

Identifikasi Mikroba Rizosfer Penghasil Hormon Pertumbuhan pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

(*Identification of Growth Hormone-Producing Rhizosphere Microbes on Rice Plant (Oryza sativa L.)*)

Andi Murniati[✉], Darma Tahir, Rahmawati Tahir

Yapi Bone College of Agricultural Sciences, Indonesia

[✉]Corresponding author email: andimatahari49@gmail.com

Article history: submitted: September 12, 2022; accepted: November 3, 2022; available online: November 30, 2022

Abstract. *The main problem that is often faced by farmers in Mare District on rice crops is pest attacks, diseases. One of the diseases that farmers often encounter is frond blight caused by the fungus *Rhizoctonia solani*. This study aims to determine the types of microbial rhizospheric bacteria in the rhizosphere and the types of bacteria that are able to produce the highest hormone in rice plants (*Oryza sativa* L.) in Mare District, Bone Regency. This research was carried out for 1 year in Mare District, Bone Regency and at the Plant Disease Laboratory of Hasanuddin University in Makassar. The sampling research stage was carried out in Mare District, Bone Regency by determining in advance the sampling distance at each location. Then take a sample of rhizosphere soil attached to the roots of rice plants as much as 10 g. The samples that have been taken are put into a plastic clip and labeled as a marker for each sample, Rhizosphere soil microbial isolation, purification is carried out to obtain a culture by moving one microbial colony that grows on a new GDP medium using cock bohrer and preparate needles, then population calculation and identification of rhizosphere microbes produce IAA qualitatively and quantitatively. The data analysis used is descriptive analysis using qualitative methods with the growth of microbes on the media and the identification results obtained during the observation. The results of this study obtained endophytic fungi have a high diversity that are able to produce growth-promoting hormones such as IAA and GA which have a significant influence on the growth of rice plants in Mare District*

Keywords: *growth; hormones; rhizospheric microbes; rice*

Abstrak. Permasalahan utama yang sering dihadapi oleh petani di Kecamatan Mare pada tanaman padi adalah serangan hama, penyakit. Salah satu penyakit yang sering petani temui adalah penyakit hawar pelepah yang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis bakteri filiosfer mikroba yang ada di rizosfer dan jenis bakteri yang mampu menghasilkan hormon tertinggi pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di Kecamatan Mare Kabupaten Bone. Penelitian ini dilaksanakan selama 1 tahun di Kecamatan Mare Kabupaten Bone dan di Laboratorium Penyakit Tanaman Universitas Hasanuddin di Makassar. Tahapan penelitian pengambilan sampel dilakukan di Kecamatan Mare, Kabupaten Bone dengan cara menentukan terlebih dahulu jarak pengambilan sampel pada setiap lokasi. Kemudian mengambil sampel tanah rizosfer yang menempel pada akar tanaman padi sebanyak 10 g. Sampel yang telah diambil dimasukkan kedalam *plastic clip* dan diberi label sebagai penanda setiap sampel, Isolasi mikroba tanah rizosfer, pemurnian dilakukan untuk memperoleh biakan dengan cara memindahkan satu koloni mikroba yang tumbuh pada media PDB baru dengan menggunakan cock bohrer dan jarum preparat, selanjutnya dilakukan perhitungan populasi dan identifikasi mikroba rizosfer menghasilkan IAA secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif menggunakan metode kualitatif dengan tumbuhnya mikroba pada media dan hasil identifikasi yang diperoleh selama pengamatan. Hasil penelitian ini diperoleh cendawan endofit memiliki keragaman yang tinggi yang mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan seperti IAA dan GA yang memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman padi di Kecamatan Mare.

