

Pemanfaatan Bakteri Azotobacter untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Pupuk Urea pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

NI MADE INDRA PUSPAWATI
KHAMDAN KHALIMI*)
GUSTI NGURAH ALIT SUSANTA WIRYA

Magister Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman, Denpasar 80231 Bali
*)Email: khamdankhalimi@yahoo.com

ABSTRACT

Utilization of Azotobacter Bacteria to Increase the Efficiency of Urea Fertilizer Use in Rice Plants (*Oryza sativa* L.)

Rice is a food plant in the form of grasses (Gramineae) originating from the tropical and subtropical continents of Asia and West Africa. Nearly half of the world's population, including Indonesia, uses rice as the staple food consumed to meet food needs. Based on BPS data, the population shows an increase every five years. It is inversely proportional to the decreasing total rice production. One of the efforts to improve the cultivation technology package and increase the quality of intensification is the use of Azotobacter bacteria as a biofertilizer. Based on the isolation results, 52 Azotobacter isolates were found grown on Abhys mannitol agar. Based on the results of the selection of Azotobacter bacterial isolates, it was found that four Azotobacter bacterial isolates had the best effect on root growth of rice plants, namely the Azotobacter PD3, PD23, PD48, and PD51 bacterial isolates. The test results with GC-MS showed that 2 compounds were thought to contribute to increasing the growth of rice plants. These compounds were n-Hexadecanoic acid and oleic acid, which were included in the fatty acid group. The isolates of the Azotobacter PD3, PD48, PD51 bacteria were able to increase the efficiency of using urea by 25-50%. In comparison, the PD23 bacteria were able to increase the efficiency of using urea by 25% based on the number of tillers.

Keywords: rice plants, urea fertilizer, azotobacter bacteria

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan beras di Indonesia setiap tahun meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, namun sebaliknya produktivitas padi dan produksi beras di Indonesia cenderung menurun. Menurut Hulopi dan Sutoyo (2010), berbagai usaha dilakukan pemerintah dalam meningkatkan produksi beras antara lain melalui

perbaikan paket teknologi budidaya dan pasca panen, peningkatan mutu intensifikasi, meningkatkan luas areal pertanaman, rehabilitasi lahan dan pencetakan lahan sawah pertanian baru. Usaha-usaha tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap peningkatan produksi beras di Indonesia. Salah satu usaha perbaikan paket teknologi budidaya dan peningkatan mutu intensifikasi adalah pemanfaatan bakteri *Azotobacter* sebagai biofertilizer.

Baldani *et al.* (1997) menyatakan bahwa *Azotobacter* adalah bakteri penambat nitrogen non-simbiotik yang hidup bebas di tanah dan termasuk salah satu dari kelompok bakteri aerobik yang mengkolonisasi permukaan akar, sehingga pemanfaatannya dapat meningkatkan volume akar. Tingginya volume akar berkontribusi dalam penyerapan air dan unsur hara. Salah satu unsur hara sintetik yang esensial bagi tanaman padi adalah urea yang mengandung unsur nitrogen.

Menurut Purwani dan Nurjaya (2020) bahwa penggunaan pupuk NPK 25% dari dosis anjuran dan *Azotobacter* mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung sebesar 27,86% dan 8,16% jika dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK 100% dari dosis anjuran. Menurut Mahato dan Asmita (2018) bahwa penggunaan pupuk NPK dan perendaman benih sorgum dengan *Azotobacter* dapat meningkatkan jumlah biji per tanaman sebesar 4% jika dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK tanpa inokulasi *Azotobacter*.

Berdasarkan uraian di atas, maka fokus penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat bakteri *Azotobacter* yang digunakan untuk mereduksi penggunaan pupuk urea pada tanaman padi.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan isolat bakteri *Azotobacter* yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, mendapatkan isolat Bakteri *Azotobacter* terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, mengetahui senyawa yang dihasilkan oleh isolat bakteri *Azotobacter* yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, dan mengetahui kemampuan isolat bakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk urea pada tanaman padi.

