

UJI EFEKTIVITAS BAKTERI *Azotobacter* DAN BAHAN ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI, SERTA SERAPAN N TANAMAN DAN KETERSEDIAAN N TANAH PADA TANAMAN KAILAN (*Brassica oleraceae*)

Testing the Effectiveness of *Azotobacter* Bacteria and Organic Materials on the Growth, Production, Assembly of Plant N and Soil N Availability in Kailan Plants (*Brassica Oleraceae*)

Alki Satrio Plapito¹* Aisyah¹ Paranita Asnur¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

DOI: <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v7i1.5731>

Terima 05 Maret 2021

Revisi 02 Mei 2021

Terbit 29 Mei 2021

Abstrak: Daya tarik pertanian organik, mempunyai nilai ekonomi dan sosial yang tinggi, masih rendahnya produksi komoditas hortikultura tanaman kailan secara organik menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan pasar. Upaya yang dapat diterapkan dan diaplikasikan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman kailan adalah dengan pemanfaatan bakteri *Azotobacter sp.* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi bakteri *Azotobacter sp.*, pemberian bahan organik serta interaksi antara inokulasi *Azotobacter sp.* dan pemberian bahan organik terhadap pertumbuhan, produksi serta serapan N tanaman dan ketersediaan N tanah pada tanaman kailan. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 2 faktor. Faktor pertama adalah inokulasi *Azotobacter sp.* terdiri atas 3 taraf yaitu, dosis 0 ml, 10 ml dan 20 ml. Faktor kedua adalah pemberian bahan organik berupa pupuk kandang kambing yang terdiri dari 2 taraf yaitu, tanpa pemberian bahan organik dan pemberian bahan organik 100 gr. Dari hasil analisis data didapatkan bahwa Inokulasi bakteri *Azotobacter sp.* berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi serta serapan N tanaman pada

* Korespondensi email: halo.alki@gmail.com

Alamat : Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100 Depok 1642

tanaman kailan, hal tersebut dapat dilihat pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, luas daun, bobot basah tajuk, dan serapan N tanaman. Bahan organik berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi serta serapan N tanaman dan ketersediaan N tanah pada tanaman kailan, hal tersebut dapat dilihat pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, luas daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, serapan N tanaman dan ketersediaan N tanah. Interaksi antara Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman antara lain tinggi tanaman, luas daun dan serapan N tanaman.

Kata kunci : *Azotobacter*, bahan organik, tanaman kailan (*Brassica oleraceae*)

Abstract: The attractiveness of organic agriculture, has high economic and social value, low production of organic kailan horticultural commodities causes market demand not to be fulfilled. Efforts that can be applied and applied to support the growth and development of kailan plants are the use of the Bacteria *Azotobacter sp*. This study aims to determine the effect of the inoculation of the *Azotobacter sp*. The administration of organic matter and the interaction between the inoculation of *Azotobacter. sp* and the provision of organic matter on the growth, production and uptake of plant N and soil N availability in kailan plants. The design used in this study was a 2-factor factorial Completely Randomized Design (CRD). The first factor was the isolation of *Azotobacter sp* consisting of 3 levels, namely, a dose of 0 ml, 10 ml and 20 ml. The second factor is the provision of organic material in the form of goat manure which consists of 2 levels, namely, without giving organic material and giving 100 gr of organic material. From the results of data analysis, it was found that the inoculation of bacteria had an *Azotobacter sp* effect on the growth and production and uptake of plant N in kailan plants, it could be seen in the parameters of plant height, number of leaves, stem diameter, leaf area, shoot wet weight, and plant N uptake. Organic matter affects the growth and production as well as plant N uptake and soil N availability in kailan plants, this can be seen in the parameters of plant height, number of leaves, stem diameter, leaf area, crown weight, shoot dry weight, plant N uptake and availability. N land. The interaction between Bacterial inoculation *Azotobacter sp*. and organic matter affects plant growth and production, including plant height, leaf area and plant N uptake.

Key words : *Azotobacter*, organic material, kailan plant (*Brassica oleraceae*)

1. Pendahuluan

Kailan (*Brassica oleraceae*) merupakan tanaman yang tergolong tanaman kubis-kubisan, produksi tanaman kailan mengalami pasang surut pada tahun 2014 hingga 2016, jumlah permintaan meningkat tiap tahunnya (BPS, 2017). Rendahnya produksi akibat tanah yang kurang baik, dengan adanya kesadaran masyarakat akan berbahayanya budidaya tanaman menggunakan pupuk anorganik atau bahan-bahan kimia, yang akan menimbulkan kerusakan pada lingkungan itu sendiri dan hasil tanaman yang memiliki banyak kandungan kimia berbahaya bagi kesehatan manusia (Yaya Hasanah *et al.* 2014).

Penunjang pertumbuhan tanaman yang baik adalah dengan tanah yang baik dari kimia, fisika maupun biologinya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kesuburan tanah salah satunya adalah banyak mengandung mikroorganisme tanah seperti bakteri penambat nitrogen dan penambahan bahan organik. Bakteri *Azotobacter sp* dapat meningkatkan produktifitas hasil tanaman dan kualitas tanaman ketika jumlahnya didalam tanah dan biji optimal. Ketersediaan unsur hara N, P, dan K berbanding lurus dengan adanya peran bahan organik dan *Azotobacter sp* yang berkontribusi untuk peningkatan ketersediaan unsur hara N, P, dan K serta unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman, peran bahan organik dan bakteri *Azotobacter sp* dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman (Toago *et al.* 2017).