Kata kunci: hormon; mikroba rizosfer; padi; pertumbuhan

PENDAHULUAN

Sulawesi selatan merupakan daerah dengan jumlah produksi padi paling tinggi di kawasan Indonesia Timur. Berdasarkan data BPS Sulawesi Selatan tahun 2019, total produksi padi Provinsi Sulawesi Selatan

sebesar 2.708.405 ton. Sedangkan jumlah produksi di Kabupaten Bone dalam kurun waktu antara tahun 2015 hingga 2019 mengalami fluktuatif. Produksi paling rendah terjadi pada tahun 2019 dengan jumlah total produksi sebanyak 763.000 ton. Sementara produksi padi paling tinggi

terjadi pada tahun 2017 dengan total produksi padi sebanyak 1.203.585 ton. (BPS, 2020). Adapun penyebab terjadinya penurunan jumlah produksi padi di Kabupaten Bone yaitu dimana kondisi tanah di setiap daerah yang ada di Kabupaten Bone mengalami bakteri dimana populasi mikroorganisme yang dipengaruhi oleh lingkungan fisik yang fluktuatif dibandingkan dengan habitat di bawah permukaan tanah. Tanah merupakan habitat bagi berbagai organisme yang hidup di dalamnya. Sehingga antara tanaman dengan organisme dalam tanah terjadi suatu hubungan saling ketergantungan yang sangat erat. Adapun hasil penelitian (Tahta *et al.*, 2015) menemukan bahwa bakteri yang terjadi pada tanaman padi pada dasarnya berasal dari tanah, air, udara pada tanaman yang dibawa oleh binatang insekta.

Oleh karena, itu populasi organisme tanah ditentukan sifat fisika dan kimia mikroba didalam tanah dapat dimanfaatkan sebagai fasilitator peningkatan efektivitas unsur hara pada tanaman. Mikroba dapat membantu tanaman dalam memperoleh unsur hara dalam tanah (Maida, 2006). Beberapa mikroba rhizosfer telah diketahui berperan penting dalam siklus hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman, serta sebagai pengendali hayati terhadap patogen akar misalnya cendawan *Colletotrichum* yang dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (*Promoting Growth Rhizofungi*), cendawan ini menjadi penyedia unsur hara dalam tanah sehingga dapat tersedia untuk tanaman (Khaeruni *et al.*, 2010). Mikroba rhizosfer banyak berperan dalam proses aktivasi biokontrol, menurunkan penyakit tanaman dengan menekan patogen tanah melalui kompetisi nutrisi dan antibiosis sebagai pemicu pertumbuhan tanaman sekaligus mampu menekan perkembangan patogen dalam tanah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Sukmadewi *et al.*, 2015) yang menyatakan bahwa Rhizosfer terdapat pada perakaran tanaman yang secara langsung dipengaruhi oleh mikroba tanah

dimana Rhizosfer dapat membantu pertumbuhan tanaman dan peningkatan penyerapan nutrisi yang menghasilkan hormon pertumbuhan pada tanaman padi.

Permasalahan utama yang sering dihadapi oleh petani di Kecamatan Mare pada usaha budidaya tanaman padi adalah serangan hama dan penyakit. Hama dan penyakit merupakan hal yang membuat para petani terkendala. Salah satu penyakit yang sering petani temui adalah penyakit hawar pelepah yang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani*. Cendawan *Rhizoctonia solani* merupakan patogen tular tanah (*soil borne pathogen*) yang dapat bertahan dalam tanah dalam bentuk *sklerotia*, terutama pada tanah-tanah yang banyak mengandung pupuk anorganik dengan dosis tinggi nitrogen. Di beberapa sentra produksi padi, penyakit hawar pelepah menyebar merata, terutama jika ditanam pada musim hujan (Hanafi *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis keragaman mikroba yang ada di rizosfer pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dan jenis bakteri yang mampu menghasilkan hormon tertinggi pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di Kecamatan Mare Kabupaten Bone.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 tahun mulai Januari sampai Desember 2022. Pada program penelitian dosen pemula (PDP) di Kecamatan Mare Kabupaten Bone dan dilakukan pengamatan pada mikroba rizosfer tanaman padi di Laboratorium Penyakit Tanaman, Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin di Makassar.

