

PENGARUH BAKTERI FOTOSINTETIK ANOKSIGENIK TERHADAP PERTUMBUHAN PADI (*ORYZA SATIVA L.*) INPARI 34 PADA MEDIA SALIN

Sumardi^{1(*)}, Rochmah Agustrina¹, Bambang Irawan¹, Siti Mardiana²

¹Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

²Mahasiswa Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

*E-mail : sumardi_bio@yahoo.co.id

Abstract

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) terhadap pertumbuhan padi (*Oryza sativa L.*) Varietas Inpari 34. Isolat BFA yang digunakan adalah dari bagian supernatan dan pelet sel BFA pada sumber yang sama. Parameter yang diamati adalah daya kecambah, pertumbuhan kecambah dan pertumbuhan padi pada lumpur mangrove yang salin. Analisis data daya kecambah hanya diketahui berdasarkan persentase perkecambahan. Data pertumbuhan kecambah dan pertumbuhan tanaman dianalisis dengan ANOVA pada $\alpha = 0,05$. Perlakuan pelet sel BFA dan supernatan BFA menghasilkan daya kecambah 96–100%. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa pemberian isolat BFA dalam bentuk pelet dan supernatan memberikan hasil pertumbuhan kecambah yang signifikan. Isolat BFA dari pelet isolat meningkatkan panjang kecambah, jumlah akar, panjang akar secara nyata. Sedangkan, BFA dari supernatan isolat tidak mempengaruhi pertumbuhan kecambah. Isolat yang menghasilkan pertumbuhan kecambah yang baik adalah B2BM, B, D, AS, dan L2, sedangkan isolat AM dan L1 tidak menunjukkan pertumbuhan kecambah yang baik. Respon pertumbuhan daun yang baik dihasilkan dari isolat B, AS, dan L2, sedangkan isolat B2DM menghasilkan daun yang sedikit. Adapun parameter berat segar dan berat kering tidak menunjukkan respon yang berbeda terhadap perlakuan isolat.

Kata kunci : Bakteri Fotosintetik Anoksigenik, Biofertilizer, Inpari 34, Lahan Salin, Padi

PENDAHULUAN

Lahan salin pada daerah pasang surut menginduksi cekaman bagi tanaman yang tidak toleran (Djukri, 2009). Sekitar 0,44 juta ha daerah pasang surut di Indonesia bersifat kurang menguntungkan dibandingkan dengan lahan pasang surut gambut, (Alihamsyah, 2004). Kondisi fisik, kimia, dan biologi pada lahan pasang surut menyebabkan hasil pertanian rendah, tetapi penduduk yang tinggal di sekitar daerah tersebut tetap memanfaatkannya untuk menanam padi (Saraswati dkk., 2017).

Selain mampu menambat N_2 , BFA jenis ungu non sulfur menghasilkan senyawa asam 5-aminolevulinat (ALA) yang berguna untuk mengurangi stres garam pada tanaman (Nunkaew dkk., 2014). Jenis bakteri *Rhodobacter capsulatus* diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan batang dan persentase kandungan nitrogen pada varietas padi mashuri yang ditanam secara hidroponik (Merugu dkk., 2012). Belum ada penelitian pengaruh BFA terhadap pertumbuhan padi Inpari 34 pada media salin. Dalam penelitian ini dibahas pengaruh 7 isolat BFA pada benih padi varietas inpari 34 yang ditanam pada media salin untuk mendapatkan isolat terbaik sebagai agen biofertilizer.

BAHAN DAN METODE

Isolat BFA yang digunakan diperoleh dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi, FMIPA, Universitas Lampung, terdiri dari 7 Isolat dengan kode AS, B2DM, AM, L1, L2, B, dan D, masing-masing isolat diremajakan

pada agar miring tabung ulir selama 7 hari secara anaerobik, pada suhu ruang dengan penyinaran lampu tungsten 40 watt pada jarak 30 - 40 cm. Isolat kemudian diperkaya dalam media SWC (*Sea Water Complete*) cair dan diinkubasi kembali dengan kondisi yang sama. Sumber BFA yang digunakan sebagai perlakuan dalam penelitian ini diambil baik dari pelet maupun supernatan isolat diatas.

