaplikasikan sebanyak 50 ml PSB untuk masing-masing perlakuan dengan cara disemprotkan pada tanaman pakcoy dan 50 ml pada tanha setiap satu kali satu minggu (4 kali penyemprotan) hingga pakcoy berumur 30 HST. Perawatan lain yang dilakukan dengan penyiraman setiap pagi, serta pengendalian hama secara manual (mengambil dan membuang hama yang hinggap pada pakcoy).

Parameter

Parameter hasil metabolit PSB fitohormon berupa IAA, Giberelin, dan Sitokinin (pengukuran secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer, dengan metode kalorimetri), dan parameter unsur hara Nitrogen (menggunakan metode Kjeldhal), Fospor, dan Kalium, (menggunakan metode ekstrak HNO₃). Sampel PSB dianalisis di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Parameter produksi tanaman meliputi pertumbuhan vegetatif dan generatif. Indikator vegetatif adalah tinggi tanaman, dan jumlah daun, sedangkan indikator pertumbuhan generatif yaitu biomasa pakcoy segar dan bobot kering setelah panen.

Analisis data

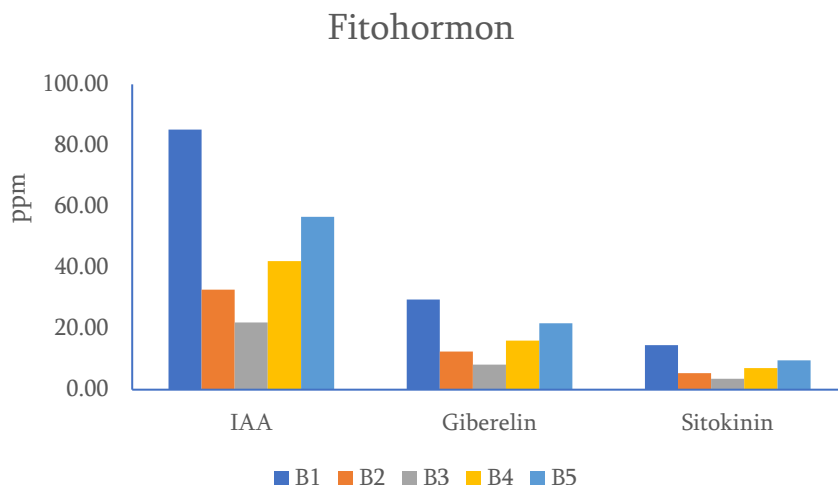
Data yang dikumpulkan dari analisis tanaman, baik di rumah kaca maupun di laboratorium, diinput ke exel, kemudian dianalisis menggunakan aplikasi statistik SmartstatXL dengan uji lanjut Tukey (BNJ) taraf 5%. Data yang diperoleh disajikan dalam Grafik dan Tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Metabolit PSB (*Photosyintethic Bacteria*)

Hasil metabolit PSB berupa fitohormon IAA, Giberelin, dan Sitokinin memiliki kisaran nilai yang berbeda-beda pada masing-masing PSB. Dilihat dari (Gambar 2), metabolit yang di hasilkan oleh PSB yang paling tinggi yaitu fitohormon IAA, kemudian Giberelin dan yang paling sedikit yaitu Sitokinin. Fitohormon IAA yang paling tinggi yaitu pada PSB dengan bahan dasar telur ayam ras (B1) sebesar 85,20 ppm, PSB daging ikan nila 56,60 ppm (B5), PSB telur keong mas sebesar 42,10 ppm (B4), PSB telur ayam kampung 32,80 ppm (B2), dan PSB dengan bahan dasar telur bebek 22,00 ppm (B3). Hal ini diduga bakteri yang terdapat pada PSB telur ayam ras mampu menghasilkan fitohormon IAA lebih tinggi, karena beberapa alasan diantaranya kandungan nutrisi yang mendukung perkembangan mikroba dalam PSB, telur ayam ras kaya akan protein, asam amino, vitamin, dan mineral (Wulandari dan Arief, 2022), yang diperlukan PSB untuk berkembang biakan dan memproduksi fitohormon seperti IAA. Pemberian pakan pada ayam ras petelur yang memiliki kandungan kalsium yang tinggi salah satunya yaitu batu kapur. Walk *et al.*, (2012) menyatakan bahwa kalsium karbonat, dalam bentuk batu kapur,