Variabel Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas yaitu bakteri asal perakaran tanaman padi (*Oryza sativa* L.). Sedangkan Variabel terikat yaitu uji produksi hormon IAA oleh bakteri.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini timbangan analitik, *laminar airflow*, *autoclave*, cawan petri, pipet effendorf, tabung reaksi, rak tabung reaksi, penjepit tabung, jarum preparat, jarum ose, spatula, bunsen, korek api, tube, cork borer, tempat pembuangan, baskom, *hot plate*, erlenmeyer, batang pengaduk, mikroskop, camera, laptop, dan alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan antara lain tanah rizosfer tanaman Padi di Kecamatan Mare, medium tanam, air, *plastic clip*, *objek glass*, *deck glass*, media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), kertas saring, media, *aluminium foil*, aquades steril, label nama, spirtus, plastik wrapping, *tissue*, *Luria Bertani* (LB), alkohol 70%, triptofan, media Pikovskaya,

Tahapan Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di Kecamatan Mare, Kabupaten Bone dengan cara menentukan terlebih dahulu jarak pengambilan sampel pada setiap lokasi. Kemudian mengambil sampel tanah rizosfer yang menempel pada akar tanaman padi sebanyak 10 g. Sampel yang telah diambil dimasukkan kedalam *plastic clip* dan diberi label sebagai penanda setiap sampel kemudian dilakukan Isolasi mikroba tanah Rizosfer setelah itu dilanjutkan dengan pemurnian untuk memperoleh biakan dengan cara memindahkan satu koloni mikroba yang tumbuh pada media PDB baru dengan menggunakan cock bohrer dan jarum preparat. Mikroba yang telah dimurnikan selanjutnya disimpan \pm 3 hari setelah itu dilakukan pengamatan intensitas, selanjutnya dilakukan perhitungan populasi dan identifikasi mikroba rizosfer menghasilkan IAA secara kualitatif dan kuantitatif

Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan menggunakan metode kualitatif yakni dengan tumbuhnya mikroba pada media dan hasil identifikasi yang diperoleh selama pengamatan. Adapun metode kuantitatif yaitu mendeskripsikan

jumlah hasil perhitungan populasi mikroba dengan metode *Total Plate Count* (TPC) selama pengamatan. Analisis tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah dalam pembacaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Indole Acetic Acid (IAA)

Hasil penelitian pada pengukuran produksi Indole Acid Acetat (IAA) dilakukan dengan menggunakan metode standar yaitu dengan mengkulturkan lebih dahulu 1 lup penuh isolat Cendawan Rhizosfer pada media Potato Dextrose Agar (PDA).

Dimana pengujian IAA dengan menggunakan agar sebanyak 8 isolat yang dikulturkan pada media NB + agar = L-trip setelah diuji, mampu menghasilkan IAA. Adapun hasil pengamatan produksi hormone IAA dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan hasil uji produksi hormon IAA pada tabel 1 diatas dilakukan 8 sampel isolat cendawan secara kuantitatif yang menunjukkan bahwa adanya variasi dalam tingkat konsentrasi yang dihasilkan mulai dari kadar 0.025 ppm sampai dengan kadar 4.78 m gL⁻¹. konsentrasi IAA tertinggi sebesar 4,78 m gL⁻¹ (tabel 1). terdapat 2 isolat yang mampu memproduksi IAA dengan konsentrasi kurang dari 1 mg L⁻¹ dan *Aspergillus*, SP merupakan penghasil isolat IAA tertinggi. Dari hasil identifikasi yang terdapat pada tabel 1 menjelaskan bahwa kemampuan produksi hormon tanaman padi di Kecamatan Mare sangat baik dimana L-triptofan kandungan eksudat akar yang dihasilkan dari L-triotofan untuk mikroorganisme rizosfer dapat meningkatkan produksi IAA dari sampel yang diduga dapat memberikan pengaruh pertumbuhan terhadap tanaman padi. Hal ini sesuai dengan (Wahyudi *et al.*, 2011) mengatakan bahwa produksi IAA dihasilkan dengan kadar rata-rata 4.7 m gL⁻¹ dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman padi dengan penambahan L-triptofan. Sedangkan hasil penelitian (Chaiharn *et al.*, 2011)

menyatakan bahwa sebagian besar dari isolat bakteri akan memproduksi IAA lebih tinggi ketika ada penambahan precursor L-triptofan dan sintesis IAA akan melalui jalur

Trp-pathways dimana pada kondisi ini akar tanaman mensekresikan bahan organik termasuk L-triptofan yang dapat dimanfaatkan bakteri untuk biosintesis IAA.