2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2020 – februari 2012. Penelitian meliputi kegiatan pengambilan sampel tanah dan akar tanaman di rizosfer dan rhizoplane tanaman padi di Denpasar (Pemogan, Pedungan, Renon, Peguyangan, Sanur, Sesetan, dan Sidakarya). Isolasi bakteri *Azotobacter* dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Unud Denpasar dan percobaan rumah kaca dilakukan di Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar. Identifikasi senyawa pada kultur *Azotobacter* dengan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) dilakukan di Laboratorium Forensik Polda Bali. Sedangkan penelitian dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan di Laboratorium LPPT Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

2.2 Alat dan Bahan

Bahan penelitian meliputi benih padi varietas Cigeulis, isolat bakteri, pasir, media Asbhy's mannitol agar (20 liter mannitol, 0,2 gr dipotassium phosphatate, 0,2 gr magnesium sulphate, 0,2 gr sodium chloride, 0,1 gr potassium sulphate, 5 gr calcium carbonate, 15 gr agar), $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, air steril, pupuk urea, akar tanaman padi, tisu, media Trypic Soy Broth (17 gr Tryptone, 3 gr Phytone, 5 gr NaCl, 2,5 gr K_2HPO_4 , 2,5 gr glukosa), etanol, buffer elusi, larutan glutaraldehyde, buffer sodium cacodylate, osmium tetroxide, etil alkohol, t-butylalcohol.

Alat penelitian meliputi timbangan, vortex mixer, pinset, cup, penggaris, meteran, klorofil meter, tabung reaksi, erlenmeyer, jarum ose, vacuum freeze drying, aluminium foil, laminar air flow, api bunsen.

2.3 Tahapan Penelitian

Penelitian meliputi pengambilan sampel dan isolasi bakteri *Azotobacter*, seleksi bakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, identifikasi senyawa yang dihasilkan oleh kultur *Azotobacter* dengan GC-MS, analisis kolonisasi *Azotobacter* pada akar tanaman padi dengan SEM, uji efisiensi bakteri *Azotobacter* terbaik dalam penyerapan pupuk urea pada tanaman padi.

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 14 perlakuan dan 4 ulangan jadi total unit penelitiannya adalah 56. Pada penelitian ini digunakan dosis pupuk urea 100%, 75%, dan 50% berdasarkan kriteria kementerian pertanian terkait dengan pengujian efektivitas pupuk hayati. Kriteria dari 14 perlakuan adalah Kontrol, Dosis 100% urea, dosis 100% urea + *Azotobacter* isolat PD3, dosis 75% urea + *Azotobacter* isolat PD3, dosis 50% urea + *Azotobacter* isolat PD3, dosis 100% urea + *Azotobacter* isolat PD23, dosis 75% urea + *Azotobacter* isolat PD23, dosis 50% urea + *Azotobacter* isolat PD23, dosis 100% urea + *Azotobacter* isolat PD48, dosis 75% urea + *Azotobacter* isolat PD48, dosis 50% urea + *Azotobacter* isolat PD48, dosis 100% urea + *Azotobacter* isolat PD51, dosis 75% urea + *Azotobacter* isolat PD51, dosis 50% urea + *Azotobacter* isolat PD51.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Isolasi dan Seleksi Bakteri *Azotobacter* dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Padi

Berdasarkan hasil isolasi bakteri *Azotobacter* dari rizosfer dan rhizoplane tanaman padi diperoleh sebanyak 52 isolat bakteri *Azotobacter*. Isolat bakteri *Azotobacter* didapatkan melalui eksplorasi pada tanaman padi di beberapa wilayah Kota Denpasar. Isolasi bakteri *Azotobacter* menggunakan media selektif yaitu *Abhy's mannitol agar* (ABS). Media ABS merupakan media selektif untuk *Azotobacter*. Bakteri dapat dikonfirmasi sebagai bakteri *Azotobacter* melalui kemampuannya tumbuh pada media ABS (Pal *et al.*, 2017). Media ABS merupakan media yang digunakan untuk isolasi *Azotobacter* yang menggunakan mannitol sebagai sumber karbon dan nitrogen atmosfer sebagai sumber nitrogen. Kandungan dipotassium fosfat

berperan sebagai penyangga pada media serta terdapat berbagai ion penting yang terkandung pada media ini yang dibutuhkan untuk mendorong pertumbuhan *Azotobacter*.