menjadi sumber kalsium yang paling sering digunakan dalam pakan unggas seperti ayam ras, sekitar 80% larut dan dapat diserap dalam media asam saluran pencernaan. Di dalam penelitian Rushafarani *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa, pemberian pakan yang memiliki kandungan Ca yang tinggi seperti batu kapur, akan meningkatkan pH pada *gizzard* (ampela ayam), dan juga akan mempengaruhi telur yang dihasilkan oleh ayam ras petelur. Ilahi (2024), melaporkan bahwa pH PSB telur ayam ras berkisar 8,94 unit, merupakan pH tertinggi diantara PSB telur ayam kampung, PSB telur telur bebek, PSB telur keong mas, dan PSB daging ikan nila. Agustian *et al.*, (2010) menyatakan bahwa semakin meningkatnya nilai pH akan meningkatkan konsentrasi IAA yang dihasilkan bakteri.



Gambar 2. Kandungan IAA, Gibberelin, dan Sitokinin pada PSB

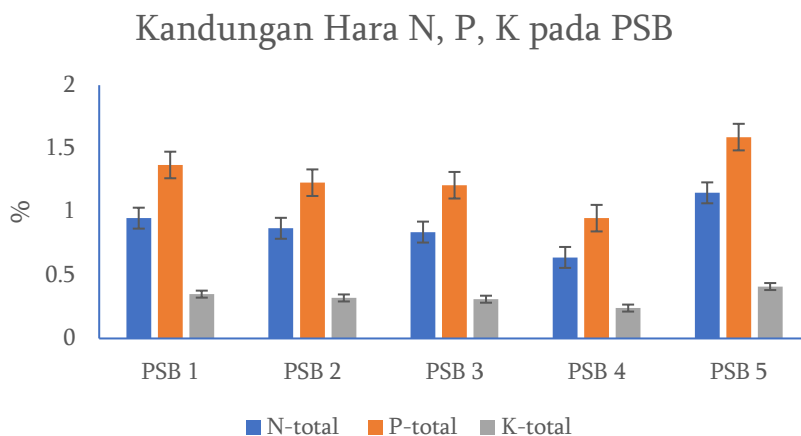
Hasil fitohormon Gibberelin (Gambar 2), pada masing-masing PSB yaitu PSB telur ayam ras 29,52 ppm (B1), PSB telur ayam kampung 12,48 ppm (B2), PSB telur bebek 8,20 ppm (B3), PSB telur keong mas 16,08 ppm (B4), dan PSB daging ikan nila 21,76 ppm (B5). Gibberelin memainkan peran penting dalam hampir setiap aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk pemanjangan sel, perluasan daun, penuaan daun, perkecambahan biji, dan pembentukan pucuk daun (Ritonga *et al.*, 2023). Hasil Sitokinin menunjukkan nilai PSB telur ayam ras 14,56 ppm (B1), PSB telur ayam kampung 12,48 ppm (B2), PSB telur bebek 3,56 ppm (B3), PSB telur keong mas 7,08 ppm (B4), dan PSB daging ikan nila 9,56 ppm (B5).

Kandungan IAA (*Indole Acetic Acid*) cenderung lebih tinggi (Gambar 2), dibandingkan dengan hormon lain seperti Gibberelin dan Sitokinin, disebabkan IAA merupakan bentuk Auksin utama yang berperan langsung dalam pengaturan pertumbuhan sel, pembelahan, dan pemanjangan sel pada tanaman (Advinda *et al.*, 2018). Fungsinya yang sangat mendasar dalam merangsang pertumbuhan dan diferensiasi, banyak mikroorganisme penghasil fitohormon (Ardiana dan Linda, 2022), seperti bakteri fotosintetik (PSB), lebih mengutamakan untuk memproduksi IAA. Menurut Woodward *et al.*, (2005), jalur biosintesis IAA lebih sederhana dan efisien dari pada jalur produksi Gibberelin dan Sitokinin yang lebih kompleks dan jalur metabolik yang lebih rumit (Cerezo *et al.*, 2018), sehingga membatasi jumlah yang diproduksi secara alami. Secara keseluruhan perbedaan konsentrasi ini disebabkan oleh kombinasi faktor biokimia dan ekofisiologis, jalur produksi IAA lebih mudah diakses dan lebih sering dioptimalkan oleh mikroorganisme dibandingkan jalur untuk produksi Gibberelin dan Sitokinin.