Nitrogen (N) berperan secara langsung terhadap penyusunan protein, pembentukan sel, sitoplasma dan klorofil. Keberadaan nitrogen untuk tanaman sangat mutlak karena dengan ada keberadaannya berperan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman, sebab unsur hara nitrogen merupakan unsur hara esensial yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak, yang disebut juga sebagai unsur hara makro (Kraiser *et al.*, 2011). Kebutuhan tanaman akan N dapat dipenuhi dengan bantuan bakteri penambat nitrogen dan bahan organik. Bakteri penambat nitrogen seperti *Azotobacter sp* dan *Azospirillum* mampu memfiksasi gas N^2 dari udara dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Widiyawati *et al.* 2014).

Peran mikroorganisme tanah sangatlah penting karena mampu meningkatkan ketersediaan hara, perkecambahan biji maupun dalam aktivitas metabolik, dan juga dengan menambahkan bahan organik ke dalam tanah dapat memberikan keuntungan bagi keberlangsungan pertumbuhan tanaman karena menambahkan zat pengatur tumbuh pertumbuhan tanaman seperti vitamin, asam amino, auksin dan giberelin yang terbentuk melalui dekomposisi organik (Adesemoye dan Kloepper, 2009). *Azotobacter sp* mampu menambat nitrogen dalam kategori cukup tinggi + 2 - 15 mg nitrogen/gr sumber karbon bakteri *Azotobacter sp* penambat nitrogen aerobik non simbiotik, serta mampu merombak bahan

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

organik selulosa, amilosa, dan bahan organik yang mengandung sejumlah lemak dan protein di dalam tanah (Nurosid 2008).

Azotobacter sp memiliki kelebihan yaitu dapat mensintesis hormon IAA, IAA disintesis oleh bakteri melalui jalur asam indol piruvat. IAA yang disekresikan bakteri memacu pertumbuhan akar secara langsung dengan menstimulasi pemanjangan atau pembelahan sel atau secara tidak langsung mempengaruhi aktivitas ACC deaminase. ACC deaminase yang dihasilkan oleh banyak bakteri mencegah produksi etilen pada tingkat yang menghambat pertumbuhan tanaman (Patten dan Glick, 2002).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan inokulasi bakteri *Azotobacter sp*, penggunaan bahan organik, dan interaksi penggunaan inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap pertumbuhan dan produksi, serta serapan N tanaman dan ketersediaan N tanah pada tanaman kailan (*Brassica oleraceae*).

2. Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan Mei. Proses isolasi dilakukan di Laboratorium Menengah Agroteknologi, dan pengaplikasian serta pengujian isolat bakteri *Azotobacter sp* pada tanama Kailan dilakukan Rumah Kaca Laboratorium *Smart* dan *Urban Farming* Kampus F7 Universitas

Gunadarma, Ciracas, Jakarta Timur. Analisis jaringan tanaman, media tanam di awal dan akhir penelitian dilakukan di *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB)*, Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrotube, mikro pipet erlenmeyer, *Laminar Air Flow (LAF)*, *shaker*, bunsen, jarum ose, polibag 25 x 25, tray benih, saringan 10 mesh, timbangan analitik, meteran. Bahan yang digunakan benih tanaman kailan, isolat bakteri *Azotobacter sp*, tanah, pupuk kandang kambing, aquades, YEMA (*Yeast Manitol Agar*).

Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 2 faktor. Faktor pertama adalah inokulasi bakteri *Azotobacter sp* (A) terdiri atas 3 taraf yaitu tanpa pemberian bakteri *Azotobacter sp* (A0), pemberian bakteri *Azotobacter sp* 10 ml (A1), pemberian bakteri *Azotobacter sp* 20 ml (A2). Faktor kedua adalah pemberian bahan organik berupa pupuk kandang kambing (B) terdiri atas 2 taraf yaitu, tanpa bahan organik, hanya tanah (B0), dan tanah dengan bahan organik 100 gr/polibag (B1). Setiap satuan percobaan terdiri atas 3 tanaman dan diulang sebanyak 3 kali sehingga total tanaman 54. Satuan percobaan sebagai berikut.

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

A0 B0 : Tanpa bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik

A0 B1 : Tanpa inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik
100gr

A1 B0 : Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* 10 ml, dan tanpa bahan organik

A1 B1 : Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* 10 ml, dan bahan organik 100gr

A2 B0 : Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* 20 ml, dan tanpa bahan organik

A2 B1 : Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* 20 ml, dan bahan organik 100gr

Model statistik yang digunakan untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah sebagai berikut

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada perlakuan inokulasi bakteri *Azotobacter* ke-i, bahan organik ke-j, dan ulangan ke-k

μ = Nilai rata-rata

α_i = Pengaruh perlakuan inokulasi bakteri *Azotobacter sp* ke-i (i = 1, 2,3)

β_j = Pengaruh perlakuan bahan organik ke-j (j = 1, 2, 3)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interaksi dari perlakuan inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik

ϵ_{ijk} = Galat pada perlakuan inokulasi bakteri *Azotobacter sp* ke-i, bahan organik ke-j dan ulangan ke-k

Pelaksanaan Penelitian

Pengumpulan data yang diambil dimulai dari penyiapan inokulasi bakteri *Azotobacter sp* yang didapat dari koleksi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang berada di kawasan Cibinong, Jawa Barat, yang telah diinkubasi selama 5-7 hari, diperbanyak dengan cara memindahkan isolat bakteri kedalam erlenmeyer yang berisi 100 ml media YEMA dan di shaker 1200 rpm selama 5 hari sampai didapat kerapatan 10^8 cfu/ml, perhitungan sel bakteri pada cawan dapat digunakan satuan CFU/ml atau mg. CFU (*Colony Forming Unit*) yang artinya unit-unit atau satuan pembentuk koloni, setelah didapat 10^8 cfu/ml diaplikasikan 3 taraf 0 ml, 10 ml, dan 20 ml dengan cara merendam benih kailan pada setiap taraf selama 24 jam. Media tanam yang digunakan adalah tanah topsoil yang diambil dengan kedalaman 0-50 cm pada lahan pertanian Universitas Gunadarma F7 yang kemudian disaring agar seragam dan bahan organik yaitu berupa pupuk kandang kambing diaplikasikan 2 taraf, tanpa bahan organik dan dengan bahan organik 100gr/polibag.

