



Kesesuaian Mikroba Penambat-N₂ Asal Rhizosfer Tanaman Mimba Dengan Pertumbuhan Tanaman Jagung

Yusminah Hala¹, Arifah Novia Arifin²

Universitas Negeri Makassar

Email: yushala12@gmail.com

Abstrak. Bakteri penambat-N₂ asal rhizosfer tanaman mimba yakni *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* dicoba untuk diinokulasikan ke akar tanaman jagung untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman jagung dan kemampuan pengikatan N₂ bebas. Bakteri *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Actinomyces* diinokulasikan kepada benih jagung untuk uji kemampuan asosiasi dengan tanaman jagung secara in vitro dan untuk mengukur pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung. Inokulum bakteri diinokulasi kepada benih tanaman jagung siap tanam. Parameter yang diukur adalah kecepatan pembentukan akar dan pucuk dan parameter pertumbuhan vegetatif lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Actinomyces* berpengaruh terhadap kecepatan terbentuknya radikula, panjang radikula dan parameter pertumbuhan vegetatif lainnya, seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan panjang daun. Bakteri yang paling tinggi pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman adalah *Azotobacter* sp.

Kata Kunci: Bakteri Penambat-N₂, Tanaman Mimba, Tanaman Jagung

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk Indonesia dari hari ke hari makin tinggi. Peningkatan jumlah penduduk ini tidak diiringi dengan peningkatan sumber daya alam. Sumber daya alam yang sifatnya tetap semakin terasa berkurang sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk. Upaya yang dilakukan pemerintah untuk menyediakan pangan yang cukup bagi masyarakat tidak pernah menurun, bahkan meningkat setiap tahunnya. Upaya peningkatan produksi pertanian ini dilakukan baik melalui intensifikasi, diversifikasi maupun ekstensifikasi.

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan penting karena jagung merupakan sumber karbohidrat kedua terbesar yang dikonsumsi setelah nasi dan sangat disukai oleh masyarakat Indonesia. Selain itu jagung merupakan salah satu tanaman pangan penting di dunia (Canas, et al., 2010). Permintaan jagung yang terus meningkat memberikan tekanan kepada produsen untuk melakukan perbaikan sistem budidaya guna meningkatkan hasil produksi. Salah satu pendekatan yang digunakan petani Indonesia untuk meningkatkan produktivitasnya adalah dengan menjaga kesuburan tanah sebagai salah satu aspek budidaya yang tidak dapat dipisahkan dari peningkatan produktivitas tanaman jagung.

Salah satu upaya untuk menjaga kesuburan tanah dalam rangka peningkatan produksi jagung adalah dengan upaya pemupukan. Banyak pupuk yang telah diuji

untuk tanaman jagung. Mulai dari pupuk kimia yang diproduksi di pabrik hingga ke pupuk organik. Pupuk dapat meningkatkan hasil panen jagung baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hal ini disebabkan kemampuan pupuk untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara, meningkatkan kesehatan tanaman dan mengurangi perkembangan penyakit. Pupuk yang biasanya digunakan pada tanaman adalah pupuk organik (misalnya pupuk kandang) dan pupuk anorganik (misalnya pupuk urea dan pupuk NPK) (Azeem, et al.. 2014; Jumadi et al. 2019). Pupuk organik banyak disukai oleh orang-orang dengan alasan kesehatan dan demi menjaga kelestarian lingkungan.

Jagung menghendaki tanah yang subur untuk dapat berproduksi dengan baik. Hal ini dikarenakan tanaman jagung membutuhkan unsur hara terutama nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam jumlah yang banyak (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 2008). Kebutuhan hara yang direkomendasikan untuk tanaman jagung adalah 200 kg N ha⁻¹, 150 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 150 kg K₂O ha⁻¹ serta bahan organik 10 sampai 20 ton per hektar (Anonimous, 1995; Koswarah, 1989).

Ketersediaan nitrogen bagi tanaman dapat ditingkatkan dengan bantuan bakteri penambat-N₂ yang hidup pada akar. Bakteri penambat-N₂ ini mempunyai enzim penambat nitrogen yang dikenal dengan nitrogenase yang dapat bekerja mengkatalisis reaksi perubahan N₂ menjadi senyawa ammonia (2NH₃). Ammonia kemudian mengalami perubahan menjadi ammonium (NH₄⁺) dan nitrat (NO₃⁻) yaitu bentuk-bentuk nitrogen anorganik yang dapat diserap oleh tanaman.