Unsur Hara N, P, K pada PSB

Hasil kandungan hara N, P, dan K pada masing-masing PSB disajikan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa kandungan unsur hara N, P, K pada masing-masing PSB menunjukkan perbedaan nilai. Hal ini disebabkan perbedaan kandungan protein dari PSB yang disebabkan oleh perbedaan jenis pakan, dan habitat hidup hewan penghasil proteinnya. Sesuai dengan pendapat Nirmala (2013) perbedaan kandungan protein suatu organisme dapat ditinjau dari habitat hidupnya, serta keadaan fisiologi yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan protein dari suatu organisme. Dengan nilai N, P, dan K dari yang tertinggi ke terendah yaitu pada PSB daging ikan nila, PSB telur ayam ras, PSB telur ayam kampung, PSB telur bebek, dan terendah pada PSB telur keong mas.

Tinggi rendahnya nilai N, P, dan K pada PSB ini, dikarenakan kandungan nilai protein yang berbeda. Pada PSB dengan bahan dasar daging ikan nila memiliki nilai N, P, K yang lebih tinggi dikarenakan kandungan proteinnya juga lebih tinggi dari pada bahan dasar lainnya berkisar 16% menurut penelitian Mantondang (2022). Penambahan bahan yang mengandung protein dan gula yang lebih tinggi sebagai sumber energi bagi mikroorganismenya akan meningkatkan kandungan hara, terutama nitrogen (Ernawati *et al.*, 2019). Protein akan mengalami proses nitrifikasi oleh mikroorganismenya merubah ammonium menjadi nitrit, dan berakhir menjadi nitrat.



Gambar 3. Kadar hara N, P, dan K pada PSB

Keterangan: PSB 1 = PSB telur ayam ras; PSB 2 = PSB telur ayam kampung; PSB 3 = PSB telur bebek; PSB 4 = PSB telur keong mas; dan PSB 5 = PSB daging ikan nila

Jumlah nilai N, P dan K atau jumlah hara makro (2 - 6 %) sudah memenuhi SNI/2019, kecuali pada PSB telur keong mas. Dengan jumlah N, P, dan K pada masing-masing PSB yaitu, PSB telur ayam ras 2,68%, PSB telur ayam kampung 2,42%, PSB telur bebek 2,36%, PSB telur keong mas 1,83%, dan PSB daging ikan nila 3,15%. Nilai tertinggi pada PSB dengan bahan dasar daging ikan nila. Pembuatan PSB dengan bahan dasar ikan nila merupakan bahan terbaik dalam pembuatan PSB, disebabkan menghasilkan unsur hara N, P, K yang lebih tinggi.

Produksi Tanaman

Tinggi Tanaman Dan Jumlah Helai Daun Pakcoy

Produksi tanaman pakcoy pada Gambar 3, menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara input pupuk kandang, dolomit pengaplikasian PSB dengan lima jenis protein yang berbeda, namun terdapat pengaruh utama dari input pupuk kandang, dolomit dan penambahan PSB dari lima jenis protein yang berbeda (Tabel 2). Nilai rata-rata tinggi tanaman pakcoy (Gambar 3a) pada masing-masing perlakuan berbeda nyata terhadap kontrol, kecuali pada penambahan PSB telur ayam kampung (B2) dan telur bebek (B3). Selanjutnya antara perlakuan PSB telur ayam ras (B1) dan PSB telur keong mas (B4) berbeda tidak nyata, hal ini ditandai penambahan PSB telur ayam ras dan PSB telur keong mas sesuai pada, meningkatkan tinggi tanaman pakcoy dengan jumlah angka yang relatif sama. Penambahan PSB daging ikan nila (B5) merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan tinggi pada tanaman pakcoy (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh kandungan hara N, P, dan K pada PSB daging ikan nila lebih tinggi dari pada PSB lainnya (Gambar 3), sehingga kebutuhan hara tanaman pakcoy lebih tercukupi pada penambahan PSB daging ikan nila. Oleh karena itu penambahan PSB daging ikan nila lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy, salah satunya meningkatkan tinggi tanaman pakcoy.