Tabel 1. Hasil pengamatan uji produksi hormon IAA

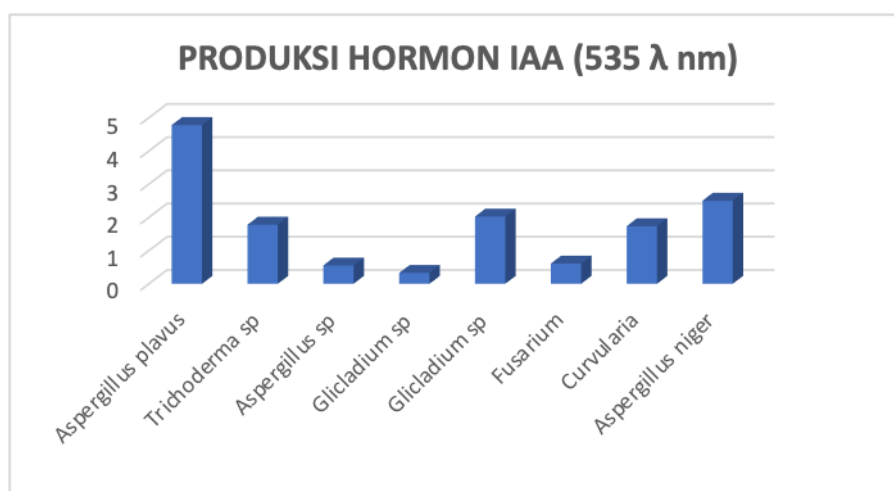
No	Kode Isolat	Nama Isolat	Kadar (m gL)
1	6T6	<i>Aspergillus plavus</i>	4.78
2	4T4	<i>Trichoderma sp</i>	1.781
3	3T4	<i>Aspergillus sp</i>	0.552
4	8T6	<i>Gliocladium sp</i>	0.328
5	5T4	<i>Gliocladium sp</i>	2.025
6	1T4	<i>Fusarium</i>	0.609
7	9T6	<i>Curvularia</i>	1.734
8	7T6	<i>Aspergillus niger</i>	2.501

Sumber: data primer setelah diolah, 2022

Hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian (Astriani *et al.*, 2018) menyatakan bahwa dengan menambahkan L-triptofan. Penambahan triptofan mempengaruhi IAA eksogen yang dihasilkan oleh bakteri. Hal ini dikarenakan triptofan merupakan prekursor yang berperan dalam biosintesis IAA. Pada bakteri, senyawa IAA dihasilkan melalui lintasan IPyA, proses sintesis IAA diubah dari L-Trp dengan melibatkan enzim seperti enzim Trp transaminase yang akan mengakumulasi L-Trp menjadi asam indol piruvat yang akan diubah menjadi IAA. Sedangkan hasil penelitian (Sukmadewi *et*

al., 2015) menyatakan bahwa Hormon IAA yang disintesis dari triptofan dapat terjadi melalui 3 (tiga) jalur alternatif yaitu, jalur pertama, *triptofan-2-monooxygenase* (IaaM) mengoksidasi triptofan menjadi *indole-3-acetamide*, kemudian *indole-3-acetamide* dihidrolisis oleh *indole-3-acetamide hydrolase*. Jalur kedua triptofan diubah menjadi *tryptamine* oleh enzim triptofan dekarboksilase.