Benih padi yang digunakan yaitu Varietas Inpari 34 Salin Agritan di peroleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Lampung. Sterilisasi benih dilakukan dengan merendam dalam H_2O_2 5 % selama 10 menit dan dibilas dengan akuades steril selama 1 menit.

Persiapan media tanam

Media tanam yang digunakan adalah lumpur perairan payau, diambil dari daerah hutan mangrove Desa Hanura, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Sebanyak ± 100 gram lumpur dengan pH alami 7,4 dan salinitas sekitar 14 ppt. Kemudian, dimasukkan ke dalam botol tanam dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 30 menit pada suhu $121^\circ C$, tekanan 2 atm.

Penentuan kepadatan populasi sel isolat BFA

Isolat BFA yang telah diremajakan kemudian diperkaya dalam media SWC (*Sea Water Complete*) cair dan di inkubasi pada kondisi anaerob dengan penyinaran lampu Tungsten selama 7 hari pada suhu ruang. Penentuan jumlah kepadatan bakteri dilakukan dengan metode perhitungan langsung di bawah mikroskop. Gelas benda

yang digunakan untuk perhitungan langsung diberi garis 1 cm x 1 cm. Sebanyak 0,01 mL suspensi bakteri 10^{-1} diletakkan dalam gelas benda yang telah digarisi untuk dilakukan pengecatan gram. Diameter areal pandang mikroskop diukur menggunakan mikrometer objektif yang mempunyai skala terkecil 0,01 mm untuk menentukan luas lapang pandang mikroskop, lalu dimasukkan dalam rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned}\text{Luas areal pandang mikroskop} &= \pi r^2 \text{ mm}^2 \\ &= \pi r^2 \times 10^{-2} \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Rumus perhitungan jumlah sel bakteri secara langsung yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Konsentrasi sel} = \frac{\bar{x}}{\text{Luas lapang pandang mikroskop}(\text{cm}^2) \times t(\text{cm})}$$

Keterangan :

\bar{x} : rata-rata jumlah bakteri

t : tinggi

Uji daya perkecambahan

Benih padi hasil seleksi dimasukkan ke dalam 16 gelas beaker (masing-masing 100 benih per gelas). Uji daya perkecambahan dilakukan terhadap pemberian 7 supernatan BFA dan 7 pelet BFA. Supernatan BFA diperoleh dari media perkaya SWC yang telah disentrifuge, sedangkan pelet BFA diperoleh dari media perkaya SWC yang telah dihitung kepadatannya (10^7 sel/mL) dan dicuci menggunakan garam fisiologis 0,85% sebanyak 2 kali menggunakan sentrifuse 10.000 rpm suhu 4°C selama 10 menit (Pavitra dkk., 2015). Kontrol positif yang digunakan yaitu akuades, sedangkan kontrol negatif berupa air payau. Masing-masing perlakuan dan kontrol direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam masing-masing cairan perendam benih dibuang. Benih yang telah diberi perlakuan diletakkan pada nampan yang telah dialasi tisu yang dibasahi akuades steril, kemudian benih disemprot kembali menggunakan akuades steril setiap hari selama pengujian. Daya perkecambahan dihitung menggunakan rumus Sadjad dkk., (1999) :

$$\text{Daya Kecambah (\%)} = \frac{\sum \text{KN} \times 100\%}{N}$$

Keterangan :

$\sum \text{KN}$: Jumlah benih yang berkecambah

N : Jumlah benih yang dikecambahkan

Analisis pertumbuhan kecambah juga dilakukan dengan mengukur panjang kecambah, jumlah akar, dan panjang akar kecambah.

Pengujian pertumbuhan tanaman padi

Benih padi dikecambahkan dalam nampan selama 4 hari. Kecambah berukuran 1 cm dipilih dan dipindahkan dalam botol tanam yang berisi media lumpur air payau atau lumpur mangrove steril lalu diberi perlakuan isolat BFA. Pelet BFA yang digunakan telah dihitung kepadatannya hingga 10^7 sel/mL dan selnya telah dicuci. Aplikasi pelet BFA tersebut dilakukan secara langsung setelah benih padi ditanam pada botol tanam. Perlakuan yang sama tanpa penambahan isolat BFA dijadikan sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan pada hari ke 7, 14, dan 21. Kemudian, pada hari ke 21 seluruh bagian tanaman dipanen dan dicuci hingga bersih lalu dikering anginkan untuk ditimbang berat segarnya. Setelah itu, tanaman dikeringkan di oven selama ± 7 jam pada suhu 120°C untuk dihitung berat keringnya.

