

PENGARUH PENAMBAHAN PUPUK ORGANIK TERHADAP POPULASI *Bacillus sp.* UNTUK MENEKAN PERKEMBANGAN PENYAKIT KARAT DAUN PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine max L.*)

Effect of Adding Organic Fertilizer on the population of Bacillus sp. to Supply the Development of Leaf Rust Disease in Soybean (Glycine max L.)

Sinta Vira Vidyawati dan Rachmi Masnilah

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

* e-mail : viravidya03@gmail.com

ABSTRACT

The level of soybean consumption has increased every year, but production is classified as fluctuating so that it cannot meet domestic needs. Factors that affect soybean production are pests (plant-disturbing organisms), one of which is *Phakopsora pachyrhizi*. *P. pachyrhizi* control was carried out using APH *Bacillus sp.* The addition of organic fertilizers as a medium for the growth of decomposer microorganisms can increase the number of bacterial colonies and induce plant resistance. The purpose of this study was to determine the effect of adding organic fertilizer to the population of *Bacillus sp.*, rust disease and dry seed weight of soybeans. This research was conducted in March-September 2021 at the Laboratory of Microbiology for Biology Education, University of Jember and Agricultural Land in Slawu Village, Patrang District, Jember Regency. This study used a randomized block design (RAK) with 4 treatments of organic fertilizer application of 7.5 tons/ha, namely K (control), KA (vermicompost fertilizer dose 0.75kg/m²), KS (cow dung compost dose 0.75kg/m²) and KK (goat manure compost at a dose of 0.75kg/m²). The data obtained were analyzed using ANOVA, if there was a significant difference, the DMRT test was continued with a 5% significance level. The results showed that the addition of organic fertilizers increased the population of *Bacillus sp.* by 4,78x10⁹ (blue colony), 8,80x10⁹ (red colony), goat compost reduced disease development by 30.44% severity and 13.74% effectiveness and increased dry seed weight by 9.94 g/plant or 1.24 tons/ha.

Key words : Soybean, *Phakopsora pachyrhizi*, *Bacillus sp.*, Organic Fertilizer

ABSTRAK

Tingkat konsumsi kedelai mengalami peningkatan setiap tahunnya, namun produksi tergolong fluktuatif sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Faktor yang mempengaruhi produksi kedelai adalah OPT (organisme pengganggu tanaman) salah satunya *Phakopsora pachyrhizi*. Pengendalian *P. pachyrhizi* dilakukan menggunakan APH *Bacillus sp.* Penambahan pupuk organik menjadi media tumbuhnya mikroorganisme dekomposer dapat meningkatkan jumlah koloni bakteri dan induksi ketahanan tanaman. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh penambahan pupuk organik terhadap populasi *Bacillus sp.*, penyakit karat dan berat biji kering tanaman kedelai. Penelitian ini dilaksanakan bulan Maret-September 2021 di Laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi Universitas Jember dan Lahan Pertanian di desa Slawu Kecamatan Patrang Kabupaten Jember. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan 4 pupuk organik pengaplikasian 7,5 ton/ha yaitu K (kontrol), KA (Pupuk vermikompos dosis 0,75kg/m²), KS (Pupuk kompos kotoran sapi dosis 0,75kg/m²) dan KK (pupuk kompos kotoran kambing dosis 0,75kg/m²). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA, apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan uji DMRT dengan taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan penambahan pupuk organik meningkatkan populasi *Bacillus sp.* sebesar 4,78x10⁹ (koloni biru), 8,80x10⁹ (koloni merah), kompos kambing menurunkan perkembangan penyakit dengan keparahan 30,44% dan efektifitas 13,74% serta meningkatkan berat biji kering sebesar 9,94 gr/tanaman atau 1,24 ton/ha.

Kata kunci : Kedelai, *Phakopsora pachyrhizi*, *Bacillus sp.*, Pupuk Organik

How to cite : Vidyawati, S. V., dan R. Masnilah. 2022. Pengaruh Penambahan Pupuk Organik terhadap Populasi *Bacillus Sp.* untuk Menekan Perkembangan Penyakit Karat Daun pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) x(x): xx-xx

PENDAHULUAN

Budidaya tanaman kedelai untuk memenuhi kebutuhan pangan sangat cocok jika dikembangkan di Indonesia. Tingkat konsumsi kedelai meningkat rata-rata 2,10% per tahunnya (Aldilah, 2015). Konsumsi yang terus meningkat, seharusnya diimbangi produksi yang meningkat. Menurut data BPS (2015), produksi kedelai di Indonesia cenderung fluktuatif, terutama di wilayah Jawa Timur. Produksi yang fluktuatif sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Produksi kedelai dalam negeri hanya memenuhi 65,51% dari konsumsi dalam negeri, selebihnya kebutuhan kedelai dipenuhi oleh kedelai impor (FAO, 2013).