Adapun hasil pengukuran produksi hormon IAA pada tanaman padi di Kecamatan Mare dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengukuran kuantitatif hormon IAA pada tanaman padi

Berdasarkan gambar 1 diatas menunjukkan bahwa produksi hormone IAA pada penelitian ini ditemukan sebanyak 8 hormon IAA dimana hormon tertinggi yaitu isolat 6T6 *Aspergillus Plavius* dan terendah isolat 8T6 *Gliocladium sp*, bila dibandingkan dengan penelitian (Sudewi *et al.*, 2015) tergolong kecil karena dengan konsentrasi triptofan yang sama dihasilkan IAA tertinggi mencapai 158, 651 ppm. Hal ini dapat dilihat bahwa dengan isolat tertinggi 6T6 *Aspergillus Plavius* dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman padi yang ada di Kecamatan Mare hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Herlina *et al.*, 2016) menyatakan bahwa Isolat bakteri penghasil IAA berpengaruh terhadap jumlah akar dimana isolat terbesar dapat merangsang pembentukan akar. Sedangkan hasil penelitian (Rini *et al.*, 2020) menemukan bahwa hasil isolasi bakteri rhizosfer diperoleh sebanyak 10 isolat

bakteri yang memiliki karakteristik berbeda secara morfologi. Berdasarkan hasil identifikasi bakteri berdasarkan pewarnaan Gram, bakteri tersebut masuk ke dalam genus Bacillus dan terdapat 5 isolat bakteri yang memiliki kemampuan menghasilkan IAA dan melarutkan fosfat sehingga bakteri tersebut memiliki potensi sebagai pupuk hayati. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian (Fahima *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa *Aspergillus Plavius* memiliki kemampuan untuk menghasilkan amonia, vitamin dan zat pertumbuhan yang meningkatkan perkecambahan biji, produksi asam indol asetat dan hormon giberelin dan sitokinin yang berpotensi menghasilkan hormone auksin IAA lebih besar dibandingkan isolat lainnya.

A. Pengujian GA3

Hasil pengamatan produksi hormone GA3 pada tanaman padi di Kecamatan Mare dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Produksi hormon GA3

No	Kode Isolat	Nama isolat	Kadar (ppm)
1	6T6	<i>Aspergillus plavus</i>	4.231
2	4T4	<i>Trichoderma sp</i>	4.108
3	3T4	<i>Aspergillus sp</i>	3.122
4	8T6	<i>Gliocladium sp</i>	2.773
5	5T4	<i>Gliocladium sp</i>	2.587
6	1T4	<i>Fusarium</i>	3.623
7	9T6	<i>Curvularia</i>	3.411
8	7T6	<i>Aspergillus niger</i>	2.528

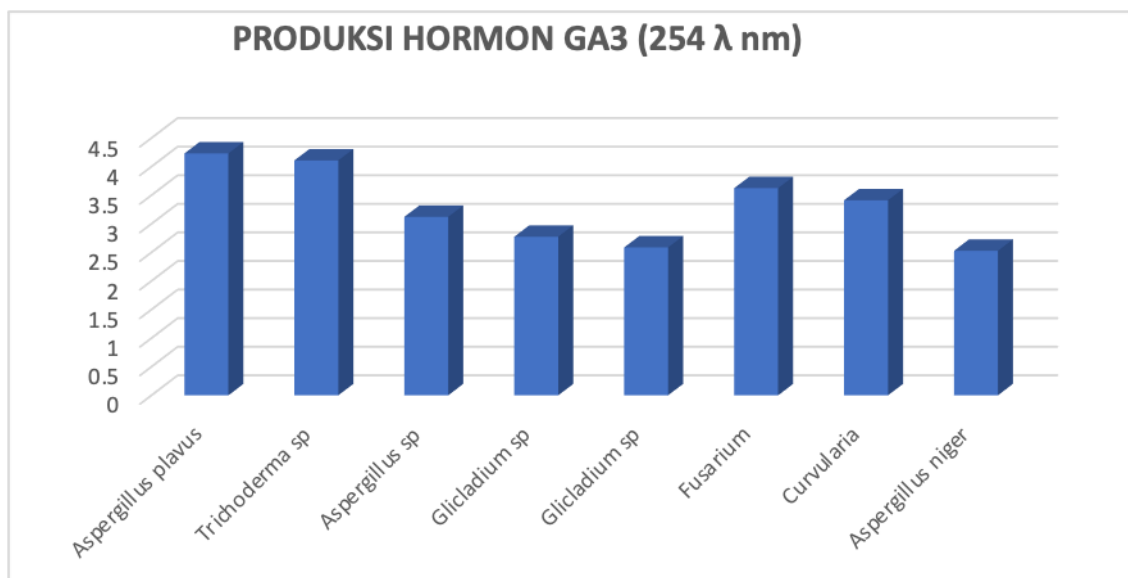
Sumber: data primer setelah diolah, 2022.

