

Populasi Bakteri Penambat Nitrogen pada Lahan Sub-optimal di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

Nitrogen Fixing Bacteria Population in Sub-optimal Land at Situbondo Regency, East Java

Marga Mandala¹, Ayunda Rachmawati², Putri Tunjung Sari¹, Indarto Indarto¹

¹Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam Lingkungan, Pasca Sarjana, Universitas Jember, Jawa Timur, 68121

²Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jawa Timur, 68121

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 21 Maret 2021

Disetujui: 21 Juni 2021

Dipublikasi online: 25 Juni 2021

Kata Kunci:

Lahan Kering
Kesuburan Tanah
Bakteri Penambat Nitrogen
Nitrogen

Keywords:

Upland
Soil Fertility
Nitrogen Fixing Bacteria
Nitrogen

Direview oleh:

Setyono Adi, Ety Pratiwi

Abstrak. Lahan sub optimal merupakan lahan yang memiliki produktivitas rendah. Rendahnya hara menjadi faktor pembatas dalam pengembangan lahan kering menjadi wilayah pertanian. Nitrogen merupakan hara esensial yang sangat diperlukan tanaman. Penggunaan tanaman legum yang mampu bersimbiosis dengan bakteri penambat nitrogen dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi bakteri penambat nitrogen dan hubungannya dengan ketersediaan nitrogen tanah pada beberapa lokasi budidaya lahan kering di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Penelitian dilakukan di lahan budidaya kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). Variabel yang diamati meliputi populasi bakteri penambat N₂ (*Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp.), N-total, pH, C-organik dan rasio C/N. Hasil menunjukkan lahan budidaya di Kecamatan Banyuglugur memiliki populasi bakteri dan nilai N-total tertinggi dibandingkan dengan lahan lainnya. Populasi bakteri yang tinggi disebabkan karena kesesuaian ekosistem awalnya dengan media perbanyakan. Perbedaan lokasi penanaman tidak berpengaruh terhadap ketersediaan nitrogen tanah namun berpengaruh terhadap C-organik tanah.

Abstract. Sub-optimal land is land that has low productivity. Low nutrient concentration is a limiting factor in the development of upland into agricultural areas. Nitrogen is an essential nutrient needed by plants. The use of legume plants that can form a symbiotic relationship with nitrogen fixing bacteria can increase the availability of nitrogen in the soil. This study aims to determine the population of nitrogen fixing bacteria and their relationship to soil nitrogen availability in several upland cultivation areas in Situbondo Regency, East Java Province. The research was conducted in the long bean (*Vigna sinensis* L.) cultivation area. The variables observed included populations of N₂-fixing bacteria (*Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., and *Azospirillum* sp.), total N, pH, C-organic and the C / N ratio. The results showed that the cultivated land in Banyuglugur District had the highest bacterial population and N-total value compared to other fields. The high bacterial population is due to the compatibility of the initial ecosystem with the propagation media. Different planting locations do not affect soil nitrogen availability but affect soil organic carbon.

Pendahuluan

Lahan sub optimal merupakan lahan yang memiliki produktivitas rendah yang diakibatkan faktor internal dan eksternal. Faktor internal seperti bahan induk, sifat fisik, kimia dan biologi tanah, sedangkan faktor eksternal seperti curah hujan dan suhu ekstrim (Rao dan Ryan 2004). Lahan sub optimal dapat dibedakan menjadi lahan basah dan lahan kering. Lahan basah meliputi lahan rawa pasang surut, lahan rawa lebak dan gambut. Sedangkan lahan kering meliputi lahan kering masam dan lahan kering iklim kering (Mulyani dan Sarwani 2013). Luas lahan kering di Indonesia mencapai 144,47 juta ha dengan 99,65 juta ha potensial untuk pengembangan pertanian (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2015).

Pengelolaan pertanian lahan kering tidak mudah dilakukan mengingat banyaknya faktor pembatas dalam proses budidaya. Mayoritas lahan kering di Indonesia mengalami degradasi akibat rendahnya kandungan bahan organik, tingginya erosi dan pengelolaan lahan yang kurang tepat (Heryani dan Rejekiingrum 2019). Pemupukan kimia dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hara pada lahan kering, namun hal ini akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Hartatik *et al.* 2015; Massah dan Azadegan 2016).

Terdapat enam nutrisi makro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, yaitu nitrogen (N), fosfor (P) kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan sulfur (S) (Mpapa 2016). Nitrogen merupakan hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar terutama pada fase vegetatif (Desire *et al.* 2017). Nitrogen berperan

* Corresponding author: putritunjung36@gmail.com

penting dalam pembentukan klorofil, protein, protoplasma, dan asam-asam nukleat (Lingga dan Marsono 2008). Ketersediaan unsur nitrogen di udara sangat melimpah, namun dalam bentuk dinitrogen (N_2) yang tidak dapat diserap langsung oleh tanaman. Tanaman mampu menyerap nitrogen dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) (Tando 2018).