Faktor yang mempengaruhi produksi kedelai adalah OPT atau organisme pengganggu tanaman yang menyebabkan kerugian secara ekonomi karena kehilangan hasil sebesar 30-60% salah satunya adalah *Phakopsora pachyrhizi* (Adi Sarwanto, 2008). *P. pachyrhizi* merupakan salah satu jamur yang dapat menyebabkan penyakit karat daun pada kedelai. Gejala penyakit karat kedelai tampak pada daun, tangkai, dan terkadang pada batang. Bercak dimulai dari berwarna cokelat kecil dan seiring berjalannya waktu bercak berubah menjadi cokelat atau cokelat tua. Bercak terlihat seperti (*pustule*) pecah. Pada mulanya bercak terdapat pada bawah daun dan umumnya nampak pada minggu ketiga atau keempat setelah tanam. Karat menginfeksi pada keping biji dan daun sebelum tanaman berbunga. Warna urediosorus bervariasi mulai dari

putih suram, kuning kelam, coklat ataupun coklat merah tergantung pada umur tanaman dan faktor lingkungan (Semangun, 2008).

Pengendalian yang dilakukan petani pada cendawan *P. pachyrhizi* salah satunya yaitu upaya pencegahan dengan menggunakan varietas tahan. Petani banyak menggunakan varietas tahan yang dirasa cukup efektif dalam pencegahan cendawan *P. pachyrhizi*. Varietas tahan terhadap karat daun dengan genotipe P2D, P2P3, P3D, P3R dan P3P2. Kelima genotipe tersebut memiliki masa bunga yang lebih pendek dan hasil pertanaman lebih tinggi jika dibandingkan dengan genotipe yang lain (Listanto dkk., 2017). Pengendalian *P. pachyrhizi* dapat dilakukan dengan pemanfaatan agen pengendali hayati. Salah satu keuntungan APH ini tidak menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Disisi lain pemanfaatan APH dirasa cukup ramah lingkungan. APH yang dapat digunakan dalam pengendalian *P. pachyrhizi* diantaranya *Bacillus sp.* Perkembangan bagi mikroba tanah seperti *Bacillus sp.* harus didukung dengan kondisi lingkungan yang sesuai.

Kesehatan tanah yang kurang menyebabkan tanaman tidak mampu tumbuh dengan optimal. Kendala kesehatan tanah membatasi produktivitas dan keberlanjutan agroekosistem (Clune et al., 2016). Penambahan pupuk organik sebagai salah satu cara yang dapat dilakukan untuk konservasi lahan. Penambahan pupuk organik ke dalam tanah akan menjadi media untuk tumbuhnya mikroorganisme dekomposer terutama kelompok bakteri sehingga jika diterapkan dapat meningkatkan jumlah koloni bakteri di dalam tanah dan induksi ketahanan tanaman. Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka diperlukan upaya dalam meningkatkan populasi *Bacillus sp.* dan ketahanan tanaman kedelai terhadap karat daun

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi Universitas Jember dan Lahan Pertanian di desa Slawu Kecamatan Patrang Kabupaten Jember pada bulan Maret 2021 sampai bulan September 2021.

Alat dan Bahan. Peralatan yang digunakan yaitu gelas beker, haemositometer, *sprayer*, cetok, kotak pendingin, timbangan analitik, autoclaf, tabung reaksi, pipet, cawan petri, *objec glass*, jarum ose, *syringe*, timbangan, *vortex*, *erlemeyer*, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAF), lampu bunsen, L glass. Sementara itu, bahan yang digunakan adalah sampel tanah sebelum dan sesudah pengaplikasian pupuk, Aquades steril, kain kasa, pupuk kompos kotoran sapi, pupuk kompos kotoran kambing, pupuk vermikompos, plastik ukuran 0,5 kg, label, es batu, HiCrome *Bacillus*, KOH 3%, cendawan *P. pachyrhizi*, alkohol 70%, spirtus, ajir, tali rafia

Metode Percobaan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yaitu: Perlakuan menggunakan 3 pupuk organik dengan pengaplikasian sebesar 7,5 ton/ha (Sudarsono dkk., 2013) yaitu :

- K = Tanpa pemberian pupuk organik (kontrol)
- KA = Pupuk vermikompos dengan dosis 0,75kg/m²
- KS = Pupuk kompos kotoran sapi dosis 0,75kg/m²
- KK = pupuk kompos kotoran kambing dosis 0,75kg/m²

Total terdapat 4 perlakuan dan 6 ulangan sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Tiap unit percobaan terdiri dari 6 tanaman

yang ditanam sehingga diperoleh tanaman dengan jumlah 144 tanaman.