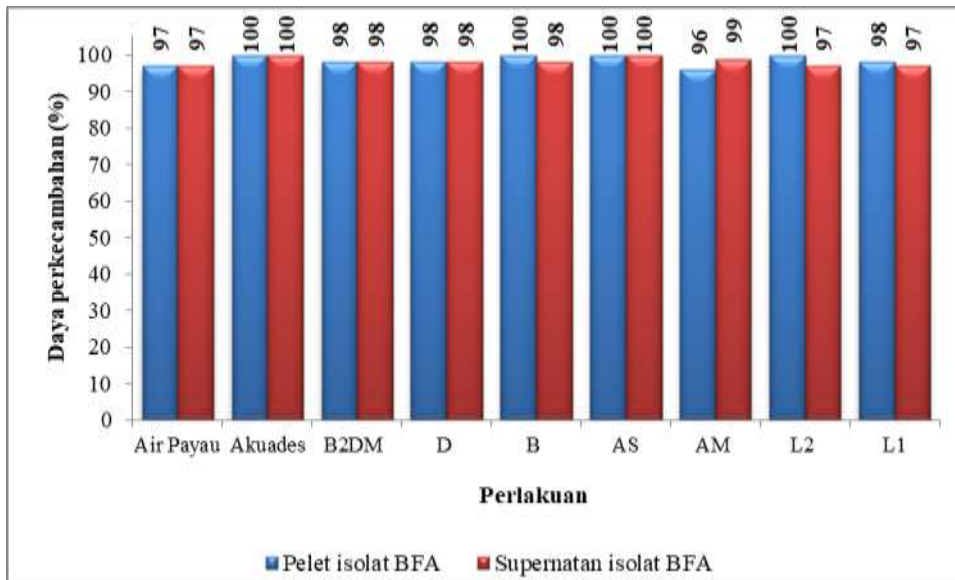
Analisis data

Penelitian dirancang secara acak lengkap (RAL). Data yang didapat dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila terdapat pengaruh nyata maka analisis data dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya perkecambahan

Rerata persentase perkecambahan pada perlakuan pelet isolat BFA yaitu 96 %-100 %. Sedangkan rerata pada perlakuan supernatan isolat BFA yaitu berkisar 97 %-100 %. Persentase maksimal hasil perlakuan pelet BFA ditunjukkan oleh isolat B, AS, dan L2, sedangkan dari perlakuan supernatan BFA diperoleh dari isolat AS saja. Secara keseluruhan, tidak terdapat perbedaan respon perkecambahan yang signifikan terhadap perlakuan pelet BFA dan supernatan BFA (Gambar 1).



Gambar 1. Daya perkecambahan benih padi Varietas Inpari 34 setelah perlakuan menggunakan 7 jenis pelet dan supernatan isolat BFA.

Keterangan :

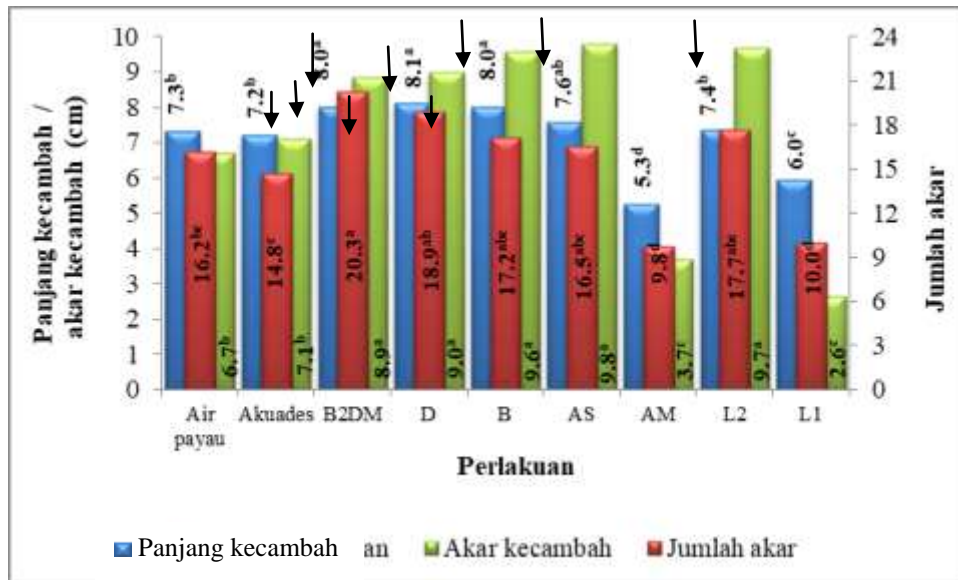
Kode isolat berdasarkan sumber isolasi :