Benih kailan yang digunakan dipilih dengan ukuran dan bentuk yang relatif sama. Benih kailan yang sudah direndam selama 24 jam menggunakan bakteri *Azotobacter sp* dengan dosis 0 ml, 10 ml, dan 20 ml ditanam di polibag yang berisikan media tanam tanah dan bahan organik pada kedalaman lubang tanam 1-1.5 cm dan ditutup kembali dengan media tanam, lalu disiram dengan air

menggunakan sprayer setiap hari, masing-masing polibag berisi 1 tanaman kailan.

Aplikasi bakteri *Azotobacter sp* dilakukan pada saat sebelum semai dengan cara benih tanaman kailan direndam pada larutan bakteri *Azotobacter sp* selama 24 jam. Benih yang sudah direndam selama 24 jam disemai di tray benih. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman dan penyiangan. Penyiraman tanaman dilakukan sebanyak 1-2 kali, dan penyiangan dilakukan ketika gulma sudah tumbuh disekitar tanaman kailan. Penyulaman dilakukan untuk mengganti bibit yang mati sampai maksimal 2 minggu setelah pindah tanam. Penyulaman dilakukan pada tanaman *baby* kailan yang mati atau tidak sehat pertumbuhannya.

Data yang diperoleh adalah data primer yang berasal dari pengukuran langsung terhadap hasil pertumbuhan tanaman kailan, adapun parameter yang diamati meliputi sebagai berikut.

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan terhadap perubahan tinggi tanaman dilakukan pada tanaman berumur 1 MST, 2 MST, 3 MST, 4 MST, 5 MST, 6 MST. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh tanaman menggunakan meteran.

2. Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung berdasarkan banyaknya daun yang tumbuh dan dilakukan pada saat berumur 1 MST pengamatan dilakukan dengan interval 7 hari sekali sampai ke 6 MST.

3. Diameter Batang

Pengamatan diameter batang dilakukan dengan menghitung diameter setiap tanaman dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan setiap 7 hari setelah tanam sampai 6 MST. Pengukuran diameter dimulai 5 cm dari permukaan tanah.

4. Luas Daun

Metode gravimetri dilakukan pada saat panen. Pelaksanaan metode gravimetri, sebagai berikut.

- a. Menggunakan pola daun replika yang digambar pada kertas.
- b. Replika daun ditimbang dengan timbangan analitik
- c. Kertas dipotong 10 cm x 10 cm, lalu ditimbang
- d. Rumus untuk menghitung luas daun :

$$\text{Luas Daun} = \frac{\text{bobot replika daun}}{\text{bobot kertas } 10 \times 10 \text{ cm}} \times 100 \text{ cm}^2$$

5. Bobot Basah Tajuk

Bobot seluruh bagian tanaman kecuali bagian akar kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik, ditimbang pada akhir masa tanam.

6. Bobot Kering Tajuk

Bobot seluruh bagian tanaman dioven pada suhu 70°C selama 48 jam (sampai kering) kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Penimbangan dengan ketelitian 2 angka di belakang koma dalam gram, ditimbang pada akhir masa tanam.

7. Ketersediaan N tanah (Metode Kejeldahl)

Penetapan N tanah dilakukan di *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology* (ICBB).

8. Serapan N tanaman (Metode Kejeldahl)

Penetapan serapan N tanaman dilakukan di *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology* (ICBB), Bogor.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA). Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan maka akan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5%. Analisis menggunakan program SAS Windows 9.1.

3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Umum Percobaan

Persiapan penelitian dimulai dari pengambilan contoh tanah di Kebun Percobaan Universitas Gunadarma Kampus F7 yang akan digunakan sebagai media tanam. Benih yang digunakan pada penelitian ini adalah Kailan varietas Nova. Benih kailan direndam dengan bakteri *Azotobacter sp.* 10 ml dan 20 ml selama 24 jam, setelah perendaman selanjutnya benih ditanam langsung ke polibag yang sudah diisi dengan media tanam yaitu tanah dan

pupuk kandang kambing yang telah dicampur atau tanah saja. Bakteri *Azotobacter sp* diperoleh dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan bakteri *Azotobacter sp* di perbanyak di *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB)* dengan cara di shaker selama 5 hari menggunakan orbital shaker.

Pengamatan klimatologi di Rumah Kaca Universitas Gunadarma Kampus F7 terdiri dari suhu udara dan kelembaban udara. Suhu Rumah Kaca rata-rata 31.14⁰C sampai 36.64⁰C, untuk rata-rata kelembaban udara adalah 55.43% sampai 71.57%. Analisis tanah dilakukan pada awal penelitian, analisis dilakukan di *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB)*, Bogor. Analisis yang dilakukan untuk tanah awal adalah pH (H₂O dan KCL), C-Organik, N-Total, C/N Ratio, P Tersedia (Olsen), P (HCl 25%), K (HCl 25%), Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), Al-dd, H-dd, dan tekstur tanah. Sedangkan analisis laboratorium yang dilakukan di akhir pengamatan adalah serapan N tanaman dan N tanah tersedia.