Persiapan Penelitian. Pada penelitian ini juga menggunakan benih varietas anjasmoro, vermikompos, pupuk kompos kotoran sapi dan pupuk kompos kotoran kambing.

Persiapan *P. pachyrhizi*. Tanaman kedelai yang terserang jamur karat diambil bagian daunnya dari pertanaman. Pustul dari daun yang terserang karat kemudian dikorek hingga terlepas dan ditambah dalam gelas beker yang sudah terisi dengan aquades steril. Campuran yang telah didapat disaring menggunakan kain kasa sehingga terpisah antara suspensi uredospora karat kedelai dan kotoran. Langkah selanjutnya menghitung kerapatan mencapai 10⁶ uredospora/ml dengan menggunakan haemositometer (Sumartini dan Sulistyono., 2016). Inokulasi *P. pachyrhizi* dilakukan saat tanaman berumur 3 minggu setelah tanam.

Analisis C Organik C/N Pupuk Organik. Uji analisis C organik sampel tanah dan uji C/N pupuk organik dilaksanakan di Puslit Sukosari PT. Perkebunan Nusantara

Eksplorasi *Bacillus sp.* di Tanah. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali sebelum dan sesudah pengaplikasian pupuk organik. Setiap lahan diambil pada 5 titik sampel. Tanah yang digunakan sebagai sampel kemudian dimasukkan kedalam plastik dengan ukuran 0,5 kg dan diberi label sesuai titik yang diambil. plastik yang sudah diberi label dimasukkan kedalam kotak pendingin yang berisi es batu untuk optimalisasi sampling (Sastrahidayat dan Djauhari, 2012).

Isolasi *Bacillus sp.* Isolasi dilakukan dengan menggunakan metode pengenceran (*dilution*). Sampel tanah diambil sebanyak 1 gram dan dimasukkan kedalam tabung reaksi ditambah air steril hingga volume 10 ml lalu *divortex*. Suspensi yang sudah *divortex* dipipet sebanyak 1 ml untuk dimasukkan kedalam tabung reaksi yang sudah berisi 9 ml air steril (Karim, 2016). Suspensi sebanyak 1 ml pada pengenceran 10⁻⁴, 10⁻⁵ dan 10⁻⁶. Mengambil 0,1 ml suspensi pada pengenceran terakhir dan ditumbuhkan pada media (Oktania, 2018). Suspensi yang diambil kemudian ditumbuhkan dalam media HiCrome lalu diratakan dengan L glass. Cawan petri diberi perekat kemudian diinkubasi selama 48 jam dan dihitung koloni yang tumbuh.

Kemudian dilanjutkan uji gram yang dilakukan dengan cara mengambil satu ose *Bacillus sp.* pada objek *glass* kemudian ditetesi KOH 3%. Isolat bakteri dan larutan KOH 3% dicampur dengan menggunakan jarum ose kemudian jarum ose diangkat perlahan, jika lengket atau terangkat bakteri tersebut termasuk gram negatif begitupun sebaliknya (Schaad dkk., 2001). Setelah itu dilanjutkan uji Hipersensitif Daun Tembakau (HR) Suspensi inokulum dari isolat bakteri dengan kerapatan 10⁻⁴ cfu/ml diinfiltrasikan dengan *syringe* tanpa jarum pada daun tembakau dan diinkubasi selama 48 jam. Perlakuan kontrol dilakukan hal yang sama dengan suspensi air steril. Pada daerah inokulasi terjadi nekrosis maka bakteri tersebut merupakan bakteri patogen (Wati dkk., 2017).

Persiapan Lahan. Tanah diambil untuk digunakan sebagai sampel penghitungan populasi *Bacillus sp.* Pengolahan tanah meliputi pembersihan dan penggemburan lahan dan membuat petakan sebanyak 24 bedengan dengan setiap bedengan berukuran panjang 0,6 dan lebar 0,6 m dengan tinggi 0,3 m jarak antar blok 0,5 m, jarak antar perlakuan 0,3 m dan jarak bedengan dengan tepi 0,5 m. Tahapan selanjutnya yaitu tanah ditambahkan dengan pupuk

organik dengan dosis 0,75kg/m² serta tanpa pemberian pupuk organik sesuai dengan perlakuan. Pupuk diberikan 1 minggu sebelum tanam dan siram setiap hari. Pupuk yang sudah diaplikasikan dicampur dengan tanah secara merata sampai kedalaman 10-15 cm dengan menggunakan cangkul sebelum tanam.