- AS : Akar serabut mangrove
- B2DM : Seresah daun, koloni merah (*Bacillus* sp.)
- AM : Akar mangrove, koloni merah
- L1 : Lumpur mangrove
- L2 : Lumpur mangrove
- B : Bunga mangrove
- D : Daun mangrove

Uji daya perkecambahan dengan penambahan isolat BFA menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh jumlah sekresi ALA. Kemungkinan jumlah ALA yang disekresi isolat BFA tersebut kadarnya sama. Menurut Tripetch dkk. (2013), asam 5-aminolevulinat (ALA) yang dihasilkan BFA mengandung substansi fitohormon sehingga dapat membantu proses perkecambahan. Namun menurut Nishikawa dan Murooka (2001), walaupun ALA bersifat meningkatkan produktivitas pertanian, jika konsentrasi yang disekresi atau diberikan pada tanaman terlalu tinggi, justru akan bersifat herbisida dan merugikan.

Analisis kecambah perlakuan pelet dan supernatan BFA

Semua perlakuan pelet BFA menghasilkan rerata lebih baik dari kontrol kecuali isolat AM dan L1. Pelet isolat D, B, dan B2DM menunjukkan hasil paling baik dalam stimulasi panjang kecambah (lebih dari 8 cm), isolat B2DM menunjukkan jumlah akar paling baik (± 20 helai), dan isolat AS, L2, B2DM, B, dan D menunjukkan kemampuan dalam menstimulasi panjang akar terbaik dibandingkan kecambah hasil perlakuan tanpa pelet bakteri, kontrol, dan isolat lainnya (Gambar 2).



Gambar 2. Pertumbuhan kecambah padi Varietas Inpari 34 setelah diberi perlakuan pelet isolat BFA.

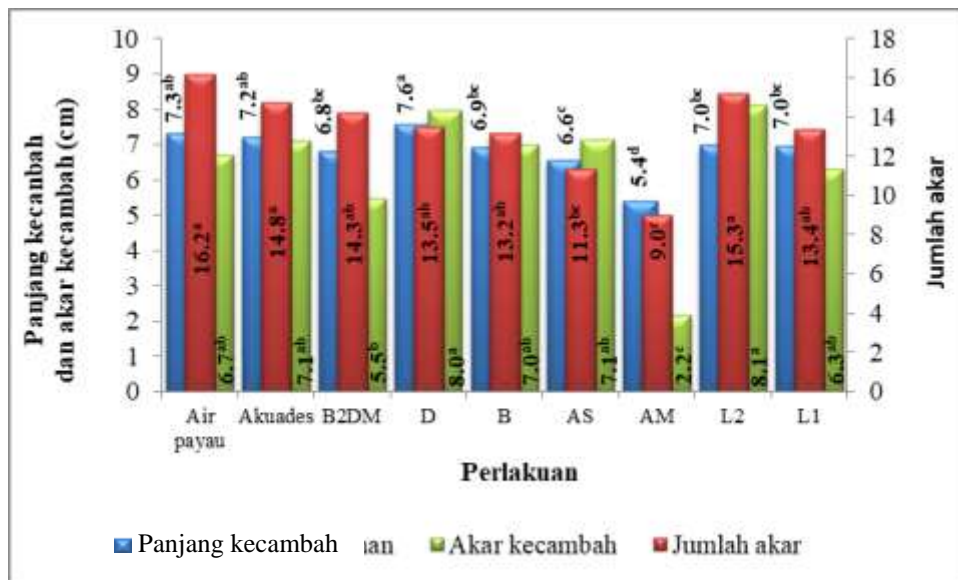
Keterangan :

Kode isolat berdasarkan sumber isolasi :