Analisis Data

a) Analisis Data Kondisi Umum Percobaan

Analisis contoh tanah di lakukan di laboratorium *Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB)* Bogor. Tanah yang digunakan sebagai media tanam perlu dianalisis untuk mengetahui sifat dan ciri tanah tersebut. Hasil analisis

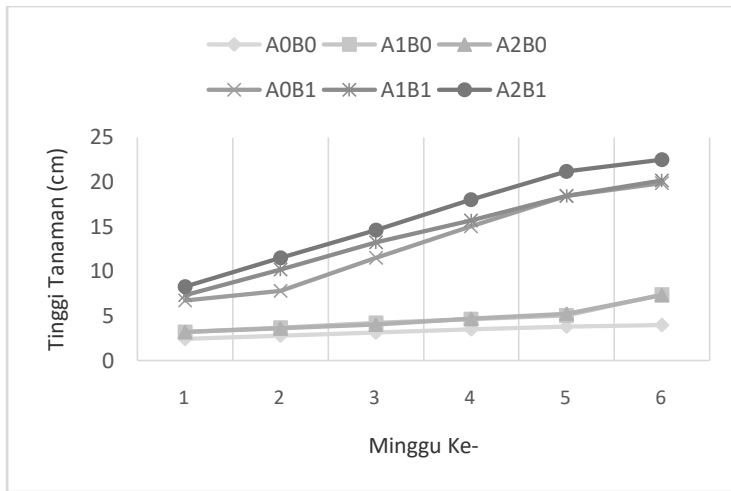
Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

sifat kimia tanah untuk pengamatan pH H₂O 5.80 tergolong agak masam dan pH KCL 4.53 yang mencirikan tanah bersifat masam hal tersebut diduga akibat terjadinya pencucian (*leaching*) dengan kriteria pencucian rendah hal ini diakibatkan dengan hasil analisis tanah lainnya masih tergolong tinggi, C-Organik 2.23% tergolong sedang sampai tinggi, N-Total 0.16% tergolong rendah, C/N Ratio 14 tergolong sedang, P-Tersedia (Olsen) 5.37 mg/kg tergolong sangat rendah, P-Potensial 29.48 mg/100gr tergolong sedang, Kapasitas Tukar Kation (KTK) 14.20 cmol(+)/kg tergolong rendah, K (HCL 25%) 8.93 mg/100g tergolong sangat rendah, Kejenuhan Basa (KB) 86.61% tergolong sangat tinggi, Al-dd <0.05 cmol (+)/kg, H-dd 0.47 cmol(+)/kg, dengan Tekstur Liat.

b) Hasil dan Pembahasan

Tinggi Tanaman

Hasil pengujian aplikasi bakteri *Azotobacter sp* dengan dosis yang berbeda dan pemakaian bahan organik berupa pupuk kandang menunjukkan perbedaan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kailan yang dihasilkan dalam 6 minggu penanaman, dapat dilihat pada grafik (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik pengaruh aplikasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap tinggi tanaman kailan

Berdasarkan grafik pertumbuhan tinggi tanaman hingga minggu ke-3 dari setiap perlakuan perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* 20 ml dan pemberian bahan organik 100gr (A2B1) merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan 5 perlakuan lainnya, dimana rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan A2B1 lebih tinggi 1.71% dibandingkan perlakuan lainnya.

Interaksi antara inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan pemberian bahan organik berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kailan. Interaksi yang terjadi antara bahan organik dan inokulasi *Azotobacter sp* pada 6 MST menunjukkan adanya peran inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap tinggi tanaman kailan (Tabel 1).

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

Tabel 1. Pengaruh interaksi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap tinggi tanaman kailan

Bahan Organik (B)	Inokulasi <i>Azotobacter sp</i> (A)		
	0 ml (A0)	10 ml (A1)	20 ml (A2)
Tanpa Bahan Organik (B0)	4.00 d	7.40 c	7.33 c
Bahan Organik (B1)	19.90 b	20.20 b	22.50 a

Keterangan: Angka – angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; MST = Minggu Setelah Tanam.

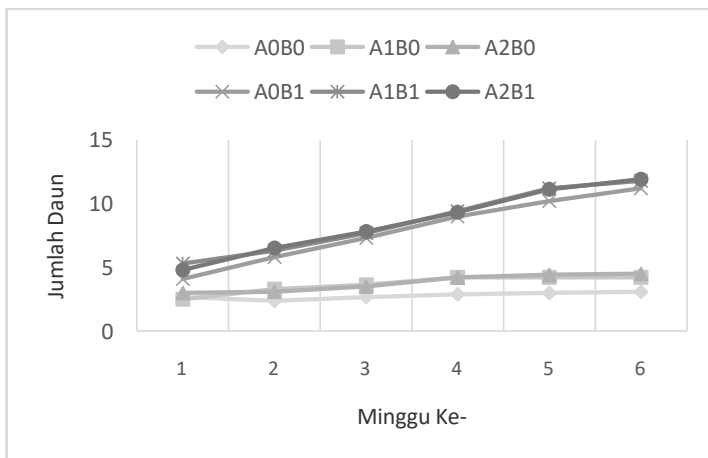
Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi *Azotobacter sp*, bahan organik dan interaksi antar perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik berpengaruh nyata pada ($\alpha = 5\%$) terhadap tinggi tanaman kailan pada 6 MST. Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* 20 ml dan bahan organik memiliki nilai tinggi tanaman tertinggi sebesar 22.50cm hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, hasil penelitian Syarifuddin dan Muslimin (2019) Hal ini bisa terjadi karena bahan organik berpengaruh terhadap aktivitas dari mikroorganismenya, yang menjadikan bahan organik sebagai sumber energi bagi aktivitas mikroorganismenya tanah yang membantu menyediakan unsur hara nitrogen agar tersedia bagi tanaman kailan.

Rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman kailan setiap minggunya hasil terbaik pada perlakuan inokulasi *Azotobacter sp*. 20 ml dan bahan organik 100 gr (A2B1) seperti pada Gambar 1. Menurut Penelitian Djuniwati *et al.*, (2003) bahan

organik yang ditambahkan ke dalam tanah menyebabkan peningkatan aktivitas mikroorganisme, hasil mineralisasi dan dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik dan unsur hara yang tersedia baik untuk tanaman, mikroorganisme dan bahan organik akan bersinergi satu sama lain.

Jumlah Daun

Hasil pengujian aplikasi bakteri *Azotobacter sp* dengan dosis yang berbeda dan pemakaian bahan organik berupa pupuk kandang kambing menunjukkan perbedaan terhadap jumlah daun tanaman kailan yang dihasilkan dalam 6 MST, dapat dilihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik pengaruh aplikasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap jumlah daun tanaman kailan

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

Berdasarkan grafik jumlah daun tanaman kailan perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* 20 ml dan bahan organik 100 gr (A2B1) dan inokulasi *Azotobacter sp* 10 ml dan bahan organik 100 gr (A1B1) yang tertinggi, dimana rata-rata jumlah daun tanaman kailan pada perlakuan A2B1 lebih tinggi 2.83% dan A1B1 lebih tinggi 2.80% dibandingkan perlakuan lainnya pada minggu ke-6.

Interaksi antara inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik tidak berbedanyata, namun kedua faktor perlakuan masing-masing secara mandiri memiliki peran dalam peningkatan jumlah daun tanaman kailan (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh faktor inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap jumlah daun tanaman kailan hingga 6 MST

Perlakuan	6MST
1. Inokulasi <i>Azotobacter sp</i>	
0 ml	7.16 b
10 ml	8.01 a
20 ml	8.23 a
2. Bahan Organik	
Bahan Organik	11.63 a
Tanpa Bahan Organik	3.97 b
3. Interaksi	
	tn

Keterangan: Angka-angka diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; tn = tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$; MST = Minggu Setelah Tanam.

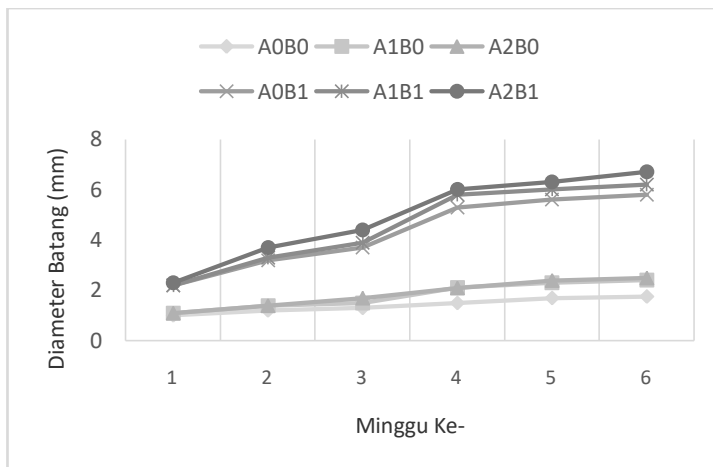
Hasil analisis data secara statistik menunjukkan interaksi antara perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik

berupa pupuk kandang tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap jumlah daun 6 MST hal bisa disebabkan karena pH tanah yang digunakan masam dan bahan organik berupa pupuk kandang kambing yang belum terdekomposisi dengan sempurna dan bakteri *Azotobacter sp* tidak dapat hidup dengan baik bila pH tanah yang tinggi. Hal ini sesuai dengan literatur Suntoro (2003) kemasaman tanah akibat dari pemberian bahan organik bergantung pada tingkat kematangan dari bahan organik yang diberikan, batas kadaluarsa dari bahan organik dan jenis tanahnya. Jika penambahan bahan organik yang masih belum matang akan menyebabkan lambatnya proses peningkatan pH tanah dikarenakan bahan organik masih belum terdekomposisi dengan baik dan masih melepaskan asam-asam organik dan pH optimal untuk pertumbuhan bakteri *Azotobacter sp* dan pengikatan nitrogen adalah 7-7.5.

Diameter Batang

Hasil analisis variasi (ANOVA) pengujian aplikasi bakteri *Azotobacter sp* dengan dosis yang berbeda dan pemakaian bahan organik berupa pupuk kandang menunjukkan perbedaan terhadap diameter batang tanaman kailan yang dihasilkan dalam 6 minggu penanaman, dapat dilihat pada grafik berikut (Gambar 3).

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)



Gambar 3. Grafik pengaruh aplikasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap diameter batang tanaman kailan

Berdasarkan grafik diameter batang tanaman kailan perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* 20 ml dan bahan organik berupa pupuk kandang 100 gr (A2B1) dan perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* 10 ml dan bahan organik berupa pupuk kandang 100 gr (A1B1) yang tertinggi dibandingkan dengan 4 perlakuan lainnya, dimana rata-rata diameter batang pada perlakuan A2B1 lebih tinggi 2.80% dan A1B1 lebih tinggi 2.52% dibandingkan perlakuan lainnya pada 6 MST.

Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* berpengaruh nyata terhadap diameter batang tanaman kailan dan pemberian bahan organik berupa pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap diameter batang. Interaksi pengaruh inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan pemberian bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang tanaman kailan. Inokulasi *Azotobacter sp* 20

ml dan 10 ml meningkatkan diameter batang masing-masing sebesar 0.21% dan 0.14% pada 6 MST dibandingkan tanpa inokulasi *Azotobacter sp.* Bahan organik meningkatkan diameter batang sebesar 1.8% dibandingkan tanpa bahan organik pada 6 MST (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh faktor inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap diameter batang tanaman kailan pada 6 MST

Perlakuan	Diameter Batang (mm)
1. Inokulasi <i>Azotobacter sp</i>	6 MST
0 ml	3.80 b
10 ml	4.33 a
20 ml	4.60 a
2. Bahan Organik	
Bahan Organik	6.24 a
Tanpa Bahan Organik	2.24 b
3. Interaksi	tn

Keterangan: Angka-angka diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf α 5%; tn = tidak berbeda nyata pada taraf α = 5%; MST = Minggu Setelah Tanam.

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan antara inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap diameter batang pada 6 MST. Dapat disebabkan karena tanah yang digunakan sebagai media tanam memiliki pH 4.5-5.80, pada pH tersebut bakteri *Azotobacter sp* tidak mengikat nitrogen dengan baik. Dugaan lain bahan organik tidak menimbulkan dampak yang berarti terhadap lingkungan fisik maupun kimia tanah yang mempengaruhi

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Hal ini sejalan dengan literatur Sylvia (2005) Faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi penambatan nitrogen adalah kelembaban tanah, pH tanah, sumber karbon, cahaya dan penambahan nitrogen, di samping itu jumlah bakteri penambat nitrogen pada perakaran, potensial redoks, dan konsentrasi oksigen juga dapat mempengaruhi aktivitas penambatan nitrogen.

Luas Daun

Interaksi antara inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik berpengaruh nyata terhadap luas daun tanaman kailan pada 6 MST. Interaksi yang terjadi antara inokulasi *Azotobacter sp* 20 ml dengan bahan organik berupa pupuk kandang kambing 100 gr (A2B1) pada 6 MST dapat dilihat pada (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh interaksi inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap luas daun tanaman kailan pada 6 MST

Bahan Organik (B)	Inokulasi <i>Azotobacter sp</i> (A)		
	0 ml (A0)	10 ml (A1)	20 ml (A2)
Tanpa Bahan Organik (B0)	4.00 d	7.40 c	7.33 c
Bahan Organik (B1)	19.90 b	20.20 b	22.50 a

Keterangan: Angka – angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; MST = Minggu Setelah Tanam.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi *Azotobacter sp*, bahan organik dan interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap luas daun pada

6 MST. Nilai rata-rata luas daun dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan antara inokulasi *Azotobacter sp* 20 ml dan bahan organik berupa pupuk kandang 100 gr memiliki nilai luas daun tertinggi sebesar 237.57. Subba Rao (1994) menyatakan bahwa bahan organik dan *Azotobacter sp* berkontribusi terhadap peningkatan ketersediaan N, P dan K serta senyawa-senyawa organik yang dibutuhkan tanaman. Interaksi bahan organik dan *Azotobacter sp* dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman kailan.

Widawati *et al.*, (2013) menyatakan protein dan asam nukleat tersusun dari nitrogen. Ketersediaan nitrogen yang cukup untuk tanaman akan membantu tanaman dalam membentuk helai daun yang luas dengan kandungan klorofil yang tinggi, sehingga asimilat dapat dihasilkan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup untuk menopang pertumbuhan vegetatifnya.

Bobot Basah Tajuk

Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* berpengaruh nyata terhadap bobot basah tajuk tanaman kailan dan pemberian bahan organik berupa pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap bobot basah tajuk. Interaksi pengaruh inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan pemberian bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah tajuk tanaman kailan.

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap
Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N
Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

Tabel 5. Pengaruh faktor inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap bobot basah tajuk tanaman kailan pada 6 MST

Perlakuan	Bobot Basah Tajuk
1. Inokulasi <i>Azotobacter sp</i>	
0 ml	26.82 b
10 ml	30.73 a
20 ml	31.73 a
2. Bahan Organik	
Bahan Organik	55.76 a
Tanpa Bahan Organik	3.76 b
3. Interaksi	tn

Keterangan: Angka-angka diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; tn = tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$; MST = Minggu Setelah Tanam.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap bobot basah tajuk. Diduga pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan luas daun berpengaruh terhadap berat basah tanaman. Hal ini sependapat dengan Prasetya (2009) yang menyatakan tinggi tanaman, luas daun dan diameter batang sangat mempengaruhi bobot basah tanaman tersebut, semakin besar tanaman semakin besar juga nilai bobot basah tanaman. Lingkungan yang kurang menguntungkan untuk bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik yang tidak dapat menunjang energi untuk proses fotosintesis akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kailan yang mempengaruhi bobot basah

tanaman kailan, hal ini sejalan dengan Sumarsono (2007) yang menyatakan berat tanaman mencerminkan bertambahnya protoplasma, hal ini terjadi akibat ukuran dan jumlah selnya bertambah. Pertumbuhan protoplasma berlangsung melalui peristiwa metabolisme dimana air, karbon dioksida dan garam-garam anorganik diubah menjadi cadangan makanan dengan adanya proses fotosintesis.

Bobot Kering Tajuk

Inokulasi bakteri *Azotobacter sp* berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk, dan pemberian bahan organik berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk. Interaksi inokulasi bakteri *Azotobacter sp* dan pemberian bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk. Tabel 6 memperlihatkan pengaruh inokulasi *Azotobacter sp* dan pemberian bahan organik terhadap bobot kering tajuk.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik tidak berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap bobot kering tajuk, dengan kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan seperti pH tanah masam KTK rendah C/N rendah akan mempengaruhi penyediaan unsur hara untuk tanaman dan bakteri *Azotobacter sp* tidak berfungsi dengan maksimal, bahan

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

organik tidak menyuplai energi bagi *Azotobacter sp* dengan baik.