Penanaman. Benih yang digunakan adalah varietas anjasmoro. Penanaman dilakukan dengan membuat lubang sedalam 3-4 cm dengan jarak tanam 40x20 cm, setiap bedengan terdapat 6 tanaman. Lubang tanaman yang telah dibuat kemudian dimasukkan benih kedelai dengan 1 benih per lubang tanam kemudian lubang tersebut ditutup (Marliah dkk., 2012). Langkah selanjutnya adalah penyiraman hingga kapasitas lapang. Penanaman sebaiknya dilakukan pada pagi hari untuk mengurangi transpirasi.

Inokulasi Karat Daun. Pengaplikasian suspensi dengan kerapatan 10⁶ cfu/ml dilakukan pada tanaman kedelai yang sudah memiliki umur 3 minggu setelah tanam. Suspensi karat daun disemprotkan dengan volume 10 ml/tanaman pada pagi hari dan meletakkannya pada tempat yang teduh (Sumartini dan Sulisty., 2016).

Perawatan. Perawatan tanaman kedelai antara lain yaitu penyulaman, penyiraman, penyiangan gulma dan pengendalian hama (Fauzi dan Puspitawati, 2018). Penyulaman bertujuan untuk menggantikan tanaman yang rusak yang dilakukan 1 minggu setelah tanam. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore. Penyiangan gulma dilakukan dengan mencabut secara langsung.

Variabel Pengamatan. Pengamatan dilakukan hanya sampai pemanenan. Parameter pengamatan meliputi

Populasi Koloni Bakteri *Bacillus sp.* Populasi *Bacillus sp.* dilakukan sesudah dan sebelum pengaplikasian pupuk organik. Hasil yang diperoleh kemudian dihitung rata-ratanya. Rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{Jumlah Populasi} = \frac{\text{Banyak koloni}}{\text{Volume yang ditanam}} \times \text{Pengenceran}$$

Masa inkubasi. Pengamatan dilakukan mulai dari inokulasi karat daun hingga nampak gejalanya. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk memantau gejalanya.

Keparahan Penyakit. Pengamatan keparahan penyakit dilakukan satu minggu sekali dengan metode skor. Penghitungan keparahan penyakit dapat menggunakan rumus :

$$IP = \frac{\sum ni \times vi}{N \times Z} \times 100\%$$

Keterangan IP = intensitas penyakit, ni = jumlah daun pada skala ke-i . vi = nilai skala ke-i, N = jumlah daun yang diamati, Z = skala tertinggi dari sampel yang diamati.

Kategori skor Menurut Santoso dan Sumarmi (2013) :

0: tidak ada pustul karat

1: terdapat pustul 1-20% dari luas daun

2: terdapat pustul 21-40% dari luas daun

3: terdapat pustul 41-60% dari luas daun

4: terdapat pustul 61-80% dari luas daun

5: terdapat pustul 81-100% dari luas daun

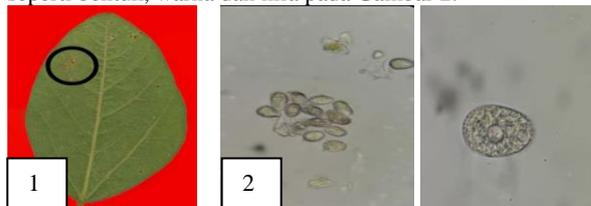
Berat biji kering. Pengamatan dilakukan dengan cara menimbang semua biji per tanaman dari tanaman sampel.

Analisis Data. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA), apabila terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Eksplorasi *P. pachyrizi* sebagai Patogen Penyebab Penyakit Karat Daun

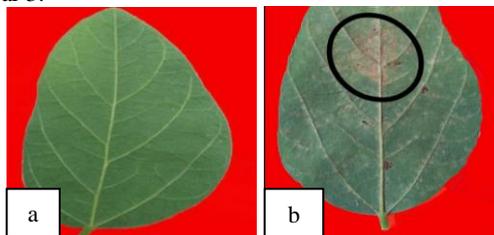
Berdasarkan hasil pengamatan sumber inoculum didapatkan dari tanaman yang terserang penyakit karat daun. Gejala serangan penyakit karat daun terlihat dibagian bawah daun terdapat bercak kelabu yang selanjutnya bercak akan berubah menjadi besar dan berwarna cokelat tua (Fachrudin, 2000). Gejala penyakit karat daun untuk isolasi *P. pachyrizi* pada Gambar 1. Inokulum *P. pachyrizi* selanjutnya diidentifikasi secara mikroskopis dan diamati morfologi sel seperti bentuk, warna dan hifa pada Gambar 2.