Dapat dilihat perbedaan tinggi tanaman pada masing-masing perlakuan (Tabel 2). Penambahan tinggi tanaman yang paling signifikan yaitu pada perlakuan (B5) PSB daging ikan nila, dengan penambahan rata-rata tinggi tanaman yaitu 3,74 cm, diikuti oleh perlakuan (B1) PSB telur ayam ras dengan penambahan tinggi sebesar 2,4 cm, selanjutnya pada perlakuan (B4) PSB telur keong mas 1,74 cm, perlakuan (B2) PSB telur ayam kampung 1,73 cm, dan paling kecil pada perlakuan (B3) PSB telur bebek sebesar 1,1 cm. Penambahan tinggi tanaman pakcoy ini disebabkan oleh adanya penambahan PSB yang memiliki kandungan Fitohormon (Gambar 2). Fitohormon memiliki peranan penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman seperti Auksin, Giberelin, dan Sitokinin. Sesuai pada (Gambar 2),

bahwa adanya kandungan fitohormon IAA, Giberelin, dan Sitokinin pada masing-masing PSB akan merangsang pertumbuhan tanaman pakcoy, seperti dari segi tinggi tanaman. Lee *et al.*, (2021), menjelaskan bahwa penambahan PSB melalui semprotan pada daun atau aplikasi pada tanah secara signifikan meningkatkan respon pertumbuhan tanaman sayuran, seperti pakcoy (*Brassica rapa* L).

Tabel 2. Pengamatan Tinggi Tanaman Pakcoy 30 HST

Faktor	Tinggi Tanaman Pakcoy 30 HST (cm)						Rata-rata
	B0	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	12,43	13,80	13,07	12,97	13,17	15,30	13,56 b
A2	12,63	15,50	14,90	13,35	13,99	16,00	14,60 a
Rata-rata	12,25 C	14,65 B	13,98 BC	13,35 BC	13,99 B	15,99 A	

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama dan huruf besar pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR taraf 5 %; A1= Pupuk kandang; A2= Pupuk kandang+dolomit; B0= Kontrol; B1= PSB telur ayam ras; B2= PSB telur ayam kampung; B3= PSB telur bebek; B4= PSB; telur keong mas; B5= PSB daging ikan nila

Pada input pupuk kandang, dolomit dan penambahan PSB memiliki interaksi terhadap peningkatan jumlah helai daun pakcoy (Tabel 3). Dengan penambahan jumlah daun yang paling signifikan yaitu pada perlakuan (B5) PSB daging ikan nila. Peningkatan jumlah helai daun disebabkan oleh pemberian PSB dengan kandungan fitohormon sehingga memacu pertumbuhan tunas baru pada tanaman. Selain dari kandungan fitohormon (Gambar 2), kandungan unsur hara seperti N, P, K pada PSB (Gambar 3), dapat membantu tanaman pakcoy dalam penumbuhan tunas baru, sehingga jumlah helai daun pada saat panen meningkat.

Tabel 3. Pengamatan Jumlah Helai Daun Pakcoy 30 HST

Faktor	Jumlah Helai Daun Tanaman Pakcoy 30 HST (lembar)					
	B0	B1	B2	B3	B4	B5
A1	9,07b C	10,33b B	10,33b B	10,67a A	11,00a A	11,67b A
A2	10,07a C	12,67a AB	11,63a BC	11,00a BC	12,00a B	13,67a A

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama dan huruf besar pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR taraf 5 %; A1= Pupuk kandang; A2= Pupuk kandang+dolomit; B0= Kontrol; B1= PSB telur ayam ras; B2= PSB telur ayam kampung; B3= PSB telur bebek; B4= PSB; telur keong mas; B5= PSB daging ikan nila

Perlakuan yang diinkubasi menggunakan pupuk kandang dan dolomit dengan penambahan PSB (Tabel 3) lebih efektif dalam meningkatkan jumlah helai daun pada pakcoy dengan peningkatan tertinggi sebesar 4 helai pada perlakuan PSB daging ikan nila (B5). Pada tanah yang diinkubasi pupuk kandang ditambah dolomit perlakuan PSB telur ayam ras (B1) dan PSB daging ikan nila (B5) berbeda tidak nyata. Hal ini menandakan penambahan PSB telur ayam ras dan daging ikan nila berpengaruh relatif sama terhadap jumlah helai daun pakcoy. Sama halnya dengan perlakuan PSB telur ayam kampung, PSB telur bebek, dan PSB telur keong mas juga memiliki pengaruh yang sama terhadap jumlah helai daun pakcoy.