- AS : Akar serabut mangrove
- B2DM : Seresah daun, koloni merah (*Bacillus* sp.)
- AM : Akar mangrove, koloni merah
- L1 : Lumpur mangrove
- L2 : Lumpur mangrove
- B : Bunga mangrove
- D : Daun mangrove

Pada perlakuan supernatan BFA, hanya supernatan isolat D yang menunjukkan hasil terbaik dibandingkan dengan perlakuan isolat lain untuk parameter panjang kecambah. Namun hasil tersebut tidak berbeda nyata terhadap kontrol (Gambar 3). Jumlah akar dan panjang akar yang tumbuh dari hasil perlakuan supernatan isolat AM lebih sedikit daripada kedua kontrol. Perlakuan supernatan lainnya dari isolat B2DM, D, B, AS, L2, dan L1 juga tidak menunjukkan perbedaan jumlah akar yang nyata dari kecambah kontrol. Uji statistik analisis varian satu arah pada taraf 5 % menunjukkan

bahwa isolat BFA berpengaruh nyata terhadap panjang kecambah, jumlah akar, dan panjang akar.



Gambar 3. Pertumbuhan kecambah padi Varietas Inpari 34 setelah diberi perlakuan supernatan isolat BFA.

Keterangan :

Kode isolat berdasarkan sumber isolasi :

- AS : Akar serabut mangrove
- B2DM : Seresah daun, koloni merah (*Bacillus* sp.)
- AM : Akar mangrove, koloni merah
- L1 : Lumpur mangrove
- L2 : Lumpur mangrove
- B : Bunga mangrove
- D : Daun mangrove

Hasil yang berbeda pada setiap isolat dan variabel pertumbuhan pada perlakuan pelet maupun supernatan BFA berkaitan dengan pemenuhan nutrisi. Selain air, biji memperoleh nutrisi dari pelet dan supernatan isolat BFA. Pemenuhan nutrisi juga tergantung dari konsentrasi atau jumlah asam 5-aminolevulinat (ALA) yang dihasilkan oleh BFA. Menurut Nishikawa dan Murooka (2001), dalam konsentrasi 40 µM atau lebih tinggi ALA menyebabkan pertumbuhan tanaman mengalami penurunan, maka hanya dibutuhkan kurang dari konsentrasi tersebut.

Penambahan pelet isolat B2DM, D, B, AS, L2 menunjukkan hasil yang baik dan penambahan supernatan isolat D, B2DM, B, L2, L1 juga menunjukkan hasil baik pula dibanding dengan isolat lain atau perlakuan tanpa isolat. Namun, perlakuan pelet diketahui lebih baik dan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan kecambah, karena isolat-isolat tersebut berbeda nyata terhadap perlakuan tanpa penambahan isolat apapun (kontrol). Sedangkan pada supernatan isolat-isolat BFA menunjukkan hasil yang baik tetapi tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Sehingga diketahui bahwa aplikasi pelet sel BFA lebih baik dibanding aplikasi menggunakan supernatan BFA.

Pengamatan Pertumbuhan Padi Varietas Inpari 34 Selama 3 Minggu

Pertumbuhan padi pada minggu 1, 2, dan 3 menunjukkan bahwa rerata panjang tanaman pada kontrol lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan isolat BFA pada media salin. Minggu 1 perlakuan isolat pelet menunjukkan hasil panjang tanaman yang berbeda nyata. Isolat B menghasilkan rerata panjang tanaman paling baik dibandingkan semua perlakuan isolat lainnya dan berbeda nyata terhadap kontrol. Tetapi pada minggu 2 dan 3 menunjukkan bahwa perlakuan isolat pelet menghasilkan perbedaan panjang tanaman yang tidak signifikan. Pada jumlah daun, perbedaan yang nyata sebagai hasil perlakuan isolat pelet terlihat pada minggu ke 3. Semua isolat BFA menunjukkan rerata jumlah daun yang secara nyata lebih tinggi dari kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Pertumbuhan tanaman selama 3 minggu