Seleksi isolat bakteri *Azotobacter* yang terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dilakukan dengan cara merendam benih padi dalam suspensi isolat bakteri *Azotobacter*. Pemilihan isolat bakteri *Azotobacter* terbaik dilakukan berdasarkan perhitungan bobot kering akar dan tajuk tanaman padi. Pertumbuhan tanaman dicirikan dengan bertambahnya ukuran dan jumlah sel tanaman yang bersifat tidak dapat balik (*irreversible*) (Gardner, dkk., 200). Berdasarkan hasil seleksi bakteri *Azotobacter* didapatkan 4 bakteri yang terbaik dalam meningkatkan bobot kering akar dan tajuk tanaman padi. Isolat bakteri tersebut adalah PD3, PD23, PD48, dan PD51.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Widodo *et al.* (2004), salah satu karakter tanaman padi yang berdaya hasil tinggi dicirikan dengan akar yang banyak. Semua kultivar yang diujikan menunjukkan bahwa tanaman padi yang berdaya hasil tinggi memiliki akar yang banyak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pertumbuhan dan hasil tanaman padi.

3.2 Identifikasi Senyawa yang Dihasilkan oleh Kultur *Azotobacter* dengan GC-MS

Empat bakteri terbaik dalam mendukung pertumbuhan akar dan tanaman padi kemudian dilakukan identifikasi senyawa yang dihasilkan untuk mengetahui senyawa yang berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan akar dan tanaman padi.

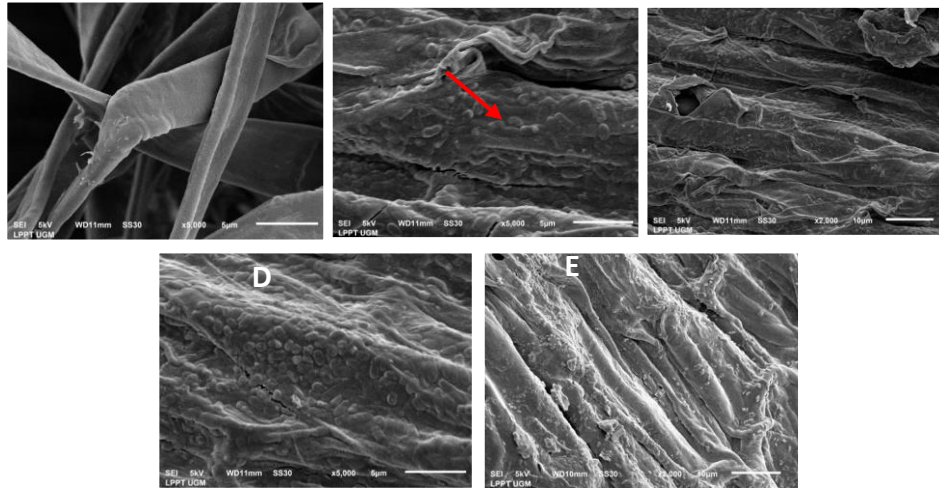
Hasil penelusuran berdasarkan referensi tentang aktivitas biologi terhadap 9 senyawa yang dihasilkan *Azotobacter* PD3, 12 senyawa yang dihasilkan *Azotobacter* PD23, 7 senyawa yang dihasilkan *Azotobacter* PD48, 5 senyawa yang dihasilkan *Azotobacter* PD51 menunjukkan bahwa terdapat 2 senyawa yang diduga berkontribusi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, senyawa tersebut adalah *n*-Hexadecanoic acid dan oleic acid yang termasuk dalam kelompok asam lemak.

Asam lemak merupakan senyawa metabolit primer yang mampu digunakan sebagai energi untuk pertumbuhan, sehingga tidak bersifat menghambat. Oleic acid merupakan senyawa yang dihasilkan oleh keempat isolat bakteri *Azotobacter*. Ringbom *et al.* (2001) menyatakan bahwa senyawa-senyawa asam lemak seperti asam Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate Uniphat A60, *n*-Hexadecanoic acid, *n*-Hexadecanoic acid palmitic acid banyak ditemukan pada tumbuhan sebagai substrat energi bagi sel.