Jumlah helai daun pakcoy pada perlakuan B5 lebih tinggi dari pada perlakuan lainnya, hal ini disebabkan kandungan Nitrogen pada perlakuan B5 (Gambar 3) juga lebih tinggi, sehingga membantu mengoptimalkan pembentukan tunas baru pada tanaman pakcoy. Wulandari dan Evie (2023), menyebutkan jumlah helai daun tidak lepas dari kontribusi unsur nitrogen yang ada pada tanaman ketika fase vegetatif. Hal ini juga dipengaruhi kandungan IAA (*Indole Acetate Acid*) yang terdapat pada PSB akan mendukung proses pembentukan daun, perkembangan jaringan meristem bakal daun, serta meningkatkan pembelahan sel sehingga dapat membentuk jumlah daun lebih banyak. Selain itu, peran fisiologis auksin adalah menghambat peluruhan/perontokan daun, bunga, dan buah. Hal ini dikarenakan, auksin dapat bereaksi pada tanaman untuk menghasilkan inhibitor bagi senyawa-senyawa tertentu. Inhibitor yang terbentuk dapat berfungsi sebagai penghambat terbentuknya etilen.

Pembentukan etilen dalam jumlah besar pada tanaman yang sedang tumbuh akan merangsang terjadinya absisi (peluruhan, perontokan) dari berbagai macam organ tanaman. Auksin pada tanaman dengan dosis yang tepat diharapkan dapat menekan pembentukan etilen, sehingga dapat menghambat proses absisi (Asra *et al.*, 2020).

Penambahan Bakteri fotosintetik sebagai pupuk hayati akan meningkatkan ketersediaan nitrogen didalam tanah dengan cara fiksasi N₂ di atmosfer menjadi ammonium NH₄⁺, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen tanaman inang dan menstimulasi tanaman untuk menyerap lebih banyak nitrat dari tanah, bakteri fotosintetik akan berinteraksi dengan mikroba di dalam tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah sehingga meningkatkan perolehan unsur hara oleh tanaman, PSB menghasilkan metabolit sekunder seperti IAA sehingga mendorong pertumbuhan dan penyerapan hara oleh akar tanaman. Berdasarkan mekanisme tersebut penambahan PSB akan meningkatkan kualitas tanaman seperti tinggi tanaman dan meningkatkan tunas pada daun. Penyemprotan PSB pada daun dapat menghasilkan eksopolisakarida dan gen tanaman terkait patogenesis akan memicu resisten sistemik terinduksi (ISR) yang dapat meningkatkan ketebalan tanaman dan dapat mengendalikan patogen tanaman (Lee *et al.*, 2021), akan mencegah perontokan daun dan mencegah patogen tanaman sehingga kuantitas dan kualitas tanaman pakcoy tetap terjaga.