Penggunaan tanaman legum dapat menjadi alternatif solusi dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah. Tanaman legum memiliki bintil akar yang mampu bersimbiosis dengan bakteri penambat N_2 dari udara (Hutasoit *et al.* 2017). Penelitian Widiyawati *et al.* (2014) membuktikan bahwa aplikasi bakteri penambat nitrogen pada pertanaman padi mampu mengurangi 25% penggunaan pupuk N anorganik dari dosis rekomendasinya (100 kg N/ha). Bakteri yang berperan dalam penambatan N_2 antara lain *Rhizobium sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Azospirillum sp.* (Widawati *et al.* 2010).

Rhizobium sp. adalah bakteri yang dapat menambat unsur N_2 melalui simbiosis dengan akar tanaman kacang-kacangan dengan membentuk bintil akar (Prayoga *et al.* 2018). *Rhizobium sp.* berkembang secara aerob di dalam tanah dan tumbuh optimal pada suhu 25 – 30°C dengan pH 6 – 7. Beberapa strain *Rhizobium sp.* masih dapat bertahan pada pH $\geq 4,5$ (Rosales *et al.* 2013). *Azotobacter sp.* dan *Azospirillum sp.* merupakan bakteri penambat N_2 non simbiosis dengan tanaman. *Azotobacter sp.* bersifat aerob, tumbuh pada pH sekitar 4,8 – 8,5 dan pH optimum di pH 7,0 – 7,5, sedangkan *Azospirillum sp.* bersifat aerobik kemoorganotrof non fermentatif yang mampu memproduksi fitohormon. Bakteri ini tumbuh baik pada pH 6,8 - 7,9 dan suhu tanah berkisar antara 27-29°C (Alexander 1997).

Kacang panjang (*Vigna sinensis L.*) merupakan salah satu tanaman legum yang dapat dimanfaatkan untuk menambah ketersediaan nitrogen dalam tanah. Akar dari tanaman ini mampu bersimbiosis dengan bakteri penambat N_2 (Ikhsani *et al.* 2018). Simbiosis ini akan menambah ketersediaan nitrogen dalam tanah sehingga mengurangi pemupukan anorganik. Berdasarkan alasan tersebut, tanaman kacang panjang dapat dibudidayakan di lahan sub optimal dalam rangka memperbaiki kualitas tanah dan produktivitas lahan sub optimal, salah satunya di Kabupaten Situbondo.

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang memiliki 44.629 ha lahan kering dengan curah hujan kurang dari 2000 mm/tahun (BPS 2016). Budidaya tanaman kacang panjang di wilayah ini secara

tidak langsung akan berdampak positif terhadap sifat kimia dan biologi tanah. Secara kimia, akar tanaman kacang panjang akan bersimbiosis dengan bakteri penambat N_2 sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi bakteri *Rhizobium sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Azospirillum sp.* pada budidaya kacang panjang di lahan sub optimal wilayah Kabupaten Situbondo dan mengetahui pengaruhnya terhadap ketersediaan nitrogen dalam tanah.

Bahan dan Metode

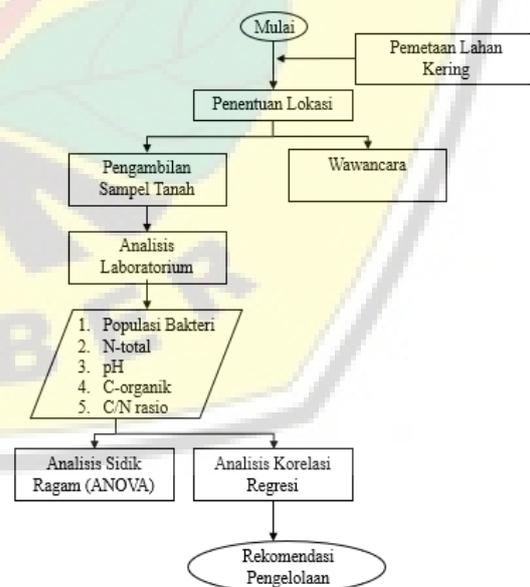
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2020 hingga bulan Juli 2020. Penelitian dilaksanakan di lima kecamatan di Kabupaten Situbondo yaitu Kecamatan Banyuglugur, Bungatan, Panarukan, Jangkar, dan Banyuputih.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan pengambilan sampel seperti bor tanah, sekop dan *cooling box*. Sedangkan bahan yang dibutuhkan yaitu plastik klip, label, dan es balok.

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Prosedur penelitian

Figure 1. Research procedure

Gambar 1. Menunjukkan skema penelitian yang akan dilakukan. Penelitian ini dimulai dengan pemetaan lahan kering menggunakan citra satelit Sentinel 2A. Pemetaan

lahan kering ini dilakukan pada tahun sebelumnya. Selanjutnya menentukan lokasi penelitian dengan memilih 5 lokasi di Kabupaten Situbondo yang mewakili daerah lahan kering. Lokasi tersebut berada di Kecamatan Banyuglugur, Bungatan, Panarukan, Jangkar dan Banyuputih. Lokasi penelitian merupakan daerah yang ditanami tanaman legum berupa kacang panjang. Selanjutnya dilakukan wawancara terhadap petani pemilik lahan dan pengambilan sampel tanah pada masing-masing lokasi.