3.3 Pengamatan Kolonisasi Bakteri *Azotobacter* pada Akar Tanaman Padi dengan Scanning Electron Microscope (SEM)

Hasil pengamatan akar tanaman padi dengan menggunakan SEM (SEI 5 kV WD11 mm SS30) menunjukkan bahwa isolat bakteri *Azotobacter* PD3, PD23, PD48, dan PD51 mampu berkolonisasi di akar tanaman padi (Gambar 1). Sedangkan hasil

pengamatan pada akar tanaman kontrol menunjukkan bahwa tidak terdapat kolonisasi bakteri. Hasil ini menunjukkan bahwa isolat bakteri *Azotobacter* mampu berasosiasi dengan akar tanaman padi.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Isolat bakteri *Azotobacter* pada Akar Tanaman Padi dengan Menggunakan SEM. A. Kontrol, B. Isolat Bakteri *Azotobacter* PD3, C. Isolat Bakteri *Azotobacter* PD23, D. Isolat Bakteri *Azotobacter* PD48, E. Isolat Bakteri *Azotobacter* PD51

3.4 Uji Efisiensi Isolat Bakteri *Azotobacter* dalam Meningkatkan Penyerapan Pupuk Urea pada Tanaman Padi

Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah parameter pertumbuhan vegetatif tanaman, yaitu tinggi tanaman, klorofil daun, luas daun, jumlah daun, jumlah anakan, bobot basah akar, bobot basah tajuk, bobot basah tanaman, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering tanaman. Bagian vegetatif tanaman padi berperan dalam mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

3.4.1 Tinggi tanaman

Berdasarkan hasil penelitian, parameter tinggi tanaman padi tidak berbeda nyata antara perlakuan (Tabel 1). Perlakuan pemanfaatan isolat bakteri *Azotobacter* tidak memberikan perbedaan nyata. Hasil pengukuran tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan pupuk urea 75% + isolat bakteri *Azotobacter* PD51 menunjukkan hasil tertinggi yaitu 57,60 cm namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan-perlakuan lainnya termasuk perlakuan standar (100% pupuk urea).

Perlakuan pemberian isolat bakteri *Azotobacter* tidak memberikan respon yang nyata terhadap tinggi tanaman padi karena adanya pengaruh genetik. Pada penelitian ini digunakan varietas padi yang sama sehingga memiliki sifat genetik yang sama. Sesuai dengan pernyataan Supriyadi *et al.* (t.t) bahwa adanya variasi tinggi tanaman disebabkan oleh faktor genetik dari varietas.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman, Klorofil Daun, dan Luas Daun

Perlakuan	Parameter Pengamatan		
	Tinggi Tanaman	Klorofil Daun	Luas Daun
K	51,23 a	27,72 g	208,95 c
STD	54,35 a	30,37 b	517,05 a
PD3 50%	54,35 a	27,78 g	518,02 a
PD23 50%	56,13 a	27,57 g	424,93 b
PD48 50%	55,00 a	28,67 f	436,11 b
PD51 50%	55,48 a	29,07 d	539,31 a
PD 3 75%	55,40 a	28,86 e	485,08 b
PD23 75%	56,30 a	31,65 a	422,06 b
PD48 75%	54,98 a	28,47 f	484,90 b
PD51 75%	57,70 a	30,52 b	472,67 b
PD3 100%	55,28 a	30,98 a	659,73 a
PD23 100%	55,18 a	32,30 a	560,97 a
PD48 100%	55,33 a	29,22 d	571,11 a
PD51 100%	54,73 a	29,95 c	597,97 a

3.4.2 Kadar klorofil daun

Berdasarkan tabel 1 kadar klorofil daun tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan PD23 75% dan terendah adalah kontrol. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa perlakuan 75% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD23, pupuk urea 100% + isolat *Azotobacter* PD3, dan pupuk urea 100% + isolat *Azotobacter* PD23 memberikan hasil yang berbeda nyata dari perlakuan standar (100% pupuk urea). Sedangkan perlakuan 75% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD51 menunjukkan perbedaan yang tidak nyata dengan standar.