Bobot Segar dan Bobot Kering Tanaman pakcoy 30 HST

Selain mengukur tinggi dan jumlah daun tanaman pakcoy, pertumbuhan tanaman juga diindikasikan dengan bobot segar tanaman. Berdasarkan uji statistik Tukey (BNJ) taraf 5% pada input pupuk kandang, dolomit dan pemberian PSB dengan bahan dasar yang berbeda tidak berinteraksi terhadap bobot segar tanaman dan bobot kering tanaman pakcoy, namun memiliki pengaruh utama terhadap bobot segar dan bobot kering tanaman pakcoy (Tabel 4 dan 5). Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan adanya peningkatan nilai bobot segar tanaman pakcoy dari kontrol. Terjadi peningkatan rata-rata bobot segar tanaman pakcoy yang cukup tinggi (679%) dibandingkan dengan kontrol pada aplikasi PSB daging ikan nila (B5). Hal ini dipengaruhi oleh tinggi tanaman pakcoy dan jumlah helai daun yang lebih tinggi dari pada perlakuan lainnya sesuai pada (Tabel 3), sehingga bobot segar pakcoy pada perlakuan PSB daging ikan nila juga lebih tinggi. Oleh sebab itu, diduga pemberian PSB dengan bahan dasar daging ikan nila lebih efektif dalam meningkatkan bobot segar tanaman pakcoy. Selain kandungan fitohormon IAA pada PSB yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakcoy, fitohormon Giberelin dan Sitokinin juga meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy. D’Aloia *et al.*, (2011) menyatakan bahwa perkembangan kloroplast yang dipicu oleh adanya penambahan fitohormon sitokinin akan mengoptimalkan dukungan terhadap proses fotosintesis yang dapat meningkatkan hasil asimilat yang lebih optimal sehingga dapat mempengaruhi pertambahan ukuran sel tanaman, yang akan berdampak terhadap bobot basah atau bobot segar tanaman.

Tabel 4. Bobot Segar Tanaman Pakcoy

Faktor	Bobot Segar Tanaman Pakcoy (gram)						Rata-rata
	B0	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	9,95	14,21	11,55	11,12	10,38	15,18	12,06 b
A2	10,51	16,28	12,51	12,54	18,19	21,48	15,25 a
Rata-rata	10,23 B	15,29 A	12,03 B	11,83 B	14,29 A	18,33 A	

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama dan huruf besar pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5 %; A1= Pupuk kandang; A2= Pupuk kandang+dolomit; B0= Kontrol; B1= PSB telur ayam ras; B2= PSB telur ayam kampung; B3= PSB telur bebek; B4= PSB; telur keong mas; B5= PSB daging ikan nila

Berat kering tanaman (Tabel 5), merupakan bobot tanaman setelah di oven selama 1×24 jam pada suhu 70°C. Diketahui bahwa terjadi kehilangan kadar air tanaman pakcoy setelah di oven selama 1×24 jam hingga 85% dari bobot segarnya pada masing-masing perlakuan. Bobot kering merupakan hasil dari ikatan karbon akibat fotosintesis oleh tanaman. Punama *et al.*, (2021) menyatakan, Hasil berat kering merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis mengakibatkan peningkatan berat kering tanaman karena pengambilan CO₂ sedangkan respirasi mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran CO₂.

Tabel 5. Berat Kering Tanaman Pakcoy

Faktor	Bobot Kering Tanaman Pakcoy (gram)						Rata-rata
	B0	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	1,38	2,14	1,62	1,45	1,33	2,10	1,67 b
A2	1,54	2,40	1,73	1,72	2,48	2,87	2,12 a
Rata-rata	1,46 C	2,28 A	1,67 C	1,58 C	1,91 B	2,48 A	

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama dan huruf besar pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5 %; A1= Pupuk kandang; A2= Pupuk kandang+dolomit; B0= Kontrol; B1= PSB telur ayam ras; B2= PSB telur ayam kampung; B3= PSB telur bebek; B4= PSB; telur keong mas; B5= PSB daging ikan nila

Terjadi peningkatan bobot kering pakcoy dari kontrol (Tabel 5), dengan bobot kering tertinggi yaitu pada perlakuan B5 (PSB daging ikan nila). Hal ini disebabkan kandungan hara pada perlakuan B5 (Gambar 3) yang lebih tinggi. Ketersediaan hara yang baik dan diserap langsung oleh tanaman menyebabkan penambahan bobot kering tanaman. Tingginya berat kering tanaman disebabkan oleh ketersediaan air dan nutrisi tanaman menghasilkan fotosintesis maksimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Kesimpulan

Hasil metabolit sekunder dari PSB dengan lima jenis protein yang berbeda menghasilkan fitohormon IAA, Giberelin dan Sitokinin. Hasil fitohormon tertinggi yaitu pada PSB dengan bahan dasar telur ayam ras menghasilkan IAA 85,20 ppm, Giberelin 29,52 ppm, dan Sitokinin 14,56 ppm. Selain menghasilkan fitohormon, di dalam PSB juga memiliki kandungan unsur hara seperti N, P, dan K. Pada penelitian ini PSB dengan bahan dasar daging ikan nila memiliki kandungan unsur hara N, P, K terbaik dengan jumlah ($N+P_2O_5+K_2O$) 3,15%. Pemberian PSB mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy seperti tinggi tanaman, jumlah helai daun, bobot segar dan bobot kering. Penambahan PSB daging ikan nila (B5) merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy.