Aplikasi bakteri penambat nitrogen pada bagian rizosfer tanaman sudah pernah dilakukan dan memberikan hasil yang menggembirakan. Aplikasi konsorsium bakteri penambat nitrogen (BPN) selain berpengaruh nyata terhadap perubahan karakteristik kimia tanah terutama aspek Corganik, KTK tanah, dan ketersediaan hara N dan P juga berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif dan biomassa tanaman jagung. Konsorsium bakteri ini meningkatkan efisiensi pemupukan melalui pengurangan dosis pupuk anorganik hingga 50% (Hidayat et al. 2020). Penggunaan inokulan penambat nitrogen baik sebagai inokulan tunggal maupun campuran, umumnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman jagung. (Latupapua dan Suliasih. 2001). Bakteri penambat N-2 yang digunakan dan memperlihatkan asosiasi pertumbuhan yang baik dengan tanaman jagung adalah *Aspergillus sp.*, *Azospirillum sp.*, dan *Azotobacter sp.* yang mampu memacu pertumbuhan jagung

Bakteri penambat Nitrogen ditemukan dan dapat diisolasi dari rhizosfer tanaman. Rhizosfer tanaman yang paling sesuai dengan pertumbuhan dan keberadaan bakteri penambat nitrogen yang cocok untuk tanaman padi gogo adalah tanaman yang dapat hidup pada tanah-tanah kering dan kurus yakni kurang unsur hara.

Salah satu tanaman yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi tanah kering dan tandus adalah Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss). Tanaman mimba tergolong tanaman perdu/terna yang pertama kali ditemukan didaerah Hindustani, di Madhya Pradesh, India. Mimba datang atau tersebar ke Indonesia diperkirakan sejak tahun 1.500. Tanaman ini tumbuh di daerah Jawa Barat, Jawa Timur, dan Madura pada ketinggian sampai dengan 300 m dpl. Tanaman ini tumbuh di daerah tropis, pada

dataran rendah, tumbuh di tempat kering berkala yang tandus sering ditemukan di tepi jalan sebagai pohon perindang atau di hutan terang (Wikipedia, 2017).

Hasil isolasi mikroba dari rhizosfer mimba *Azadirachta indica* yang tumbuh pada beberapa daerah di West Bengal, India menunjukkan bahwa Rhizosfer mimba cocok untuk pertumbuhan mikroba umum penghuni tanah (Biswas, *et al.*, 2016). Hal ini memungkinkan pertumbuhan beberapa bakteri tertentu yang memiliki kemampuan untuk mencegah lingkungan mikro yang tidak menguntungkan. Populasi bakteri rhizosfer dari tanaman mimba belum dipelajari secara detail. Demikian pula keberadaan bakteri penambat-N₂, bakteri pelarut fosfat dan bakteri yang mempunyai aktivitas antagonis terhadap patogen yang menginfeksi akar pada rhizosfer tanaman mimba belum banyak dilaporkan.

Penelitian terkait mikroba rhizosfer tanaman mimba memiliki kemungkinan yang sangat besar untuk menyediakan basis data penting untuk eksplorasi dan evaluasi potensi bioprospektif di masa depan. Telah ditemukan bakteri rhizosfer tanaman mimba yang dapat menambat nitrogen yang ditandai dengan kemampuan tumbuhnya pada media tanpa nitrogen adalah *Azotobacter* (Hala dan Ali, 2019). Bakteri penambat-N₂ dari rhizosfer tanaman mimba kemungkinan adalah *Azospirillum* dan *Actinomyetes*. Bakteri penambat-N₂ hasil isolasi dari rizosfer tanaman mimba akan dipilih untuk diuji cobakan kepada tanaman jagung. Uji coba aplikasi mikroba penambat-N₂ pada tanaman jagung melalui Uji pot dilakukan untuk mengetahui pengaruh inokulasi bakteri penambat-N₂ terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung.