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan hasil pengujian ini menggunakan media *Potato Dox Broth* (PDB). 1 ml isolat cendawan ditambahkan ke dalam media dan diinkubasi pada suhu 37 derajat Celsius selama 7 hari. setelah diinkubasi kultur disentrifuse pada 8000 g selama 10 menit untuk memisahkan sel cendawan . 15 ml kultur ditambahkan ke dalam 2 ml *zinc acetate*. Setelah 2 menit ditambahkan 2 ml larutan potassium *ferrocyanide* dan disentrifuse pada 8000 g selama 10 menit ml supernatant ditambahkan ke dalam 30 persen hydrolic

acid dan dicampur kemudian diinkubasi pada suhu 27 derajat Celsius selama 75 menit. 5 % larutan *hydrochloric acid* digunakan sebagai blangko. absorban diukur pada 254 nm pada UV-VIS spectrophotometer. Produksi isolat yang diuji sebanyak 8 memiliki kemampuan memproduksi gibberelic acid (GA3). Dimana produksi GA3 tertinggi dicapai isolat 6T6 (*Aspergillus plavus*) dengan tingkat konsentrasi 4.231 ppm dan terendah dicapai 2.528 m gL. Konsentrasi GA3 tertinggi pada penelitian ini melebihi hasil

yang diperoleh (Martina *et al.*, 2018) yang melaporkan bahwa *F. fujikuroi* hanya menghasilkan asam giberelat pada konsentrasi $0,462 \text{ g L}^{-1}$ di bawah kondisi agitasi dan $0,116 \text{ g.L}^{-1}$ pada kondisi statis sedangkan hasil penelitian (Pandya *et al.*,

2018) mendapatkan produksi GA3 sebesar $184.11 \mu\text{g.m.L}^{-1}$ menggunakan *Aspergillus sp.* NPF7. Hasil pengukuran kuantitatif GA3 tanaman padi di Kecamatan Mare dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran kuantitatif GA3 tanaman padi

Berdasarkan gambar 2 diatas menunjukkan bahwa isolat sampel tanah rizofer tanaman padi pada penelitian ini diperoleh sebanyak 8 isolat dimana dari isolat tersebut mendapatkan konsentrasi yang berbeda beda. Dimana pengujian yang digunakan secara kualitatif dengan melihat perubahan warna dari supernatan yang diamati setelah 75 menit diinkubasi pada suhu 37 derajat celcius mengalami perubahan warna dari bening ke kuning-kuningan, perubahan warna bisa saja bervariasi sesuai tingkat kepekatannya. GA yang dihasilkan isolat cendawan disajikan pada tabel 2. Produksi maksimum terdapat pada isolat *Aspergillus plavus* (6T6) 4.231 m gL^{-1} dan minimum pada *Aspergillus niger* (7T6) 2.528 m gL^{-1} . Adapun Giberelin yang dihasilkan pada penelitian ini oleh masing-masing isolat rizobakteri berbeda hal ini tergantung pada kemampuan isolat bakteri yang dipengaruhi oleh karakteristik biokimia, faktor lingkungan, kondisi kultur terdiri dari pH, media tumbuh