Daftar Pustaka

- Advinda I., M Fifendy & A Anhar. 2018. The Addition of Several Mineral Sources on Growing Media of Fluorescent Pseudomonad for the Biosynthesis of Hydrogen Cyanide. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 335 012016. DOI: 10.1088/1757-899X/335/1/012016.
- Ardiana, M., & L Advinda. 2022. Kemampuan pseudomonad fluorezen dalam Menghasilkan Indole Acetic Acid (IAA). *Jurnal Serambi Biologi*. 7 (1): 59-64. <https://doi.org/10.24036/srmb.v7i1.20>.
- Agustian., Nuriyani., Lusi M., & Oktanis E. (2010). Rizhobakteria Penghasil Fitohormon IAA pada Rhizosfer Tumbuhan Semak Karamunting, Titonia dan Tanaman Pangan. *Jurnal Solum*. 7(1): 49-60.
- Asra, R., RA., Samarlina, & M Silalahi. 2020. Hormon Tumbuhan. UKI Press: Jakarta. 176 hal. ISBN: 978-623-7256-45-8.
- Astriani, F., BL., F., & DZ. Seleksi Isolat Jamur dalam Menghasilkan Hormon IAA (Indole Acetic Acid) Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar. *Jom FMIPA*. 1 (2):1-11.
- Astriani, M., & H Murtiyaningsih. 2018. Pengukuran Indole-3-Acetic Acid (IAA) pada Bacillus sp. Dengan Penambahan L-Tryptofan. *BIOEDUSCIENCE*. 2 (2): 116-121. DOI: 10.29405/j.bes/22116-1212233.
- Brahmana, E. M., Dahlia., Jismi. M., Rena, L., Ria, K., Arief, A. P. 2022. Sosialisasi Pembuatan Bakteri Fotosintesis sebagai Penyubur Tanaman. *Institute of Research and Publication Indonesia*. 2 (2): 67-71. <https://doi.org/10.57152/consen.v2i2.463>.
- Carpenter, S.R. 2005. Eutrophication of aquatic ecosystems: bistability and soil phosphorus. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 102:10002–10005.
- Cerezo, S S., NNM., Montiel., JG., & Shanchez. 2018. Gibberellin biosynthesis and metabolism: A convergent route for plants, fungi, and bacteria. Elsevier: Microbiological Research. 208: 85-98. DOI: 10.1016/j.micres.2018.01.010.
- D'Aloia, M., Bonhomme, D., Bouché, F., Tamseddak, K., Ormenese, S., Torti, S., Coupland, G., & Périlleux, C. (2011). Cytokinin promotes flowering of Arabidopsis via transcriptional activation of the FT paralogue TSF. *Plant Journal*, 65(6), 972–979. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2011.04482.x.