METODE PENELITIAN

Uji Laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi Jurusan Biologi FMIPA UNM dan Uji Pot dilakukan di Rumah Kaca Jurusan Biologi FMIPA UNM. Penelitian dilakukan selama 8 bulan dalam kurun waktu April-November 2021. Bakteri penambat-Nitrogen asal rhizosfer tanaman Mimba terdiri dari *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Actinomyetes* yang telah diisolasi sebelumnya (Hala dan Arifin, 2020)

Purifikasi dan Perbanyakkan Bakteri Penambat Nitrogen

Isolat bakteri *Actinomyetes*, *Azospirillum*, dan *Azotobacter* sudah tersedia dari penelitian sebelumnya. Sehingga, hanya perlu dilakukan purifikasi kembali dan memperbanyak koloni tunggal dari *Actinomyetes*, *Azospirillum*, dan *Azotobacter*. Bakteri *Actinomyetes*, *Azospirillum*, dan *Azotobacter* di purifikasi menggunakan medium NFB. Tujuan dari medium NFB ini untuk menyeleksi atau mengetahui bahwa ketiga bakteri ini memiliki daya menambat nitrogen, sehingga perubahan warna pada media sangat signifikan dari warna hijau (warna media NFB dengan pH 6,8) menjadi warna biru setelah dilakukan penggoresan. Purifikasi dilakukan berulang kali sebanyak 4 kali pada setiap bakteri, tujuannya untuk mendapatkan koloni tunggal dari setiap bakteri, dan dilakukan perbanyakkan pada setiap bakteri.

Uji kesesuaian bakteri penambat N2 dengan benih jagung (*Zea mays*)

Bakteri *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Actinomyces* diinokulasikan kepada benih jagung untuk uji kemampuan asosiasi dengan tanaman jagung secara in vitro. Inokulum bakteri diinokulasi kepada benih tanaman jagung siap tanam. Parameter yang diukur adalah kecepatan pembentukan akar dan pucuk

Benih jagung didesinfeksi dengan 70% (v / v) etanol selama 3 menit, dicuci tiga kali dalam air suling (aquades) steril, rendam natrium hipoklorit 2% selama 5 menit, dicuci tiga kali dengan aquades steril, kemudian dikering-anginkan dalam laminar air flow cabinet selama satu jam. Benih yang telah dikering-anginkan selanjutnya diberi perlakuan dengan isolate bakteri penambat N2, dengan cara merendam benih dengan 20 ketiga isolate bakteri penambat N2. Pada pengujian ini dilakukan secara in vitro yaitu pengamatan pengaruh inokulasi *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap kecepatan pembentukan radikula dan panjang radikula.

Uji pengaruh bakteri penambat N2 secara in planta (skala rumah kaca) terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung (*Zea mays*)

Bakteri *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Actinomyces* dibuat suspensi dengan mencampurkan NaCl 0,9% dengan beberapa koloni bakteri yang diambil menggunakan ose steril. Diinkubasi selama 48 jam untuk memperoleh bakteri dengan konsentrasi 10^{-8} – 10^{-9} cfu/ml. Kultur ditumbuhkan secara aerobik dengan shaker hingga kepadatan optik (OD600) sesuai dengan 3×10^{-8} cfu/ml. Pengujian ini dilakukan secara in vivo benih yang telah diberi perlakuan biopriming akan langsung ditanam pada media tanam. Media tanam berupa polybag secara tugal dengan 10 benih per polybag dengan jarak 2 cm dan kedalaman tanam 2 cm. Rancangan percobaan adalah Rancangan Acak Lengkap. Parameter yang diukur adalah parameter vegetatif seperti tinggi tanaman, berat tanaman, panjang daun dan berat akar.

Pengolahan Media Tanam Media Tanam yang digunakan adalah tanah.

Asal tanah yang diambil berasal dari lahan jagung yang terletak di Kabupaten Gowa. Tanah terlebih dahulu dijemur agar mengurangi kadar air, tanah diayak dengan 21 menggunakan saringan/ayakan pasir dengan ukuran 3x2 mm. Menimbang tanah dengan berat 2 kg per polybag tanaman. Tanah dimasukkan ke dalam plastik steril siap disterilisasi ke dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 20 menit.