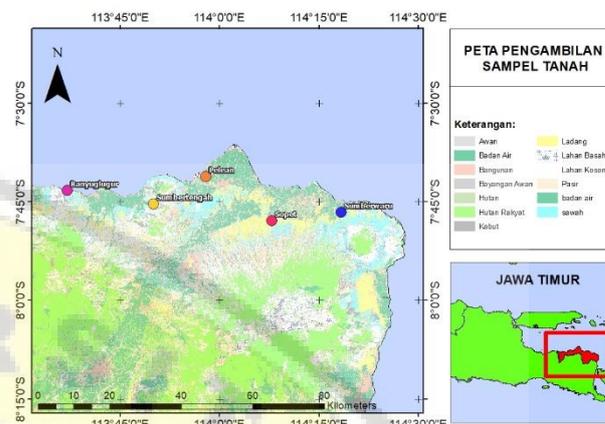
Wawancara kepada petani bertujuan untuk mengetahui pengelolaan lahan dan tanaman yang dilakukan serta kendala dalam budidaya kacang panjang di lahan sub optimal. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara komposit menggunakan metode *purposive sampling* pada kedalaman 0-30 cm. Pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan bor tanah.

Sampel tanah selanjutnya dilakukan analisis sifat kimia (Nitrogen, C-organik, pH) dan sifat biologi (populasi bakteri penambat N). Hasil dari analisis laboratorium selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh lokasi terhadap ketersediaan nitrogen dan c-organik tanah.

Penentuan Titik Sampling

Penentuan titik sampling dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Peta lahan sub-optimal diperoleh

melalui analisis data citra satelit sentinel 2A. Lahan yang dipilih adalah lahan sub-optimal (lahan kering) yang ditanami kacang panjang. Terdapat 5 titik lokasi pengambilan sampel yang tersebar di Kabupaten Situbondo (Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel

Figure 2. Sampling unit area

Masing-masing titik sampling diambil sebanyak 5 ulangan untuk dilakukan analisis sifat kimia dan biologi tanah. Masing-masing lokasi penelitian memiliki luas 1000 m². Luas tersebut dibagi menjadi 5 bagian untuk pengambilan sample individu dengan pola diagonal. Koordinat lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi budidaya kacang panjang pada lahan sub optimal di Kabupaten Situbondo

Table 1. Location of long bean cultivation on sub-optimal land in Situbondo Regency

No.	Kecamatan	Desa	Koordinat	Jenis Tanah	Ketinggian	Kelerengan
1	Banyuglugur	Banyuglugur	7°43'17.9" LU dan 113°37'01.2" BT	Entisol	7 mdpl	0-8 % (datar)
2	Bungatan	Sumbertengah	7°45'24.5" LU dan 113°50'00.3" BT	Alfisol	120 mdpl	0-8 % (datar)
3	Panarukan	Peleyan	7°41'12.0" LU dan 113°57'57.9" BT	Entosil	3 mdpl	0-8 % (datar)
4	Jangkar	Sopet	7°47'57.3" LU dan 114°07'52.4" BT	Alfisol	35 mdpl	0-8 % (datar)
5	Banyuputih	Sumberwaru	7°46'41.2" LU dan 114°18'20.7" BT	Inseptisol	10 mdpl	0-8 % (datar)

Kondisi Umum Wilayah Penelitian

Penelitian dilakukan di 5 lokasi dengan karakteristik yang berbeda. Lokasi penelitian merupakan daerah lahan kering yang ditanami kacang panjang (*V. sinensis* L.). Penanaman tanaman kacang panjang baru pertama kali diterapkan di 5 daerah tersebut. Lahan tersebut sebelumnya digunakan sebagai lahan sawah ataupun tegalan. Kondisi lingkungan yang tidak seragam

(perbedaan ketinggian) menyebabkan karakteristik sifat kimia dan biologi tanahnya berbeda. Kelima lokasi terletak pada daerah dataran rendah dengan ketinggian yang bervariasi.

Lokasi 1 berada di Desa Banyuglugur, Kecamatan Banyuglugur, terletak pada ketinggian 7 m di atas permukaan laut (dpl), berada di pesisir pantai. Sebelum

ditanami kacang panjang, lahan tersebut digunakan untuk budidaya tanaman padi dan jagung. Petani di wilayah ini menerapkan teknik budidaya semi organik dengan penggunaan pupuk anorganik dan organik. Pupuk organik yang digunakan berasal dari kotoran ayam. Hal ini karena di lokasi budidaya bersebelahan dengan peternakan ayam.

Lokasi ke 2 berada di Desa Sumbertengah, Kecamatan Bungatan yang terletak di dataran tinggi dengan ketinggian 120 m dpl. Sebelum penanaman kacang panjang, petani menanam jagung dengan pola monokultur selama 2 tahun. Budidaya yang dilakukan petani tergolong konvensional, karena hanya menggunakan pupuk anorganik untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Hal ini serupa dengan lokasi ke 3 di Desa Peleyan Kecamatan Panarukan yang berada di daerah dataran rendah (3 m dpl). Lahan budidaya di Desa Peleyan, Kecamatan Panarukan berupa tegalan yang sebelumnya ditanami tebu.