Tabel 6. Pengaruh faktor inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap bobot kering tajuk dan akar tanaman kailan pada 6 MST

Perlakuan	Bobot Kering Tajuk
1. Inokulasi <i>Azotobacter sp</i>	
0 ml	2.75 b
10 ml	3.03 a
20 ml	2.88 ab
2. Bahan Organik	
Bahan Organik	5.65 a
Tanpa Bahan Organik	0.12 b
3. Interaksi	tn

Keterangan: Angka-angka diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; tn = tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha = 5\%$; MST = Minggu Setelah Tanam.

Hal ini sejalan dengan yang dinyatakan oleh Prasetya (2009) yang menyatakan bahwa *Azotobacter sp* dapat berperan dalam peningkatan kadar air tanaman dan penyediaan unsur hara bila bahan organik dapat menyuplai energi bagi *Azotobacter sp* agar toleran terhadap lingkungan. Begitu juga menurut Iswandi *et al* (1995) tersedianya unsur hara yang cukup, pH tanah yang sesuai, aerasi dan drainase yang baik, air yang cukup dan sumber energi (bahan organik) yang cukup adalah beberapa faktor yang harus dipenuhi agar mikroorganisme tanah dapat tumbuh dan berkembang untuk berperan dalam pertumbuhan tanaman.

Analisis Ketersediaan N Tanah

Inokulasi *Azotobacter sp* tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N tanah. Sedangkan pemberian bahan organik meningkatkan N tanah sebesar 0.38% dibandingkan tanpa pemberian bahan organik. Begitu pula dengan interaksi antara perlakuan *Azotobacter sp* dan bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N tanah (Tabel 7).

Tabel 7. Pengaruh faktor inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap ketersediaan N tanah pada tanaman kailan pada 6 MST

Perlakuan	N-Total
1. Inokulasi <i>Azotobacter sp</i>	
0 ml	0.22 a
10 ml	0.22 a
20 ml	0.22 a
2. Bahan Organik	
Bahan Organik	0.25 a
Tanpa Bahan Organik	0.18 b
3. Interaksi	
	tn

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; MST = Minggu Setelah Tanam

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan bahan organik berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) dibandingkan tanpa bahan organik terhadap ketersediaan N tanah pada 6 MST. Perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N tanah. Interaksi antara inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan N tanah pada 6 MST. Nilai rata-rata ketersediaan N tanah dapat dilihat pada Tabel 7. Tabel 7 menunjukkan

bahwa perlakuan bahan organik memiliki nilai rata-rata N-total tertinggi sebesar 0.25 dan terendah pada perlakuan tanpa bahan organik dengan nilai 0.18. Penambahan bahan organik tersebut menyebabkan peningkatan ketersediaan N tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (2005) yang menyatakan bahan organik akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara nitrogen, dengan penambahan bahan organik dapat meningkatkan N-total.

Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Isroi (2007) menyatakan bahwa kandungan hara dalam bahan organik berupa pupuk kandang kambing dapat menyumbang 1,81 % N, 26,61 % C-organik, 0,31% P₂O₅, 6,08% K₂O, 1,22% CaO, 1,37 % MgO, dan 44,85 cmol/kg KTK.

Faktor lingkungan yang membuat bakteri *Azotobacter sp* dan bahan organik belum dapat bersinergi dengan baik, hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Jha, *et al* (1992) bahwa faktor pertumbuhan dan aktivitas bakteri *Azotobacter sp* dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia tanah.

Analisis Serapan N Tanaman

Interaksi antara inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik berpengaruh sangat nyata terhadap serapan N tanaman kailan pada 6 MST. Interaksi yang terjadi antara inokulasi *Azotobacter sp* 10 ml dan 20 ml dengan bahan organik

menunjukkan adanya peran inokulasi *Azotobacter sp* terhadap Serapan N tanaman. Perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* 10 ml dan 20 ml dengan bahan organik memiliki nilai serapan N tanaman lebih besar dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi *Azotobacter sp* dengan bahan organik (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh interaksi inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik terhadap serapan N tanaman kailan pada 6 MST

Bahan Organik (B)	Inokulasi <i>Azotobacter sp</i> (A)		
	0 ml (A0)	10 ml (A1)	20 ml (A2)
Tanpa Bahan Organik (B0)	4.00 d	7.40 c	7.33 c
Bahan Organik (B1)	19.90 b	20.20 b	22.50 a

Keterangan: Angka – angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; MST = Minggu Setelah Tanam

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik berpengaruh nyata ($\alpha = 5\%$) terhadap serapan N tanaman pada 6 MST yang merupakan akhir pengamatan. Nilai rata-rata serapan N tanaman dapat dilihat pada Tabel 8. Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan antara inokulasi *Azotobacter sp* 20 ml dan bahan organik memiliki nilai serapan N tanaman tertinggi sebesar 2.84 dan terendah pada perlakuan tanpa inokulasi *Azotobacter sp* dan tanpa bahan organik 2.68. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hasanudi (2003) yang dimana *Azotobacter sp* akan memfiksasi nitrogen dari udara dan akan dilepaskan oleh bakteri *Azotobacter sp* ke dalam

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap
Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N
Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

tanah melalui proses penguraian, sehingga nitrogen dalam tanah cukup tersedia dan meningkatkan serapan nitrogen.