Pemeliharaan Tanaman Jagung

Tanaman jagung disiram 2 kali dalam sehari disesuaikan dengan tingkat kekeringan tanah. Tanaman jagung dilakukan penyiangan gulma pada setiap minggu dengan mencabuti rumput yang ada disekitar tanaman jagung Pemberian Suspensi bakteri penambat nitrogen dilakukan pada umur 15 hari setelah tanam (HST) dengan konsentrasi 10^{-8} cfu/ml.

Pengukuran Parameter Vegetatif Tanaman Jagung

Tinggi tanaman jagung (cm)

Tinggi tanaman diukur pada umur 7 minggu setelah tanam. Pengukuran dimulai dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi, dengan cara meluruskan daun ke atas.

Jumlah Daun

Semua daun pada tanaman dalam satu unit perlakuan dihitung sebagai jumlah daun.

Panjang Daun (cm)

Daun tanaman jagung terpanjang dipilih kemudian diukur panjangnya, sebagai panjang daunsetiap perlakuanm.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan hasil yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan dengan taraf 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

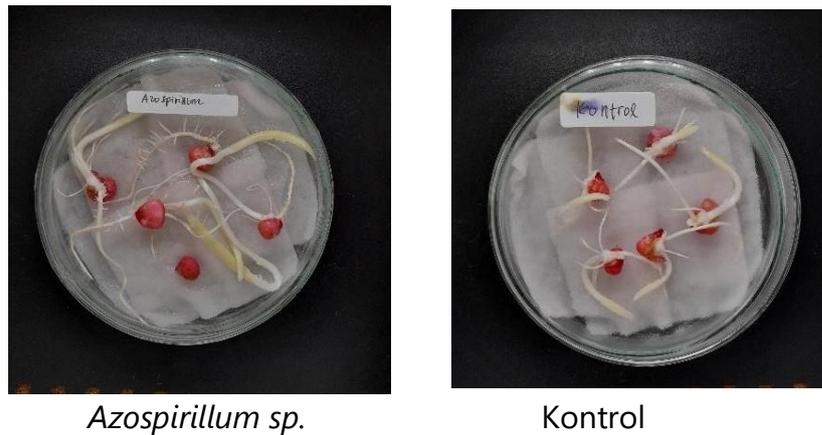
Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomycetes*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap kecepatan pembentukan radikula benih tanaman Jagung (Gambar 1). Kecepatan pembentukan radikula pada benih jagung dapat dilihat pada hari ke-5 setelah inokulasi. Radikula pada 5 hari setelah inokulasi (HIS) yang terpanjang pada perlakuan bakteri *Azospirillum sp.* (Tabel 1).



Actinomycetes sp.



Azotobacter sp.



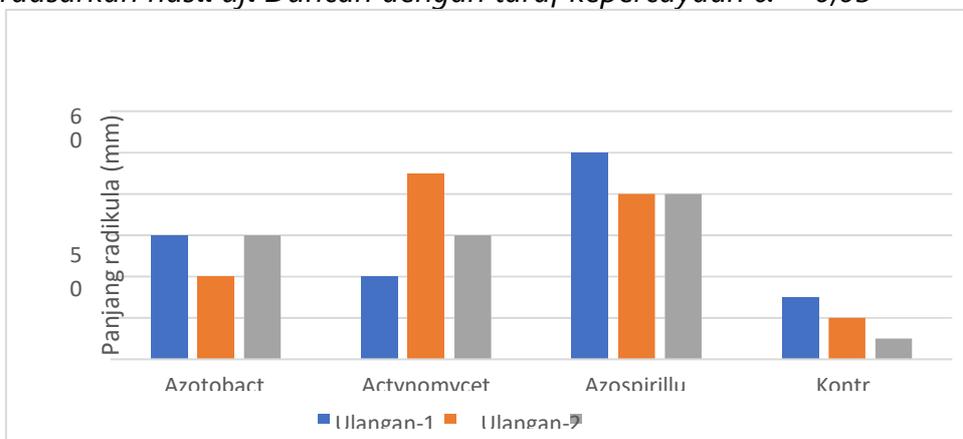
Gambar 1. Panjang radikula benih tanaman Jagung selama 5 Hari Setelah Inokulasi (HSI) *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter*.

Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *Azospirillum* dapat merangsang kecepatan pembentukan radikula lebih cepat dibanding perlakuan lainnya. *Azospirillum* lebih cepat merangsang pertumbuhan radikula benih jagung dibanding *Actinomyces* dan *Azotobacter*, sedangkan *Actinomyces* dan *Azotobacter* tidak berbeda secara nyata (Gambar 2).

Tabel 1. Rata-rata panjang radikula benih tanaman jagung setelah inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter*.

Perlakuan	Panjang radikula benih jagung (mm)			Rata-rata
	U-I	U-II	U-III	
Kontrol	15	10	5	1,00 ^a
<i>Actinomyces</i>	20	45	30	3,00 ^b
<i>Azospirillum</i>	50	40	40	4,33 ^c
<i>Azotobacter</i>	30	20	30	2,67 ^b

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan hasil yang "berbeda tidak nyata" berdasarkan hasil uji Duncan dengan taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$



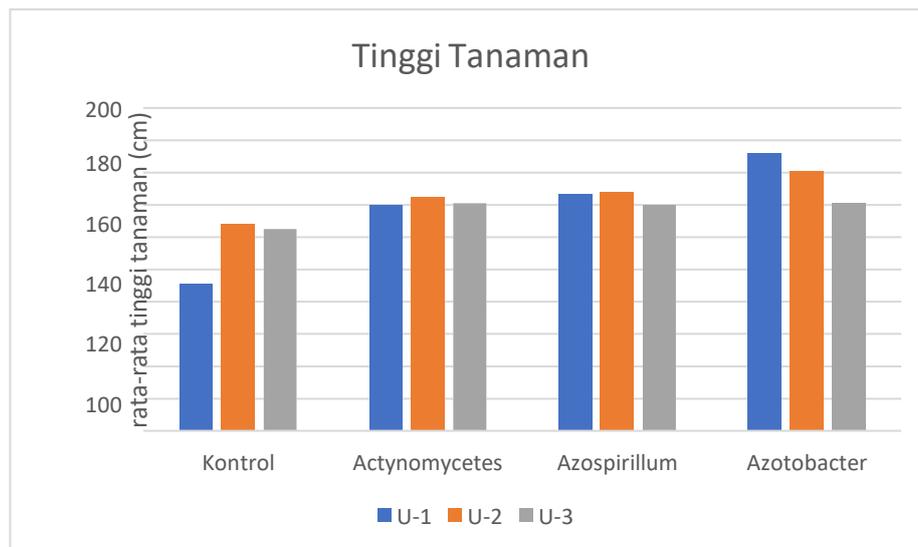
Gambar 2. Grafik perbedaan rata-rata panjang radikula benih tanaman jagung

Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap tinggi tanaman Jagung

Tinggi tanaman jagung dihitung dari pangkal batang di permukaan tanah sampai ujung daun terpanjang. Tinggi tanaman jagung dari semua unit pengamatan diukur pada saat 7 minggu sesudah tanam (MST). Tinggi tanaman jagung pada minggu ke 7 setelah tanam dapat dilihat pada Tabel 2. .

Tabel 2. Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap tinggi tanaman Jagung.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			Rata-rata
	7 MST			
	U-I	U-II	U-III	
Kontrol	91	128	125	114.67 ^a
<i>Actinomyces</i>	140	145	141	142.00 ^b
<i>Azospirillum</i>	147	148	140	145.00 ^b
<i>Azotobacter</i>	172	161	141	158.00 ^b



Gambar 3. Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap tinggi tanaman Jagung.

Hasil pengukuran tinggi tanaman jagung pada umur 7 minggu setelah tanam menunjukkan bahwa tinggi tanaman jagung yang diberi perlakuan BPN, berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan dengan bakteri *Azotobacter* memberikan tinggi tanaman jagung yang tertinggi dibandingkan dengan 2 perlakuan bakteri *Actinomyces* dan bakteri *Azospirillum* (Tabel 2).