Lokasi ke 4 berada di Desa Sopot, Kecamatan Jangkar berada pada ketinggian 35 m dpl. Lahan ini sebelumnya merupakan lahan tegalan yang ditanami jagung dan cabai. Komoditas tersebut dipilih karena keduanya dapat beradaptasi pada lingkungan yang sulit air (kering). Lokasi ke 5 berada di Desa Sumberwaru, Kecamatan Banyuputih dengan ketinggian lokasi 10 m dpl. Lahan tersebut berdekatan dengan pemukiman warga dan selama 3 tahun sebelumnya digunakan sebagai lahan budidaya jagung dan terong.

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah menggunakan contoh tanah terusik. Sampel tanah untuk analisis kimia dimasukkan ke dalam plastik klip, sedangkan sampel tanah untuk perhitungan populasi bakteri disimpan dalam *cooling box* yang diberi es balok. Perlakuan ini dapat menurunkan kegiatan mikroorganisme (Mukrin *et al.* 2019). Penyimpanan tanah selanjutnya dipindahkan ke *freezer* dengan suhu -20 °C. Sampel tanah disimpan semalaman dan dilakukan analisis keesokan harinya.

Perhitungan Populasi Bakteri Penambat Nitrogen

Perhitungan populasi bakteri penambat nitrogen dilakukan berdasarkan buku Metode Analisis Biologi Tanah (Saraswati *et al.* 2007). Setiap bakteri ditumbuhkan pada media selektif, *Rhizobium* sp ditumbuhkan pada media YMA, *Azotobacter* sp. ditumbuhkan pada media Ashby dan *Azospirillum* sp. ditumbuhkan pada media Okon. Tabel 2 memperlihatkan komposisi masing-masing media yang digunakan.

Tabel 2. Komposisi media perbanyakan

Table 2. Composition of propagation media

Jenis Media		
YMA	Ashby	Okon
Agar 20 g	Agar 20 g	Agar 20 g
Aquades 1000 ml	Aquades 1000 ml	Aquades 1000 ml
CaCO ₃ 0,1 g	CaCO ₃ 5 g	Asam Malat 5 g
K ₂ HPO ₄ 0,5 g	K ₂ HPO ₄ 0,2 g	CaCl ₂ 0,02 g
Mannitol 10 g	K ₂ SO ₄ 0,1 g	FeCl ₃ .6H ₂ O 0,0166 g
MgSO ₄ .7H ₂ O 0,2 g	Mannitol 20 g	K ₂ HPO ₄ 0,6 g
NaCl 0,1 g	MgSO ₄ 0,2 g	KH ₂ PO ₄ 0,4 g
Yeast extract 3 g	NaCl 0,2 g	MgSO ₄ .2H ₂ O 0,2 g
		Na ₂ MoO ₄ 0,002 g
		NaCl 0,02 g
		NaOH 3 g
		Yeast extract 0,5 g

Sumber: Graham (1969); Rao (1977); Okon (1985)

Pembuatan media diawali dengan mengisi erlenmeyer sebanyak 500 ml aquadest, kemudian bahan pembuatan masing-masing media yang sudah ditimbang dicampur dengan aquadest tersebut lalu dicampur hingga homogen menggunakan *magnetic stirrer* lalu aquadest ditambahkan hingga volume akhir 1000 ml. Selanjutnya pengecekan pH dilakukan agar pH media sesuai dengan pH yang dibutuhkan. Media distrelisasi menggunakan *autoclave* dengan tekanan 2 atm, pada suhu 121 °C selama 30 menit.

Sampel tanah yang akan dihitung populasi bakterinya diencerkan terlebih dahulu dengan menimbang 10 g tanah dan dimasukkan kedalam botol kocok yang berisi 90 ml g larutan fisiologis (1% NaCl), kemudian dihomogenkan menggunakan shaker selama 30 menit, setelah itu didiamkan selama 10 menit untuk diambil suspensinya. Pada tahap ini artinya tanah memiliki seri pengenceran 10⁻¹. Langkah selanjutnya yakni mengambil 1 ml suspensi air tanah pada lapisan tengah dari botol kocok lalu dituang ke tabung reaksi untuk melakukan pengenceran hingga seri pengenceran 10⁻⁷.

Sampel yang sudah diencerkan dengan metode pengenceran diambil masing-masing 100 µl dari pengenceran 10⁻³ hingga 10⁻⁵ menggunakan pipet mikro kemudian dimasukkan kedalam cawan petri dengan metode tuang (*pour plate method*) secara aseptis yang telah berisi media selektif. Setiap pengenceran diulang tiga kali. Lalu diratakan dengan *spreader*. Bakteri diinkubasi selama 7 hari pada suhu 36 °C dengan posisi terbalik.

Perhitungan jumlah koloni dilakukan pada hari ke-7 inkubasi menggunakan *colony counter*. Metode yang digunakan untuk menghitung bakteri adalah metode perhitungan cawan (*total plate count*) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total Populasi (CFU)/g tanah} = \frac{(\text{Jumlah koloni}) \times (\text{fp})}{\text{bk tanah}}$$

Keterangan :

CFU = colony forming unit

fp = faktor pengenceran

bk = berat kering contoh tanah (g)

Analisis Kimia Tanah

Analisis kimia tanah dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari populasi bakteri penambat nitrogen terhadap ketersediaan hara tanah. Analisis kimia tanah dilakukan menggunakan sampel tanah terusik yang telah dikering angin dan diayak menggunakan ayakan 0,5 mm. Berikut merupakan variabel kimia tanah yang dianalisis (Tabel 3).