Isolat	Panjang tanaman (minggu (cm)) (Mean ± SEM)			Jumlah daun (helai) (Mean ± SEM)		
	1	2	3	1	2	3
Kontrol	3,2 ± 0,3 ^{bc}	3,7 ± 0,3 ^b	3,9 ± 0,3 ^b	1 ± 0	1,6 ± 0,2 ^b	1,6 ± 0,2 ^b
B2DM	3,4 ± 0,3 ^{bc}	4,2 ± 0,9 ^{ab}	4,3 ± 0,8 ^b	1 ± 0	2,0 ± 0,4 ^{ab}	2,3 ± 0,4 ^{ab}
D	3,1 ± 0,3 ^c	3,8 ± 0,3 ^b	4,5 ± 0,5 ^b	1 ± 0	2,5 ± 0,3 ^a	2,5 ± 0,2 ^a
B	4,2 ± 0,2 ^a	5,5 ± 0,4 ^a	6,2 ± 0,6 ^a	1 ± 0	2,6 ± 0,2 ^a	2,8 ± 0,1 ^a
AS	3,3 ± 0,3 ^{bc}	4,3 ± 0,5 ^{ab}	4,4 ± 0,4 ^b	1 ± 0	2,5 ± 0,2 ^a	2,8 ± 0,1 ^a
AM	4,0 ± 0,2 ^{ab}	5,1 ± 0,5 ^{ab}	5,4 ± 0,3 ^{ab}	1 ± 0	2,4 ± 0,2 ^{ab}	2,5 ± 0,3 ^a
L2	3,7 ± 0,1 ^{abc}	4,7 ± 0,5 ^{ab}	5,0 ± 0,4 ^{ab}	1 ± 0	2,6 ± 0,2 ^a	2,9 ± 0,1 ^a
L1	3,8 ± 0,1 ^{abc}	4,7 ± 0,2 ^{ab}	4,9 ± 0,3 ^{ab}	1 ± 0	2,3 ± 0,1 ^{ab}	2,6 ± 0,2 ^a

Keterangan :

Kode isolat berdasarkan sumber isolasi :

AS : Akar serabut mangrove

B2DM : Seresah daun, koloni merah (*Bacillus* sp.)

AM : Akar mangrove, koloni merah

L1 : Lumpur mangrove

L2 : Lumpur mangrove

B : Bunga mangrove

D : Daun mangrove

Angka yang diikuti huruf superskrip satu atau lebih yang berbeda pada setiap kolom tabel menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%

*rata-rata dari 4 ulangan

Beberapa jenis BFA mampu meningkatkan pertumbuhan pada tanaman. Inokulasi BFA jenis *Rhodobacter capsulatus* mampu meningkatkan kandungan nitrogen pada akar dan panjang batang varietas padi Mashuri dan Erramallelu (Merugu dkk., 2012). Selain itu, varietas padi Giza 159, Giza 176 dan Giza 181 yang ditanam secara hidroponik dengan penambahan nitrogen dan inokulum *Rhodobacter capsulatus* selama 3 minggu menghasilkan tinggi tunas 52%-75%, berat kering 47%-100%, kandungan nitrogen 45%-78% lebih tinggi dibanding tanaman tanpa tambahan nitrogen dan inokulasi bakteri (Elbadry dan Elbanna, 1999).

Dalam penelitian ini, penyebab terhambatnya pertumbuhan padi adalah media salin yang digunakan. Menurut Sipayung (2003), stress garam tidak hanya disebabkan oleh NaCl, tetapi juga garam-garam lain seperti NaSO₄, CaCl₂, MgSO₄, dan MgCl₂ yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel tanaman, konsentrasi garam yang meningkat akan meningkatkan tekanan osmotik yang dapat menghambat penyerapan air dan unsur hara melalui osmosis, sehingga menyebabkan persediaan air dalam tanaman sedikit.