3.4.3 Luas daun

Berdasarkan hasil penelitian (tabel 1), didapatkan bahwa luas daun tertinggi didapatkan pada perlakuan 100% pupuk urea dan isolat bakteri *Azotobacter* PD3 dan terendah pada perlakuan kontrol. Daun yang lebih luas akan menunjang penangkapan cahaya matahari untuk fotosintesis. Proses fotosintesis berlangsung berbanding lurus dengan luas daun, semakin besar luas daun maka proses fotosintesis akan meningkat sehingga hasil fotosintat yang terbentuk di daun akan semakin banyak (Wibowo *et al.*, 2012).

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun dan Jumlah Anakan

Perlakuan	Parameter Pengamatan	
	Jumlah Daun	Jumlah Anakan
K	15,25 e	5,00 c
STD	31,25 a	10,50 a
PD3 50%	26,75 b	9,00 a
PD23 50%	22,75 d	7,75 b
PD48 50%	25,00 c	8,25 a
PD51 50%	27,75 b	9,50 a
PD 3 75%	27,75 b	9,00 a
PD23 75%	23,00 d	8,00 a
PD48 75%	27,00 b	8,50 a
PD51 75%	26,00 b	8,50 a
PD3 100%	34,75 a	11,25 a
PD23 100%	31,00 a	10,50 a
PD48 100%	32,00 a	10,75 a
PD51 100%	33,00 a	9,75 a

3.4.4 Jumlah daun

Berdasarkan hasil penelitian, jumlah daun tertinggi didapatkan pada perlakuan 100% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD3 (tabel 2). Penambahan isolat bakteri *Azotobacter* pada pemupukan urea standar mampu meningkatkan jumlah daun dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan standar. Pemberian isolat bakteri *Azotobacter* mampu meningkatkan jumlah daun tanaman padi, sesuai dengan penelitian Aryanto *et al.* (2015) penggunaan kompos yang diperkaya dengan 7 isolat yang ditambahkan NPK dosis 50% dan 4 isolat yang ditambahkan dengan NPK dosis 50% dapat meningkatkan jumlah daun pada padi sawah.

3.4.5 Jumlah anakan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah anakan tertinggi didapatkan pada perlakuan 100% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD3 (tabel 2). Hasil menunjukkan bahwa semua perlakuan kecuali kontrol dan 50% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD23 tidak berbeda nyata dengan standar. Hasil menunjukkan bahwa pemberian isolat bakteri *Azotobacter* mampu meningkatkan jumlah anakan tanaman padi. Sesuai dengan penelitian Syam'un *et al.* (2012), pemberian pupuk anorganik dan pupuk hayati secara nyata meningkatkan serapan N pada tanaman padi. Unsur N berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman dan mampu merangsang jumlah anakan padi.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Bobot Basah Akar, Batang dan Tanaman

Perlakuan	Parameter Pengamatan		
	Bobot Basah Akar	Bobot Basah Tajuk	Bobot Basah Tanaman
K	5,16 c	4,69 e	9,85 d
STD	9,98 a	12,55 a	22,52 a
PD3 50%	9,52 a	9,10 d	18,62 c
PD23 50%	9,69 a	9,14 c	18,83 c
PD48 50%	10,03 a	9,10 d	19,13 b
PD51 50%	8,73 b	10,01 b	18,74 c
PD 3 75%	9,78 a	10,58 a	20,36 a
PD23 75%	10,10 a	10,01 b	20,11 a
PD48 75%	9,75 a	9,89 b	19,64 a
PD51 75%	9,22 a	10,33 a	19,55 a
PD3 100%	11,83 a	11,77 a	23,59 a
PD23 100%	11,73 a	11,95 a	23,68 a
PD48 100%	11,08 a	12,07 a	23,14 a
PD51 100%	10,24 a	12,30 a	22,54 a