Tabel 3. Variabel pengamatan tanah

Table 3. Soil observation variables

Variabel Pengamatan	Metode Analisis
N-total	Metode Kjeldahl (Destruksi dan Destilasi)
C-organik	Metode Kurmis
pH	Elektrokimia

Sumber: Eviati dan Sulaeman (2009)

Pengolahan Data

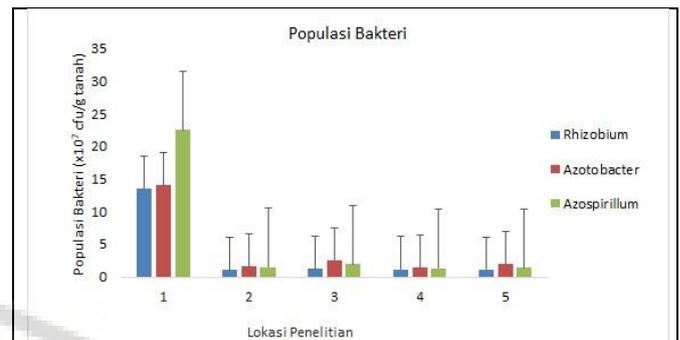
Data sifat kimia tanah selanjutnya diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan jika terdapat pengaruh yang berbeda nyata maka dilakukan uji rata-rata Duncan (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

Populasi Bakteri Penambat Nitrogen

Pada penelitian ini bakteri penambat nitrogen difokuskan pada 3 jenis bakteri yaitu bakteri *Rhizobium sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Azospirillum sp.* Gambar 3 menunjukkan hasil analisis populasi bakteri penambat nitrogen pada masing-masing lokasi menunjukkan jumlah yang bervariasi. Kisaran bakteri penambat nitrogen yang ditemukan yakni $1,03 \times 10^7$ sampai dengan $22,5 \times 10^7$ CFU g^{-1} tanah. Populasi bakteri penambat nitrogen yang tertinggi ditemukan di lokasi budidaya kacang panjang di lokasi 1, baik bakteri *Rhizobium sp.*, *Azotobacter sp.*, maupun *Azospirillum sp.* Perbedaan jumlah populasi ini dapat diakibatkan karena teknik budidaya yang digunakan berbeda serta kesesuaian ekosistem awal bakteri dengan medianya. Penelitian yang dilakukan Pratiwi *et al.* (2018)

menunjukkan bahwa pengolahan tanah dan pemupukan mempengaruhi pertumbuhan mikroba.



Keterangan: 1 (Kecamatan Banyuglugur)

2. (Kecamatan Bungatan)

3. (Kecamatan Panarukan)

4. (Kecamatan Jangkar)

5. (Kecamatan Banyuputih)

Gambar 3. Populasi bakteri penambat nitrogen

Figure 3. Nitrogen fixing bacteria populations

Petani di lokasi 1 memberikan pupuk kotoran hewan ayam. Pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat memacu populasi bakteri. Aktivitas mikroba memerlukan karbon sebagai sumber energi dalam mengubah nitrogen organik (Wijayanti 2018). Hal ini juga sesuai dengan penelitian Nadapdap *et al.* (2020) yang menyatakan terdapat korelasi yang kuat antara bahan organik dan populasi bakteri. Sari *et al.* (2016) menambahkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam dapat meningkatkan kesuburan dan memperbaiki sifat fisik, kimia, meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman, dan menyediakan sumber energi bagi bakteri serta meningkatkan aktivitas biologi tanah. Mukrin *et al.* (2019) juga menyimpulkan populasi bakteri tumbuh sangat cepat ketika disertai dengan gizi dan kondisi lingkungan yang memungkinkan untuk berkembang.

Selain itu, lokasi 1 terletak di daerah pantai yang memiliki salinitas tinggi. Bakteri penambat nitrogen yang diisolasi dari daerah dengan salinitas tinggi sangat cocok dengan media perbanyakannya (Widawati dan Muharam 2012). Hal ini karena ketiga media memiliki kandungan NaCl yang banyak terdapat pada tanah salin, sedangkan lokasi lainnya tidak terletak pada tanah salin.

Analisis Sidik Ragam Sifat Kimia Tanah

Tabel 4 menunjukkan bahwa hanya terdapat dua variabel yang signifikan, yaitu C-organik dan rasio C/N. Uji DMRT hanya akan dilakukan pada variabel c-organik dan rasio C/N.