suhu, waktu inkubasi dan kondisi cahaya. Hal ini sesuai hasil penelitian dimana hormon utama yang berperan dalam pertumbuhan buah adalah auksin dan giberelin. Kedua hormon tersebut bekerja secara sinergis dalam proses pembentukan buah. Hal ini sekaligus membuktikan bahwa, penambahan konsentrasi GA3 yang diberikan berkorelasi positif dengan peningkatan jumlah buah yang terbentuk. Dimana produksi maksimum terdapat pada isolat *Aspergillus plavus* (6T6) 4.231 m gL^{-1} dan minimum pada *Aspergillus niger* (7T6) 2.528 mg.L^{-1} . Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Astriani *et al.*, 2018) yang menyatakan bahwa produksi asam giberelat oleh *Aspergillus sp.* IIRTA yang optimum terdapat pada -1 pemberian agitasi dengan waktu inkubasi 7 hari yaitu sebesar $6,725 \text{ g.L}^{-1}$.

Pada akhir fermentasi terjadi kenaikan pH medium di semua perlakuan. Sedangkan hasil penelitian (Yasmin *et al.*, 2014) menunjukkan pengaruh interaksi yang nyata

terdapat pada persentase fruit set. Aplikasi GA₃ pada saat berbunga (W₁) maupun saat berbuah (W₂) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan penambahan konsentrasi GA₃ yang diberikan. Aplikasi GA₃ pada saat berbunga dan berbuah (W₃) dengan konsentrasi 100 ppm (K₄) menunjukkan persentase fruit set lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Waktu aplikasi GA₃ pada saat awal berbuah menunjukkan jumlah bunga lebih banyak dan panjang buah lebih panjang dibandingkan perlakuan waktu aplikasi GA₃ pada saat awal berbunga. Adapun penelitian (Syamsia *et al.*, 2021) menyatakan bahwa cendawan endofit menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman seperti IAA dan GA. Cendawan endofit ini dapat tumbuh pada medium PDA dan beberapa jenis medium organik serta dapat diperbanyak pada beras dan jagung.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dimana cendawan endofit memiliki keragaman yang tinggi yang mampu menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan seperti IAA dan GA yang memberikan pengaruh signifikan terhadap berbagai jenis tanaman padi di Kecamatan Mare.

DAFTAR PUSTAKA

- Astriani, M., & Murtiyaningsih, H. (2018). *Pengukuran Indole-3-Acetic Acid (IAA) pada Bacillus sp dengan Penambahan L-Tryptopan*. Bioeduscience, 2(2), 116. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2020). *Perkembangan Ekspor dan Impor Hasil Pertanian Sulawesi Selatan*. Diakses Tanggal 10 Maret 2022. <https://sulsel.bps.go.id/pressrelease/2021/01/04/561/perkembangan-ekspor-dan-impor-bulan-november-2020-provinsi-sulawesi-selatan.html>
- Chaiharn, M., dan Lumyong, S. (2011). "Screening and Optimization of Indole-3-Acetic Acid Production and Phosphate Solubilization from Rhizobacteria Aimed at Improving Plant Growth." *Curr Microbiol*, 2(5), 173–181. <https://dx.doi.org/10.1007/s00284-010-9674-6>
- Fahima Tahta Kholida, E. Z. (2015). *Potensi Azotobacter sebagai Penghasil Hormon IAA (Indole-3-Acetic Acid)*. 4(2), 4–6. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v4i2.14047>
- Hanafi, A., Purwantisari, S., & Raharjo, B. (2017). *Uji Potensi Bakteri Endofit Kitinolitik Tanaman Padi (Oryza sativa L.) Sebagai Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid)*. Bioma : Berkala Ilmiah Biologi, 19(1), 76. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v4i2.14047>
- Herlina, L., Pukan, K. K., & Mustikaningtyas, D. (2016). *Kajian Bakteri Endofit Penghasil IAA (Indole Acetic Acid) untuk Pertumbuhan Tanaman*. J. FMIPA, Universitas Negeri Semarang, 14(1), 51–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/saintekno.v14i1.7616>
- Khaeruni, A., Sutariati, G. A. K., & Wahyuni, S. (2010). *Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Bakteri Rizosfer Lahan Ultisol Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dan Agensia Hayati Cendawan Patogen Tular Tanah Secara in Vitro*. Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika, 10(2), 123–130. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.210123-130>
- Maida, E. (2006). *Mikroorganisme Lokal Dalam Pembuatan Kompos Dapat Meningkatkan Populasi Mikroba Tanah (Studi Kasus Di Desa Sidodadi Kabupaten Deli Serdang) System of Rice Intensification By a Local Mikroorganisme Usage in Producing*