3.4.6 Bobot basah akar, tajuk, dan tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bobot basah akar tanaman tertinggi adalah perlakuan 100% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD3 (tabel 3). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa penambahan isolat bakteri *Azotobacter* mampu meningkatkan bobot basah akar tanaman padi. Pemberian isolat *Azotobacter* memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan standar hingga pengurangan dosis urea 50% (kecuali perlakuan 50% urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD51).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang memberikan hasil tertinggi terhadap bobot basah tajuk adalah perlakuan standar (100% pupuk urea) (tabel 3). Perlakuan 75% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD3, Perlakuan 75% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD51, serta perlakuan 100% pupuk urea ditambah masing-masing isolat Bakteri *Azotobacter* PD3, PD23, PD48, dan PD51 berbeda tidak nyata dengan perlakuan standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan isolat bakteri *Azotobacter* PD3 dan PD51 mampu mengurangi penggunaan pupuk urea sebesar 25%.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bobot basah tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan 100% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD23 (tabel 3). Bobot basah tanaman pada perlakuan pupuk urea 75% dan 100% yang ditambahkan masing-masing isolat bakteri *Azotobacter* PD3, PD23, PD48, dan PD51 tidak berbeda nyata dengan perlakuan standar.

3.4.7 Bobot kering akar, tajuk, dan tanaman

Bobot kering akar tertinggi terdapat pada perlakuan 100% urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD23 (tabel 4). Hasil perhitungan statistika menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan penggunaan pupuk urea sampai 50% dari rekomendasi tidak mengurangi bobot kering akar tanaman.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Bobot Kering Akar, Tajuk, dan Tanaman

Perlakuan	Parameter Pengamatan		
	Bobot Kering Akar	Bobot Kering Tajuk	Bobot Kering Tanaman
K	1,19 a	1,34 e	2,52 d
STD	1,97 a	3,54 a	5,51 a
PD3 50%	2,08 a	2,71 c	4,79 c
PD23 50%	2,20 a	2,50 d	4,70 c
PD48 50%	2,31 a	2,51 d	4,82 c
PD51 50%	1,80 a	2,96 a	4,77 c
PD 3 75%	2,32 a	2,97 a	5,29 a
PD23 75%	2,29 a	2,66 c	4,95 a
PD48 75%	1,96 a	2,76 b	4,73 c
PD51 75%	2,10 a	2,78 b	4,88 b
PD3 100%	2,89 a	3,32 a	6,21 a
PD23 100%	2,97 a	3,21 a	6,18 a
PD48 100%	2,25 a	3,48 a	5,73 a
PD51 100%	2,25 a	3,20 a	5,45 a

Berdasarkan hasil penelitian bobot kering tajuk tertinggi didapatkan pada perlakuan standar (100% pupuk urea) (tabel 4). Hasil perhitungan bobot kering tajuk menunjukkan bahwa perlakuan 100% pupuk urea ditambah isolat bakteri *Azotobacter* PD3, PD23, PD48, dan PD51; perlakuan 75% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD3; dan perlakuan 50% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD51 tidak berbeda nyata dengan perlakuan standar. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan pupuk urea sampai 50% dari rekomendasi dengan penambahan isolat bakteri *Azotobacter* PD51 tidak mengurangi bobot kering tajuk.

Berdasarkan hasil penelitian bobot kering tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan 100% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD3 (tabel 4). Berat kering tanaman dipengaruhi oleh translokasi asimilat hasil fotosintesis pada tanaman pada tanaman. Menurut Gardner *et al.* (1991), bobot kering tanaman menggambarkan jumlah unsur hara dan pemanfaatan radisasi matahari yang tersedia selama pertumbuhan oleh tajuk tanaman terutama daun. Selain itu, nutrisi dalam tanaman terutama N merupakan unsur penting dan erat kaitannya dengan pertumbuhan akar.