Tabel 4. Hasil analisis sidik ragam variabel pengamatan

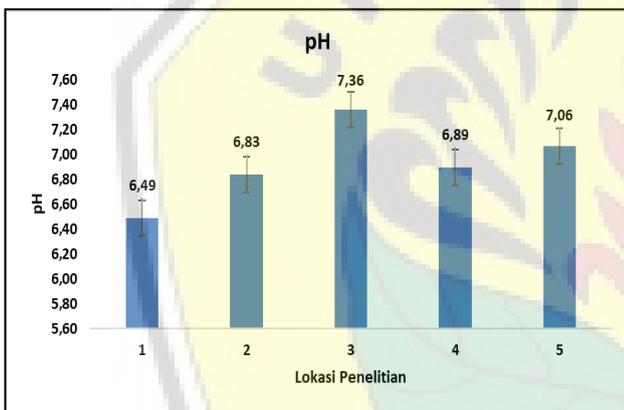
Table 4. Results of analysis of variables of observation variables

Variabel Pengamatan	Nilai F Hitung
C-Organik	45,43**
N-total	2,07 ^{ns}
Rasio C/N	3,13*
pH	1,02 ^{ns}

Keterangan: ** berbeda sangat nyata; * berbeda nyata; ^{ns} berbeda tidak nyata

Nilai pH Tanah

Hasil analisis pH tanah pada lokasi penelitian menunjukkan kecenderungan pH netral yakni pada kisaran pH 7,00. Secara keseluruhan di lima lokasi memiliki harkat agak masam hingga netral yakni dengan kisaran pH 6,49 – 7,36. (Gambar 4).



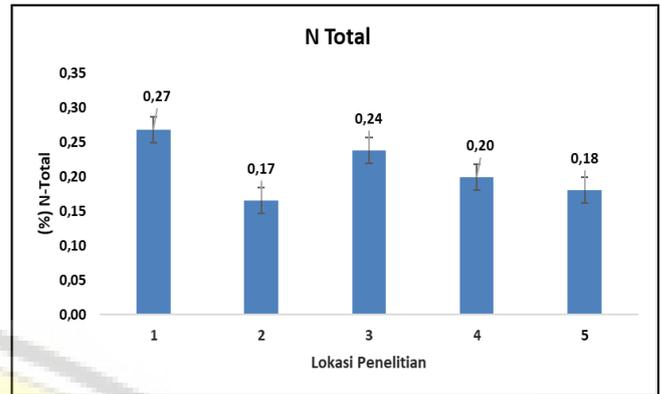
Gambar 4. Nilai pH tanah pada masing-masing lokasi

Figure 4. Soil pH value at each location

Pada Gambar 4 diperoleh data pH tanah yang paling rendah yakni lahan budidaya kacang panjang di lokasi 1 yang memiliki pH 6,49 dengan harkat agak masam, sedangkan keempat lokasi lainnya memiliki pH netral. Harkat ditetapkan berdasarkan petunjuk dan teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk (Eviati dan Sulaeman 2009). Lahan budidaya kacang panjang lokasi 2, 3, 4, dan 5 memiliki pH berturut-turut 6,83, 7,36, 6,89, dan pH 7,06.

Pertumbuhan dan perkembangan bakteri sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Bakteri *Rhizobium sp.* dapat tumbuh optimal pada kondisi tanah yang memiliki pH 6 – 7 (Yulipriyanto 2010). *Azotobacter sp.* dapat tumbuh optimal pada pH tanah yang sesuai yakni 4,5 – 8,5 (George 2005). Bakteri *Azospirillum sp.* mampu hidup secara optimal pada lingkungan yang memiliki pH 6,8 – 7,9 (Alexander 1997).

Nilai N-total



Gambar 5. Nilai N-total pada masing-masing lokasi

Figure 5. N-total value at each location

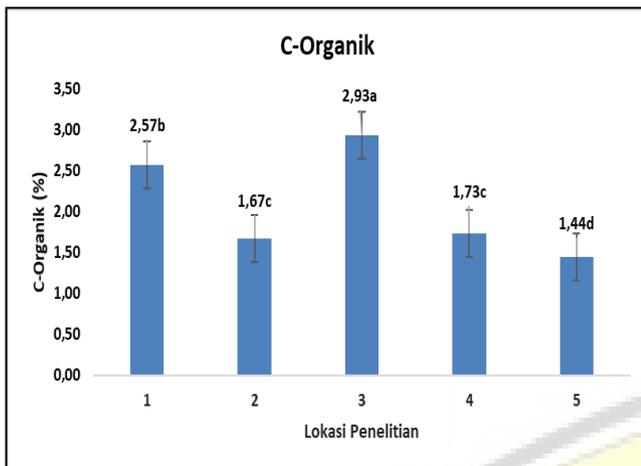
Kandungan nitrogen total di lima lokasi memiliki variasi nilai yang tidak jauh berbeda (Gambar 5). Lokasi 2 memiliki nilai N-total terendah (0,17%), sedangkan pada lokasi 1 memiliki nilai N-total tertinggi (0,27%).

Lokasi 3 memiliki nilai N-total yang berbeda tidak jauh dengan lokasi 1. Hal ini sesuai dengan analisis sidik ragam yang dilakukan bahwa perbedaan lokasi tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel N-total tanah. Tingginya N-total di lokasi 1 dikarenakan petani menggunakan pupuk kotoran ayam untuk menambah ketersediaan hara tanah selain menggunakan pupuk anorganik. Hal ini sesuai dengan penelitian Mensik *et al.* (2018) yang menyimpulkan bahwa penambahan pupuk kandang ayam mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen tanah.