Begitu juga dengan hasil dekomposisi bahan organik yang meningkatkan ketersediaan N dan P di dalam tanah yang kemudian serapan terhadap kedua hara tersebut bagi tanaman akan meningkat. Diperkuat dengan penelitian Nariratih *et al*, (2013) bahan organik berperan dalam serapan nitrogen tanaman, bahwa pupuk kandang kambing lebih mudah diserap nitrogennya dibandingkan dengan kompos jerami dan kulit kakao, karena pupuk kandang kambing lebih cepat terdekomposisi, sehingga unsur hara nitrogennya lebih cepat tersedia untuk tanaman.

4. Kesimpulan

Inokulasi *Azotobacter sp* berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan, hal tersebut dapat dilihat pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, luas daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk dan serapan N tanaman. Bahan organik berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan, hal tersebut dapat dilihat pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, luas daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, ketersediaan N tanah dan serapan N tanaman. Interaksi antara inokulasi *Azotobacter sp* dan bahan organik berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kailan, hal

tersebut dapat dilihat pada parameter tinggi tanaman, luas daun dan serapan N tanaman.

5. Referensi

- Adesemoye AO, Kloepper JW. 2009. *Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85: 1-12.
- BPS. 2017. *Badan Pusat Statistik*. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/960>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2020.
- Djuniwati, S., Hartono, A., & Indriyati, L. T. 2003. *Pengaruh bahan organik (Pueraria javanica) dan fosfat alam terhadap pertumbuhan dan serapan P tanaman jagung (Zea mays) pada andisol Pasir Sarongge*. Jurnal Tanah dan Lingkungan, 5(1), 16-22.
- Hanafiah, K. A. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hasanudin. 2003. *Peningkatan ketersediaan dan serapan N dan P serta hasil tanaman jagung melalui inokulasi mikoriza, azotobacter dan bahan organik pada ultisol*. Jurnal Ilmu-ilmu pertanian Indonesia, 5(2), 83-89.
- Isroi. 2007. *Pengomposan Limbah Kakao; Materi Pelatihan TOT Budidaya Kopi dan Kakao* Staf BPTP, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember, 25 – 30 Juni 2007.

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap
Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N
Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

- Iswandi, A., D.A. Santosa dan R. Widyastuti. 1995. *Penggunaan Ciri Mikroorganisme dalam Mengevaluasi Degradasi Tanah*. Kongres Nasional VI HITI, 12-15 Desember 1995. Serpong
- Jha, D, K., G. D. Sharma & R. R. Mishra. 1992. *Soil mircrobial population numbers and enzyme activities in relation to altitude and forest degradation*. *Soil Biol. Biochem.* 24: 761-767.
- Kraiser T, Gras DE, Gutierrez AG, Gonzalez B, Gutierrez RA. 2011. *A holistic view of nitrogen acquisition in plants*. *Journal of Experimental Botany*. 62(4): 1455–1466.
- Nariratih, I. Damanik, MMB. dan Sitanggung ,G. 2013. *Ketersediaan nitrogen pada tiga jenis tanah akibat pemberian tiga bahan organik dan serapannya pada tanaman jagung*. *Agroekoteknologi* 1 (3).
- Nurosid, Oedjijono, Lestari P. 2008. *Kemampuan Azospirillum sp. JG3 dalam Menghasilkan Lipase pada Medium Campuran Dedak dan Onggok dengan Waktu Inkubasi berbeda*. Universitas Soedirman, Purwokerto.
- Patten, C.L. and Glick. 2002. *Role of Pseudomonas putida indole acetic acid in development of the host plant root system*. *Appl Environ Microbiol.* 68: 3795- 3801.
- Prasetya, B., S. Kurniawan, dan M. Febrianingsih. 2009. *(Brassica juncea L.) pada Entisol*. *Jurnal Agritek* 17 (5) : 1022-1029.

- Subba Rao NS. 1994. *Biofertilizer in Agricultura. New Delhi (IN)*: Oxford & IBH Pub.
- Sumarsono. 2007. *Analisis Kuantitatif Pertumbuhan Tanaman Kedelai. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suntoro, 2003. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolannya*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Sebelas Maret niversity Press. Jakarta.
- Syarifuddin. dan Muslimin. 2019. *Pengaruh jenis bahan organik dan konsentrasi Azotobacter sp terhadap pertumbuhan semai jati (Tectona grandis Linn. F)*. Warta rimba. 7 (2).
- Sylvia, D.M., J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel, and D.A. Zuberer. 2005. *Principles and Applications of Soil Microbiology*. 2nd Ed. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
- Toago Saddam P, Iskandar M. Lapanjang HNB. 2017. *Aplikasi kompos dan Azotobacter sp. Terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah (capsicum annuum l.)*. Agrotekbis. 5(3):291–299.
- Widawati S, Widawati S, Suliasih S, Muharam A. 2013. *Pengaruh Kompos yang Diperkaya Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Kapri dan Aktivitas Enzim Fosfatase dalam Tanah*. J. Hortik. 20(3).

Uji Efektivitas Bakteri *Azotobacter* dan Bahan Organik Terhadap
Pertumbuhan, Produksi, Serta Serapan N Tanaman dan Ketersediaan N
Tanah Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*)

- Widiyawati I, Junaedi A, Widyastuti R, Meranti J, Dramaga KIPB.
2014. *The Role of Nitrogen-Fixing Bacteria to Reduce the
Rate of Inorganic Nitrogen Fertilizer on Lowland Rice.
Indones. J. Agron.* 42(2):96–102.
- Yaya Hasanah YH, Sinaga P, Meiriani M. 2014. *Respons
Pertumbuhan Dan Produksi Kailan (Brassica Oleraceae L.)
Pada Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair
Paitan (Tithonia Diversifolia (Hemsl.) Gray).* J.
Agroekoteknologi Univ. Sumatera Utara. 2(4)