3.5 Uji Efisiensi Isolat Bakteri dalam Mereduksi Penggunaan Pupuk urea Berdasarkan ESR (Efisiensi Substitusi Relatif)

Nilai ESR menunjukkan seberapa besar kemampuan isolat bakteri *Azotobacter* dalam mengurangi penggunaan pupuk urea. Berdasarkan hasil penelitian nilai ESR tertinggi diperoleh pada perlakuan 50% pupuk urea + isolat bakteri *Azotobacter* PD51 yaitu 58% (tabel 5). Lebih efisien penggunaan isolat bakteri *Azotobacter* isolat PD51 kemungkinan dipengaruhi oleh jumlah sel mikroba yang hidup, sesuai dengan pernyataan Elsanti dan Ea (2013), kepadatan sel mikroba dan dosis pupuk merupakan dua hal yang harus saling sinergi agar efisiensi penggunaan pupuk anorganik maksimal. Hal ini berkaitan dengan kemampuan mikroba dalam berinteraksi dengan faktor lingkungan.

Berdasarkan perhitungan populasi bakteri dengan metode *total plate count* (TPC) didapatkan bahwa jumlah koloni bakteri terbanyak didapatkan pada formulasi isolat bakteri *Azotobacter* PD51 yaitu 89×10^6 cfu/ml. Jumlah koloni bakteri pada masing-masing formulasi yang mengandung isolat bakteri *Azotobacter* PD3, PD23, dan PD48 secara berturut-turut adalah 51×10^6 cfu/ml, 41×10^6 cfu/ml, dan 59×10^6 cfu/ml.

Anakan pada tanaman padi merupakan ciri pertumbuhan tanaman padi dalam mendukung produktivitas dan kesehatan tanaman. Jumlah anakan yang dihasilkan pada fase vegetatif akan mempengaruhi jumlah anakan produktif yang kemudian akan mempengaruhi jumlah malai yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah anakan yang dihasilkan maka jumlah malai yang dihasilkan akan meningkat sehingga semakin besar potensi hasil yang akan dicapai. Berdasarkan penelitian Setiawati *et al.* (2016), pemupukan NPK dengan dosis anjuran yang dikombinasikan dengan pupuk hayati menghasilkan anakan yang relatif banyak dan berbeda nyata dengan kontrol atau yang hanya mendapatkan perlakuan pupuk hayati atau pupuk NPK saja.

Bakteri *Azotobacter* memiliki kemampuan dalam memfiksasi Nitrogen sehingga kehilangan unsur nitrogen dapat ditekan serta penyerapan unsur nitrogen oleh tanaman lebih optimal. Kapasitas penyerapan unsur N pada tanaman padi adalah terbatas sehingga pemberian pupuk N yang berlebih tidak mampu diserap oleh akar tanaman padi dan dapat hilang melalui proses volatilisasi, pencucian air irigasi, dan *leaching* (Triyono *et al.*, 2013). Pemberian pupuk -N sesuai kebutuhan tanaman bertujuan agar tanaman padi mampu menyerap secara optimal unsur hara serta untuk mengurangi tingkat kehilangan akibat akumulasi N pada lapisan tanah dalam bentuk NH_4 dan NO_3 ataupun menjadi gas seperti NO_x . Langkah yang dapat dilakukan adalah dengan efisiensi penggunaan pupuk N.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Efisiensi Substitusi Relatif (ESR) pada Jumlah Anakan Tanaman Padi

No	Perlakuan	Jumlah anakan (gram)	ESR (%)
1	K	5	-
2	STD	10,5	0
3	PD3 50%	9	71
4	PD23 50%	7,75	49
5	PD48 50%	8,25	58
6	PD51 50%	9,5	80
7	PD3 75%	9	71
8	PD23 75%	8	53
9	PD48 75%	8,5	62
10	PD51 75%	8,5	62
11	PD3 100%	11,25	111
12	PD23 100%	10,5	98
13	PD48 100%	10,75	102
14	PD51 100%	9,75	85

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil isolasi ditemukan 52 isolat bakteri *Azotobacter* yang ditumbuhkan pada media *Abhys* mannitol agar. Berdasarkan hasil seleksi isolat bakteri *Azotobacter* didapatkan empat isolat bakteri *Azotobacter* yang memberikan pengaruh terbaik pada pertumbuhan akar tanaman padi yaitu isolat bakteri *Azotobacter* PD3, PD23, PD48, dan PD51. Hasil pengujian dengan GC-MS menunjukkan bahwa terdapat 2 senyawa yang diduga berkontribusi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, senyawa tersebut adalah *n*-Hexadecanoic acid dan oleic acid yang termasuk dalam kelompok asam lemak. Isolat bakteri *Azotobacter* PD3, PD48, PD51 mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk urea sebesar 25-50% sedangkan bakteri PD23 mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk urea sebesar 25% berdasarkan parameter jumlah anakan.