Nilai C- Organik

Perbedaan lokasi budidaya berpengaruh sangat nyata terhadap variabel C-organik tanah. Gambar 6 menunjukkan nilai C-organik di 5 lokasi sangat bervariasi. Lokasi 3 memiliki nilai C-organik tertinggi (2,93%), selanjutnya diikuti oleh lokasi 1 (2,57%). Kandungan C-organik pada kedua lokasi tersebut termasuk kategori sedang (Eviati dan Sulaeman 2009). Kondisi ini berbeda pada ketiga lokasi lain yang memiliki nilai C-organik antara 1-2% yang tergolong rendah.

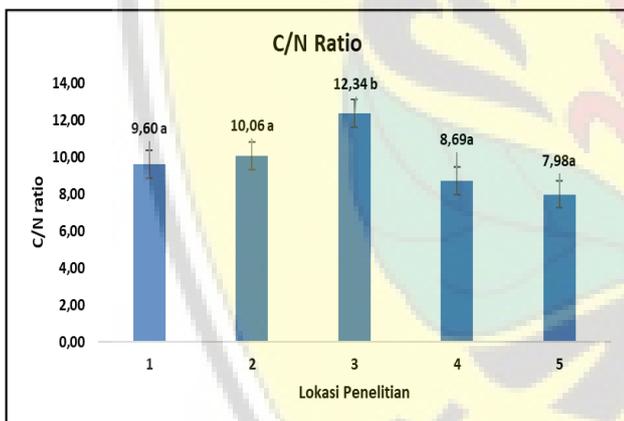
Gambar 6 menjelaskan walaupun C-organik di lokasi 1 lebih rendah daripada C-organik di lokasi 3, tetapi penambahan pupuk kandang ayam secara signifikan meningkatkan populasi 3 jenis bakteri penambat N₂. Pupuk organik ini digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi dan untuk proliferasi sel. Widodo dan Kusuma (2018) juga menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang dapat digunakan mikroba sebagai sumber energi.



Gambar 6. Nilai C-organik tanah pada masing-masing lokasi

Figure 6. Soil organik C value at each location
Nilai Rasio C/N

Berdasarkan hasil analisis C-organik dan N-total tanah diperoleh rasio C/N tanah pada lokasi penelitian termasuk kategori rendah-sedang dengan rasio C/N berkisar 8,00 - 12,21. Adapun nilai rasio C/N untuk masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai rasio C/N pada masing-masing lokasi

Figure 7. Value of C/N ratio at each location

Lokasi 3 memiliki rasio C/N tertinggi dengan nilai 12,21, sedangkan lokasi 5 memiliki rasio C/N tanah terendah dengan nilai 8,00. Lokasi 1, 2 dan 4 berturut-turut memiliki rasio C/N dengan nilai 9,52; 9,82; dan 8,65. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat dekomposisi bahan organik pada beberapa lokasi penelitian masih belum seimbang. Hal ini sesuai dengan Foth (1979) nilai rasio C/N 15–30 menunjukkan proses mineralisasi seimbang dengan immobilisasi. Penambahan pupuk organik yang memiliki kandungan karbon dan nitrogen cukup tinggi diperlukan mikroorganisme sebagai sumber poliferasi sel.

Kesimpulan

Lahan budidaya di Kecamatan Banyuglugur memiliki populasi bakteri dan nilai N-total tertinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Hal ini disebabkan karena kesesuaian ekosistem bakteri dengan media perbanyakannya. Bakteri *penambat nitrogen* yang berasal dari daerah salin sangat sesuai dengan media yang memiliki kandungan NaCl. Perbedaan lokasi penanaman tidak berpengaruh terhadap ketersediaan N tanah, namun berpengaruh sangat nyata terhadap C-organik tanah.

Daftar Pustaka

- Alexander M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. 2nd Ed. John Wiley and Sons, New York.
- Andriany F dan Abdullah A. 2018. Pengaruh jenis bioaktivator terhadap laju dekomposisi seresah daun jati *Tectona grandis* L.F. di wilayah Kampus UNHAS Tamalanrea. *J. Biol. Makasar* 3(2): 31-42.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015. *Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia*. IAARD Press, Jakarta
- BPS. 2016. *Luas Wilayah menurut Penggunaan Tanah (ha)*. BPN Kabupaten Situbondo, Situbondo.
- Desire TV, Vivien NG and Claude S. 2017. Evaluation of different sweet potato varieties for growth, quality and yield traits under chemical fertilizer and organic amendments in sandy ferralitic soils. *Afr. J. Agric. Res.* 12(48): 3379-3388.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis (Edisi 2) : Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Besar Penelitian Tanah, Bogor.
- Foth HD. 1979. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Erlangga, Jakarta.
- George M. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, The Proteobacteria (2 ed.)*. Springer, New York.
- Graham PH. 1969. Selective medium for growth of rhizobium. *Applied Microbiology*, 17(5): 769-770.
- Hartatik W, Husnain dan Widowati LR. 2015. Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9 (2): 107-120.
- Hutasoit R, Taringan A, dan Sirait J. 2017. Tanaman pakan leguminosa dalam sistem integrasi dengan perkebunan jeruk. *Pastura*. 7 (1): 32-36.
- Ikhani D, Hindersah R, dan Herdiyantoro D. 2018. Pertumbuhan tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L. Merrill) setelah aplikasi *Azotobacter chroococcum*