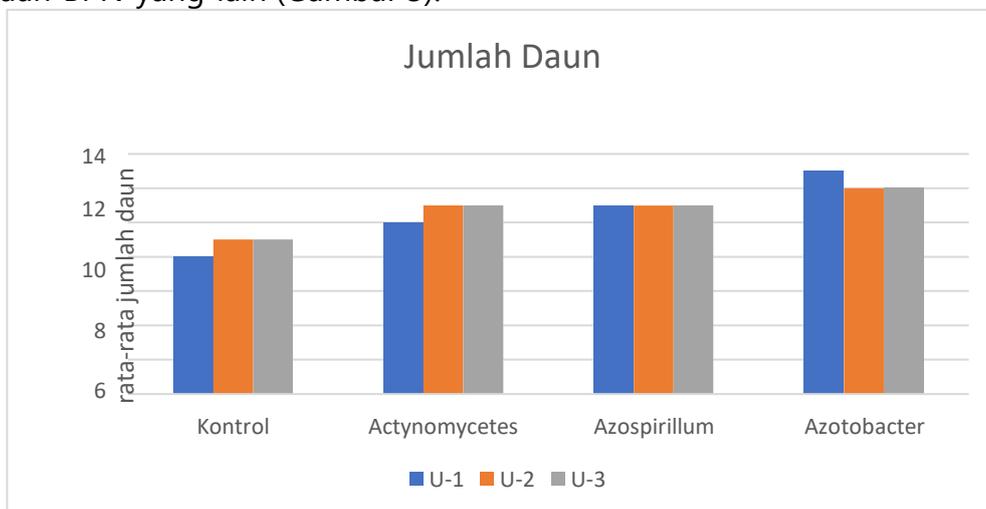
Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap jumlah daun Jagung

Pengaruh inokulasi bakteri penambat nitrogen (BPN) terhadap jumlah daun tanaman jagung berbeda nyata dengan kontrol. Pengukuran terhadap jumlah daun ini dilakukan pada 7 minggu setelah tanam. Perlakuan bakteri *Azotobacter* lebih unggul jumlah daunnya dibanding perlakuan bakteri *Actinomyces* dan *Azospirillum* (Tabel 3).

Tabel 3 Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap jumlah daun tanaman Jagung.

Perlakuan	Jumlah daun			Rata-rata
	7 MST			
	U-I	U-II	U-III	
Kontrol	8	9	9	8.67 ^a
<i>Actinomyces</i>	10	11	11	10.67 ^b
<i>Azospirillum</i>	11	11	11	11.00 ^b
<i>Azotobacter</i>	13	12	12	12.33 ^b

Jumlah daun tanaman jagung pada minggu ke7 setelah tanam tertinggi pada perlakuan dengan *Azotobacter* akan tetapi jumlah ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan BPN yang lain (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap jumlah daun tanaman Jagung.

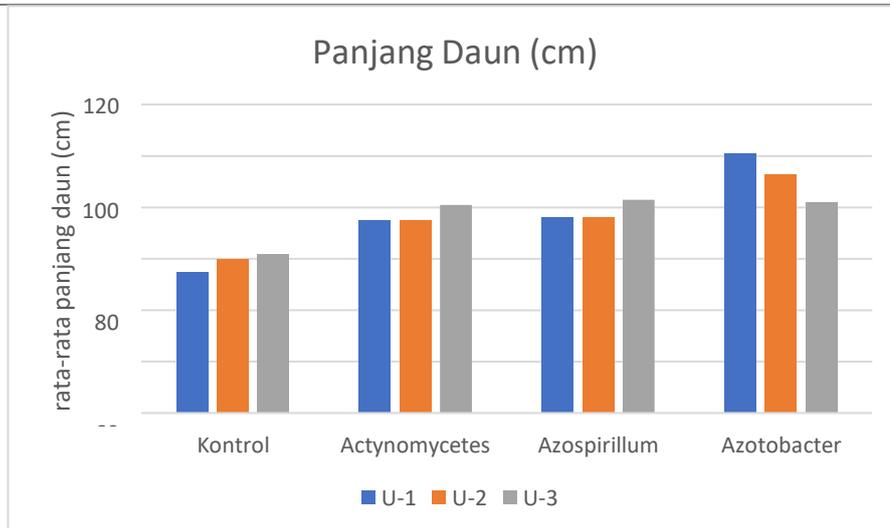
Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* terhadap Panjang daun tanaman Jagung

Pengaruh inokulasi bakteri penambat nitrogen (BPN) terhadap panjang daun tanaman jagung berbeda nyata dengan kontrol. Pengukuran terhadap panjang daun ini dilakukan pada 7 minggu setelah tanam. Perlakuan bakteri *Azotobacter* lebih

unggul panjang daunnya dibanding perlakuan bakteri *Actinomyces* dan *Azospirillum* (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* Panjang daun tanaman Jagung.