- Ernawati., Rukmayanti & R Fadilah. 2019. Analisis Kualitas Nutrisi Pupuk Organik Cair (POC) Dari Bahan Baku Sayuran, Buah-Buahan Dan Ikan. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53:6-8.
- Franche, C., Kristina L., & Claudine E. 2009. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. *Plant and Soil*. 321(1): 35-39. DOI: 10.1007/s11104-008-9833-8.
- Ge, H., Liu Z & Zhang F. 2017. Effect of *Rhodospseudomonas palustris* G5 on seedling growth and some physiological and biochemical characteristics of cucumber under cadmium stress. *Emir. J. Food Agric*. 29: 816. DOI: 10.9755/ejfa.2017.v29.i11.1327
- Holguin, G., Patricia V., & Yoav B. 2001. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Biology and Fertility of Soils*. 33(4): 265-278. DOI: 10.1007/s003740000319.
- Idi, A., Muhammad HMN., Mohd FAW., & Zahara I. 2015. Photosynthetic bacteria: An eco-friendly and cheap tool for bioremediation. In *Veromental Science and Bio/Thecnology*. 271-285. DOI: 10.1007/s1157-014-9355-1.
- Ilahi, RP. 2024. Hasil Metabolit PSB (Photosyntethic Bacteria) dari Sumber Protein yang Berbeda dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) di Regosol yang Diberi Pupuk Kandang dan Dolomit. *Tesis*. Universitas Andalas.
- Kumar, S., S Diksha., S Sindhu., & R Kumar. 2021. Biofertilizers: an ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Curr. Res. Microb. Sci*. 3. DOI: 10.1016/J.CRMICR.2021.100094.
- Lee, KH., Koh RH & Song HG. 2009. Enhancement of growth and yield of tomato by *Rhodospseudomonas* sp. under greenhouse conditions. *Journal Microbiology*. 46: 641–646. DOI: 10.1007/s12275-008-0159-2
- Lee, SK., Huu SL & Chi TL. (2021). From Lab to Farm: Elucidating the Beneficial Roles of Photosynthetic Bacteriain Sustainable Agriculture. *Microorganisms*. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122453>
- Li, Y.-L. 2017. Effect of photosynthetic bacterial on growth melon seedlings in early spring. *N. Hortic*. 22, 76–79.
- Matondang, SE. 2022. Perbandingan Kadar Protein Ikan Air Tawar Dan Ikan Air Laut. *LAVOISIER: Chemistry Education Journal*.1(1): 9–16
- Nirmala, FF. 2013. Analisis Perbandingan Kadar Protein pada Telur Burung Momoa (*Eulipoa Wallace*) dan Telur Ayam Buras (*Gallus gallus domesticus*). *Jurnal Biology Science and Education*. 2 (1):29-36. DOI: <https://doi.org/10.33477/bs.v2i1.143>
- Pechter, KB., L arry G., Harley P., Colin SM., & Caroline SH. 2016. Essential genome of the metabolically versatile alphaproteobacterium *Rhodospseudomonas palustris*. *Journal of Bacteriology*. 198(5): 867-876. DOI: 10.1128/JB.00771-15.
- Purnama, A MS., M Mutakin & HH Nafiah. 2021. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) *Azolla pinnata* dan Jarak Tanam Terhadap Petumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea L.*). *Journal of Agrotechnologi and Science*. 6 (1): 65-77. DOI: 10.52434/jagros.v6i1.1621.
- Rangkuti, K., A Desi., & RK Bunga. 2022. Pembuatan Eco Enzyme dan Photosynthetic Bacteria (PSB) Sebagai Pupuk Booster Organik Tanaman. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm>. 6 (4): 3076-3087. DOI: 10.31764/jmm.v6i4.9381
- Ritonga, FN., D Zhou., Y Zhang., R Song., C Ling., J li., & J Gao. 2023. The Roles of Gibberellins in Regulating Leaf Development. *National Library of Medicine: plants*. 12 (6):1243. DOI: 10.3390/tanaman120611243.
- Rushafarani, Y, W., Sumiati., dan Nahrowi. 2023. Kecernaan Kalsium dan Fosfor, pH Gizzard, Kadar Air Ekstkreta dan Digesta Pada Ayam Petelur yang Diberi Ukuran Partikel Batu Kapur Berbeda dan Enzim Fitase. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 21(2): 130-136. DOI: 10.29244/jintp.21
- Tambunan, D A. 2023. *Pemanfaatan Photosynthetic Bacteria (Psb) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Caisim (Brassica Juncea L) Pada Ultisol*. E-Skripsi unand. 72 hal. <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/215312>.
- Walk C L, Bedford MR & Mcelroy AP. 2012. Influence of limestone and phytase on broiler performance, gastrointestinal pH, and apparent ileal nutrient digestibility. *Poultry Science* 91(6): 1371–1378. DOI: 10.3382/ps.2011-01928
- Woodward, W., Andrew., Bartel., & Bonnie. 2005. Auxin: Regulation, Action, and Interaction. Departement of Biochemistry and Cell Biology. Rice University USA. *Annals of Botany*. 95: 707-735. DOI: 10.1093/aob/mci083.
- Wulandari, Z., & II Arief. 2022. Riview: Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional dan Manfaat. *Journal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 10 (2): 62-68. DOI: <https://doi.org/10.29244/jipthp.10.2.62-68>.