- dan pupuk NPK. *Agrologia*. 7 (1):1-8.
- Lingga P, dan Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Massah J and Azadegan B. 2016. Effect of chemical fertilizers on soil compaction and degradation. *Agricultural mechanization in Asia and Latin America*. 47(1): 44-50.
- Mensik L, Hlisnikovsky L, Pospisilova L, Kunzova E. 2018. The effect of application of organik manures and mineral fertilizers on the state of soil organik matter and nutrients in the long-term field experiment. *Journal of Soils and Sediments*. 18: 2813–2822.
- Mpapa, BL. 2016. Analisis kesuburan tanah tempat tumbuh pohon jati (*Tectona Grandis* L.) pada ketinggian yang berbeda. *Agrista*. 20 (3): 1-5
- Mukrin, Yusran, dan Toknok B. 2019. Populasi fungi dan bakteri tanah pada lahan agroforestri dan kebun campuran di ngata katuva dongi-dongi kecamatan palopo kabupaten sigi sulawesi tengah. *Forest Saint*, 16(2) : 77-84
- Mulyani A dan Sarwani M. 2013. Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 7 (1): 47-55.
- Nadapdap NS, Perwira IY, dan Ernawati NM. 2020. Analisis karbon, nitrogen, dan total bakteri pada substrat dasar tambak udang vannamei (*Liopenaeus Vannamei*) pada pertengahan masa tanam di desa sanggalangit, buleleng, bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 3(1) : 97-105
- Heryani N. dan Rejekiningrum P. 2019. Pengembangan pertanian lahan kering iklim kering melalui implementasi panca kelola lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13 (2): 63-71.
- Okon Y. 1985. Azospirillum as a potential for agriculture. *Trends in Biotech*, 3(9): 223-228
- Pratiwi E., Satwika TD, dan Agus F. 2018. Keanekaragaman mikroba tanah gambut di bawah hutan dan di bawah perkebunan sawit di provinsi jambi. *J. Tanah Iklim* 42(1) : 69-78
- Prayoga D, Riniarti M, dan Duryat. 2018. Aplikasi rhizobium dan urea pada pertumbuhan semai sengon laut. *Jurnal Sylva Lestari*. 6(1):1-8
- Rao S. 1997. *Soil Microorganisms and Plant Growth*. Oxford and IBH Publishing Co. India.
- Rao SC. and Ryan J. 2004. *Challenges and Strategies for Dryland Agriculture*. Scientific Publisher (India), Jodhpur.
- Rosales RR, Escobedo JMV, Rogel MA, Martinez J, Orrillo EO, and Romero EM. 2013. *Rhizobium calliandrae sp nov., rhizobium mayense sp nov.*, and *rhizobium jaguaris sp nov.*, rhizobial species nodulating the medicinal legume calliandra grandiflora. *Systematic and Evolutionary Microbiology*. 63 : 3423 – 3429.
- Sahara N, Wardah dan Rahmawati. 2019. Populasi fungi dan bakteri tanah di hutan pegunungan dan dataran rendah di kawasan taman nasional lore lindu sulawesi tengah. *Forest Sains*. 16(2) : 85 – 93.
- Santoso K, Rahmawati, Rafdinal. 2019. Eksplorasi bakteri penambat nitrogen dari tanah hutan mangrove sungai peniti, kabupaten mempawah. *Protobiont*. 8(1): 52-58.
- Saraswati R, Husen E, dan Simanungkalit RDM. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Sari KM, Pasigai A, dan Wahyudi I. 2016. Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassia oleracea* Var. Bathytis L.) pada oxic dystrochpts. *Agrotekbis*, 4(2) : 151 – 159.
- Suprpto, N., Chang, T. S., & Ku, C. H. 2017. Conception of learning physics and self-efficacy among indonesian university students. *Journal of Baltic Science Education*, 16(1), 7-19.
- Tando E. 2018. Upaya efisiensi dan peningkatan ketersediaan nitrogen dalam tanah serta serapan nitrogen pada tanaman padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*. 18(2): 171-180.
- Widawati S, Muharam A. 2012. Uji laboratorium *Azospirillum sp.* yang diisolasi dari beberapa ekosistem. *J. Hort*, 22(3): 258-267.
- Widiyawati I, Sugiyanta A, Junaedi, dan Widyastuti R. 2014. Peran bakteri penambat nitrogen untuk mengurangi dosis pupuk nitrogen anorganik pada padi sawah. *Agronomi Indonesia*. 42(2) : 96 – 102.
- Widodo KH, Kusuma H. 2018. Pengaruh kompos terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di inceptisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 959-9
- Wijayanti R, dan Prasetya B. 2018. Pengaruh pemberian urea terhadap laju dekomposisi serasah tebu di pusat penelitian gula jengkol, kabupaten kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1), 793-799
- Yulipriyanto H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu, Yogyakarta.