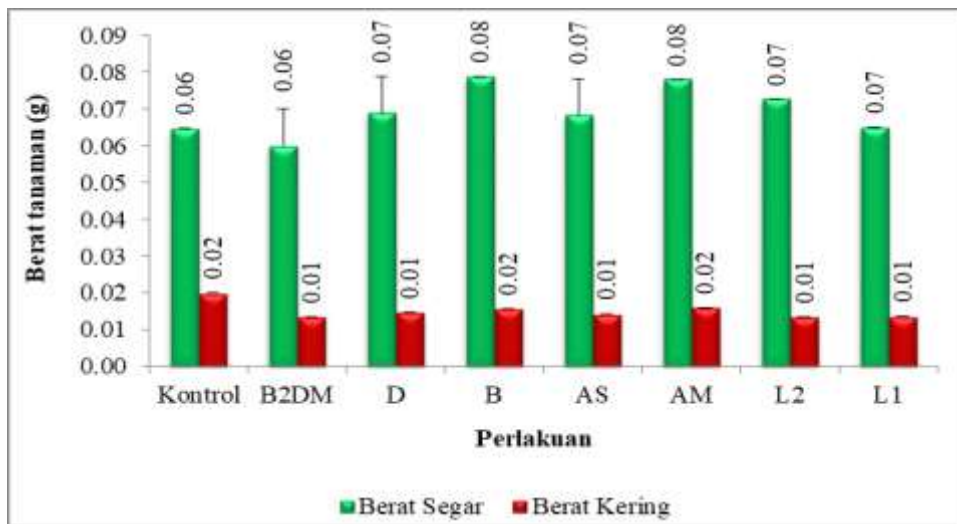


Gambar 4. Pertumbuhan padi perlakuan isolat BFA setelah 3 minggu penanaman

Berat Segar dan Berat Kering Tanaman

Semua isolat BFA menunjukkan hasil rerata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol kecuali B2DM.

Namun, hasil rerata berat kering dari semua perlakuan dengan isolasi BFA dan kontrol menunjukkan nilai yang relatif tidak terlalu terlampaui jauh dan tidak berbeda nyata (Gambar 5).



Gambar 5. Berat segar dan berat kering tanaman padi Varietas Inpari 34

Keterangan :

Kode isolat berdasarkan sumber isolasi :

AS : Akar serabut mangrove

B2DM : Seresah daun, koloni merah (*Bacillus* sp.)

AM : Akar mangrove, koloni merah

L1 : Lumpur mangrove

L2 : Lumpur mangrove

B : Bunga mangrove

D : Daun mangrove

Pemberian isolat BFA tidak berpengaruh nyata terhadap berat segar dan berat kering tanaman padi. Hal ini diduga disebabkan karena jumlah ALA ekstraseluler yang disekresi BFA pada media salin kurang memberikan kesuburan tanaman, atau faktor lain seperti sintesisnya yang dihambat, tidak diproduksi, atau ALA yg diproduksi tidak mampu diserap oleh tanaman sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan fotosintesis. Perbedaan pertumbuhan tanaman dapat pula disebabkan oleh nitrogen atau pemacu tumbuh tanaman yang dihasilkan tidak terlalu besar, perbedaan tingkat produksi asam 5-aminolevulinat (ALA) dan senyawa pembentuk klorofil yang secara umum dihasilkan oleh BFA. Berat kering tanaman dipengaruhi oleh fotosintesis. Kecilnya nilai berat kering dipengaruhi oleh salinitas karena menyebabkan turunnya tekanan turgor sehingga stomata tertutup dan menghambat fotosintesis. Hal tersebut juga menyebabkan fotosintat yang di edarkan juga sedikit (Pranasari dkk., 2012). Menurut Rinanto dkk. (2015), berat segar menunjukkan kandungan biomassa dan jumlah air pada tanaman. Sedangkan berat kering menunjukkan hasil fotosintat berupa karbohidrat, protein, dan lemak yang dihasilkan suatu tanaman. Tinggi rendahnya berat kering menunjukkan jumlah fotosintat yang dihasilkan dan menentukan kesuburan tanaman itu sendiri.

KESIMPULAN

Pemberian isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) dalam bentuk pelet dan supernatan memberikan hasil pertumbuhan perkecambah yang berbeda. BFA dari pelet meningkatkan pertambahan panjang kecambah, jumlah akar, panjang akar yang nyata. Sedangkan, BFA dari supernatan tidak mempengaruhi pertumbuhan kecambah. Isolat yang menghasilkan pertumbuhan kecambah padi yang baik adalah B2BM, B, D, AS, dan L2, sedangkan isolat AM dan L1 tidak menunjukkan pertumbuhan kecambah yang baik. Isolat yang menghasilkan jumlah daun tinggi dari padi yang ditanam pada lumpur mangrove salin isolat B, AS, dan L2 sebaliknya isolat B2DM menghasilkan daun yang sedikit. Adapun parameter berat segar dan berat kering tidak menghasilkan respon yang berbeda nyata terhadap perlakuan isolat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini telah didanai oleh hibah Pascasarjana - Universitas Lampung dengan Nomor kontrak: 1572/UN26.21/PP/2018 tanggal 9 Juli 2018 Tahun Anggaran 2018.