Perlakuan	Panjang Daun (cm)			Rata-rata
	U-I	U-II	U-III	
Kontrol	55	60	62	59.00 ^a
<i>Actinomyces</i>	75	75	81	77.00 ^b
<i>Azospirillum</i>	76	76	83	78.33 ^b
<i>Azotobacter</i>	101	93	82	92.00 ^c



Gambar 4. Pengaruh Inokulasi bakteri *Actinomyces*, *Azospirillum* dan *Azotobacter* Panjang daun tanaman Jagung.

Pengaruh inokulasi bakteri penambat nitrogen (BPN) terhadap Panjang daun tanaman jagung berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan bakteri *Azotobacter* lebih unggul Panjang daunnya dibanding perlakuan bakteri *Actinomyces* dan *Azospirillum*, akan tetapi ketiga perlakuan BPN ini, sangat berbeda nyata dengan kontrol (Gambar 4).

Pertumbuhan vegetatif tanaman jagung yang baik menunjukkan bahwa tanaman jagung merespon dengan baik terhadap inokulasi dengan bakteri penambat Nitrogen. Respon tanaman jagung terhadap inokulasi dengan bakteri penambat Nitrogen khususnya terhadap *Azotobacter* sp serupa dengan respon tanaman padi gogo terhadap *Azotobacter* sp (Hala, 2020)



KESIMPULAN

Bakteri penambat Nitrogen *Azotobacter*, *Azospirillum* dan *Actinomycetes* berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung. Bakteri yang paling tinggi pengaruhnya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung adalah *Azotobacter* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Negeri Makassar yang telah mendanai penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh PNB Program Pascasarjana Universitas Negeri Makassar

REFERENSI

- Azeem, B., Shaari, K.Z.K., Man, Z.B, Basit, A. and Thanh, T.H. 2014. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. *Journal of Controlled Release*. 181 : 11-21. Badan Pusat Statistik, 2010. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.
- Biswas, K., J. Basu, A. Ghosh & P.Giri 2016 Study of rhizospheric bacterial population of *Azadirachta indica* (Neem) of North 24 Parganas district of West Bengal for bioprospective consideration. *International Journal of Experimental Research and Review (IJERR)* Vol. 6: 62-66
- Canas, R. A., Quillere, I., Lea, P. J., Hiler, B. 2010. Analysis of Amino Acid Metabolism in the Ear of Maize Mutans Deficient in Two Cytocool Glutamine Synthetase Isoenzymes Highlights the Importance of Asparagine for Nitrogen Translocation within Sink Organs. *Plant Biotechnology Journal* 8(9): 966-978.
- Hala Y. 2020. The effect of nitrogen-fixing bacteria towards upland rice plant growth and nitrogen content. ICFST 2019. IOP Publishing. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 484 012086, doi:10.1088/1755-1315/484/1/012086
- Hala, Y. and A. Ali 2019 Isolation and Characterization of *Azotobacter* from Neems Rhizosphere. *Journal of Physics : Conference series*, Vo. 1244, Conference 1 IOP Science
- Hala, Y. and Arifin, A.N. 2020 Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen Bebas Dari Rhizosfer Tanaman Mimba (Penelitian PNB UNM, tidak dipublikasi)
- Hidayat F, Z. Sembiring, E. Afrida, F. Balatif 2020 Aplikasi konsorsium bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan jagung (*zea mays*). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* Vol 7 No 2 : 249-254,
- Jumadi O, Hartono H, Masniawati A, Iriany RN, Makkulawu AT, Inubushi K. 2019. Emissions of nitrous oxide and methane from rice field after granulated urea application with nitrification inhibitors and zeolite under different water managements. *Paddy and Water Environment*, pp.1-10.
- Latupapua H.J.D. dan Suliasih 2001 Daya Pacu Mikroba Pelarut Fosfat dan Penambat Nitrogen pada Tanaman Jagung *J. Biol. Indon.* Vol. III, No. 2 : 99-107
- Wikipedia. 2017. Mimba. <https://id.wikipedia.org/wiki/Mimba>