Daftar Pustaka

- Aryanto, A., Triadiati, Sugiyanta. 2015. Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah dan Gogo dengan Pemberian Pupuk Hayati Berbasis Bakteri Pemacu Tumbuh di Tanah Masam. *Jurnal Ilmu Pertaian Indonesia (JIPI)*, 20(3): 229-235.
- Baldani, J.L., Leonardo, C., Vera, L.D.B., Silvia, R.G., Johanna, D. 1997. Recent Advances in BNF with Non-Legume Plants. *Soil Biol. Biochem*, 29(5/6): 911-922.
- Elsanti dan Ea, K. 2013. Efektivitas Pupuk Hayati BF2 terhadap Produksi Biomassa Tanaman Casisim (*Brassicca* sp.). Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian RI. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Hal: 139-146.

- Gardner, F.P., Pearce, R.B., Mitchell, R.L. 2008. *Fisiologi Tanaman* (Terjemahan Herawati Susilo). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Hulopi, F., Sutoyo. 2010. Upaya Meningkatkan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Pengaturan Model Tanam Jajar Legowo. *Buana Sains*, 10(2): 131-138.
- Mahato, S., Asmita, K. 2018. Comparative Study of *Azotobacter* with or without other Fertilizer og Growth and Yield of Wheat in Western Hills of Nepal. *Annals of Agrarian Science*, 16: 250-256.
- Pal, P., Nazma, K., Kumar, B. 2017. Potential Screening of *Azotobacter* from Soil. *Int J. Adv. Res*, 5(3): 24-31.
- Purwani, J., Nurjaya. 2020. Effectiveness of Inorganic Fertilizer and Biofertilizer Application on Maize Yield and Fertilizer Use Efficiency on Inceptisol from West Java. *J Trop Soils*, 25(1): 11-20.
- Ringbom, T., Huss, U., Stenholm, A., Flock, S., Skattebol, L., Perera, P., and Bohlin, L. 2001. COX-2 Inhibitory Effects of Naturally Occurring and Modified Fatty Acids. *Journal of Natural Products*, 64(6): 745-749.
- Setiawati, M.R., Emma, T.S., Zaenal, M. 2016. Pengaruh Pupuk Hayati Padat Terhadap Serapan N dan P Tanaman, Komponen Hasil dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jur. Agroekotek*, 8(2): 120-130.
- Supriyadi, H., Nandang, S., Agus, G. (t.t). Penerapan Kalender Tanam Terpadu terhaap Peningkatan Produktivitas Beberapa Varietas Padi Sawah di Kabupaten Kuningan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Jawa Barat.
- Syam'un, E., Kaimuddin, Dachlan, A. 2012. Pertumbuhsn Vegetatif daN Serapan N Tanaman yang Diaplikasikan Pupuk N Anorganik dan Mikroba Penambah N Non-Simbiotik. *Jurnal Agrivor*, 11(2): 251-261.
- Triyono, A., Purwanto, Budiyono. 2013. Efisiensi Penggunaan Pupuk –N untuk Pengurangan Kehilangan Nitrat pada Lahan Pertanian. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumber Daa Alam dan Lingkungan.
- Wibowo, A., Setyastuti, P., Rohmanti, R. 2012. Pertumbuham dan Hasil Benih Kedelai Hitam (*Glycine max* (L.) Merr) Mallika yang Ditanam Secara Tumpangsari dengan Jagung Manis (*Zea mays* Kelompok Sccharata). *Vegetalika Journal*, 1(4): hal.
- Widodo, M., Chozin, dan Mahmudi. 2004. Hubungan Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Kultivar Padi Lokal pada Tanah Gambut dengan Pemberian Dolomit. *Jurnal Ilmu-ILmu Pertanian Indoensia*, 6(2): 75-82.