DAFTAR PUSTAKA

Alihamsyah, T. 2004. *Potensi dan Pendayagunaan Lahan Rawa untuk Peningkatan Produksi Padi*. Ekonomi Padi dan beras Indonesia. Dalam Faisal Kasrino, Effendi Pasandaran dan A.M. Fagi (Penyunting). Badan Litbang Pertanian. Jakarta.

Christianto, E. 2013. Faktor yang Memengaruhi Volume Impor Beras di Indonesia. *Jurnal JIBEKA* 7(2) : 38–43.

Djukri. 2009. Cekaman Salinitas Terhadap Pertumbuhan Tanaman dalam *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. 49–55.

Elbadry, M. dan K. Elbana. 1999. Response of Four Rice Varieties to *Rhodobacter capsulatus* at Seedling Stage. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 15 : 363–367.

Hoffmann, M.C., A. Müller., M. Fehringer., Y. Pfänder., F. Narberhaus., dan B. Masepohl. 2014. Coordinated Expression of *fdxD* and Molybdenum Nitrogenase Genes Promotes Nitrogen Fixation by *Rhodobacter capsulatus* in the Presence of Oxygen. *Jurnal of Bacteriology* 196(3): 633–640. <https://doi.org/10.1128/JB.01235-13>

Merugu, R., M. P. P. Rudra., S. Girisham., dan S. M. Reddy. 2012. Effect Of Bioinoculation Of *Rhodobacter Capsulatus* Ku002 On Two Rice Varieties Of India. *International Journal Of Applied Biology And Pharmaceutical Technology* 3(1) : 373–75.

Nishikawa, S., dan Y. Murooka. 2001. 5-Aminolevulinic Acid : Production by Fermentation and Agricultural and Biomedical Applications. *Biotech and Genet. Rev.* 18(7):149-170

Nunkaew, T., D. Kantachote., T. Nitoda., dan H. Kanzaki. 2014. Selection Of Salt Tolerant Purple Nonsulfur Bacteria Producing 5-Aminolevulinic Acid (ALA) And Reducing Methane Emissions From Microbial Rice Straw Degradation. *Applied Soil Ecology* 86 : 113–20.

Pavitra, B.V., M. N. Sreenivasa., V. P. Savalgi., dan G. Shirnalli. 2014. Isolation Of Potential Phototropic Purple Non-Sulphur Bacteria in Paddy and Their Effects On Paddy Seedlings in Hydroponic Cultur. *African Journal Of Microbiology Research* 9(11) : 814-820.

Pranasari, R. A., T. Nurhidayati., dan K.I. Purwani. 2012. Persaingan Tanaman Jagung (*Zea mays*) dan Rumput Teki (*Cyperus rotundus*) pada Pengaruh Cekaman Garam (NaCl). *Jurnal Sains Dan Seni ITS* 1(1):54–57.

Rinanto, Hulman., Nur, Azizah., dan Mudji, Santosa. 2014. Pengaruh Aplikasi Kombinasi Biourine dengan Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 3(7) : 581–89.

Sadjad, S., E. Muniarti., dan E. Ilyas. 1999. Parameter Pengujian Vigor Benih Komparatif ke Simulatif. PT Grasindo. Jakarta.

Saraswati, N. L. G. R. A., I. W. Arthana., dan I. G. Hendrawan. 2017. Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut, *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 3(2) : 163–170.

Sipayung, R. 2003. Stres Garam dan Mekanisme Toleransi Tanaman. Fakultas Pertanian. Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Sumatera Utara. USU digital Library.

- Swastika, D. K. S., J, Wargiono., Soejitno., dan A, Hasanuddin. 2007. Analisis Kebijakan Peningkatan Produksi Padi Melalui Efisiensi Pemanfaatan Lahan Sawah di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian* 5(1) : 36–52.
- Tripetch, P., C. Borompichaichartkul., dan G. Srzednicki. 2013. Promoting radish and carrot seed germination using 5-aminolevulinic acid extract from *Rhodobacter* spp., in *Acta Horticulturae*. 339–342.
- Yang, Y., D. Li., X. Hengchuan., Z. Keming., L. Haijun., dan C. Keping. 2013. Protein Profile of rice (*Oryza sativa*) seeds. *Geneticd and Molecular Boilogy* 36(1) : 87-92