- the Compost Fertilizer Can Improve La.* 2002, 56–60.
<https://doi.org/10.29103/AGRIUM.V1O12.497>
- Martina, A., Roza, R. M., & Lestari, W. (2018). *Produksi Fitohormon Asam Giberelat (GA 3) oleh Aspergillus sp . IIRTA Asal Tanah Gambut Riau pada Variasi Waktu Inkubasi dan Agitasi.* Prosiding Seminar Nasional VI Hayati 2018, September, 104–110.
<https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/hayati/article/view/658>
- Pandya, N. D., Desai, P. V., Jadhav, H. P., & Sayyed, R. Z. (2018). *Plant growth promoting potential of Aspergillus sp. NPF7, isolated from wheat rhizosphere in South Gujarat, India.* *Environmental Sustainability*, 1(3), 245–252.
<http://dx.doi.org/10.1007/s42398-018-0025-z>
- Rini, I. A., Oktaviani, I., Asril, M., Agustin, R., & Frima, F. K. (2020). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil IAA (Indole Acetic Acid) dari Rhizosfer Tanaman Akasia (Acacia Mangium).* *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(2), 210–219.
<https://doi.org/10.37637/ab.v3i2.619>
- Sudewi, S., Patandjengi, B., Saleh, A. R., & Yani, A. *Eksplorasi Rizobakteri Penghasil Giberelin dari Padi Lokal Aromatik Sulawesi Tengah (Exploration of Giberellin Producing Rhizobacteria from Local Aromatic Rice, Central Sulawesi).* Prosiding Semnas Politani Pangkep. Vol.2.(2021).310–316.
<https://ojs.polipangkep.ac.id/index.php/proppnp/article/view/149>
- Sukmadewi, D. K. T., Suharjono, & Antonius, S. (2015). *Uji Potensi Bakteri Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari Tanah Rhizosfer Cengkeh (Syzigium aromaticum L.).* *Jurnal Biotropika*, 3(2), 91–94.
<https://biotropika.ub.ac.id/index.php/biotropika/article/view/361>
- Syamsia, S., & , Abubakar Idhan , Husnah Latifah, A. M. (2021). *Aplikasi Cendawan Endofit untuk Percepatan Ketersediaan Bibit Aren 1.* Prosiding Seminar Nasional Smipt, 4, 347–370.
<https://jurnal.yapri.ac.id/index.php/semnassmipt/article/view/281>
- Wahyudi, A.T., Astuti, R.P., Widyawati, A., Meryandini, A., Nawangsih, A. A. (2011). *Characterization of Bacillus sp. strains isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth for promoting rhizobacteria.* *Journal of Microbiology and Antimicrobials*,3,34–40.
https://www.researchgate.net/publication/228497134_Characterization_of_Bacillus_sp_strains_isolated_from_rhizosphere_of_soybean_plants_for_their_use_as_potential_plant_growth_for_promoting_Rhizobacteria
- Yasmin, S., & Wardiyati, T. dan K. (2014). *Pengaruh Perbedaan Waktu Aplikasi dan Konsentrasi Giberelin Cabai Besar (Capsicum annum L) The Effect of Different Time Application and Concentration of Giberelin (GA3) on Growth and Yield of Cayenne Pepper (Capsicum Annuum L).* *Produksi Tanaman*, 2 Nomor 5, 395–403.