Gambar 1 Gejala penyakit karat daun

Gambar 2 Karakteristik *P. Pachyrizi* tanaman kedelai secara mikroskopis

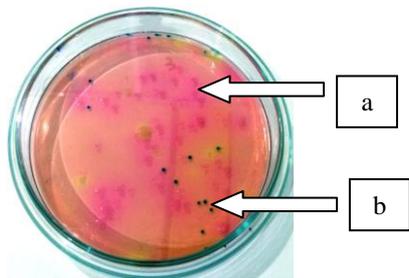
Gejala awal dengan ditandai dengan bercak klorotik kecil pada bagian bawah daun. Bercak matang mengeluarkan tepung yang berwarna seperti karat besi. Tepung tersebut dinamakan uredium dan berisi uredospora. Secara mikroskopis uredospora bersel satu, tidak memiliki konidia, berbentuk bulat telur, berwarna kuning keemasan hingga cokelat muda (Sumartini, 2010). Uji selanjutnya yaitu patogenesis sebelum dilakukan penularan pada tanaman sehat. Hasil uji pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil uji patogenesis pada bagian daun tanaman kedelai (a) Daun tanaman sehat, (b) Daun tanaman yang bergejala penyakit karat daun.

2. Hasil eksplorasi bakteri *Bacillus sp.*

Eksplorasi *Bacillus sp.* dalam tanah menggunakan media selektif bacillus agar dengan tujuan menekan bakteri lain yang tumbuh. Hasil eksplorasi *Bacillus sp.* dalam tanah terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil eksplorasi *Bacillus sp.* dalam tanah dengan menggunakan media selektif bacillus agar, (a) (koloni yang berwarna merah muda yaitu *Lysinibacillus sphaericus*) (b) koloni *Bacillus* yang berwarna biru yaitu *Bacillus licheniformis*.

Hasil eksplorasi ditemukan dua jenis diindikasikan koloni *Bacillus* yang berwarna biru yaitu *B. licheniformis* sedangkan koloni yang berwarna merah muda yaitu *L. sphaericus* (Alippi, 2019) selanjutnya dilakukan pemurnian. Hasil pemurnian akan dilanjutkan dengan uji gram dan hipersensitivitas. Berdasarkan uji gram, menunjukkan bahwa *Bacillus sp.* Bersifat gram positif dan berdasarkan uji hipersensitif *Bacillus sp.* tidak termasuk bakteri patogenik (merugikan). Berdasarkan kunci identifikasi bakteri yang memiliki ciri-ciri gram positif, berbentuk batang dan memiliki endospora diduga masuk kedalam genus *Bacillus* (Lu *et al.*, 2018).

3. Hasil uji daya hambat *Bacillus sp.* terhadap *P. pachyrizi*

Hasil uji daya hambat *Bacillus sp.* terhadap *P. pachyrizi* pada tanaman kedelai memiliki kemampuan dalam menghambat panjang tabung kecambah. Kemampuan daya hambat menunjukkan *Bacillus sp.* merupakan jenis bakteri antagonis yang dapat mengendalikan patogen tanaman. Hasil uji daya hambat terdapat pada Gambar 5.



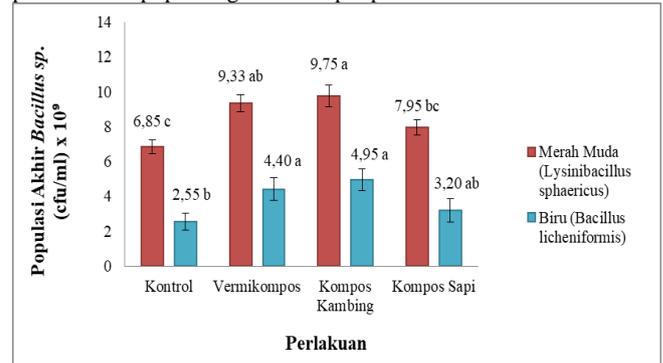
Gambar 5. Uji daya hambat *Bacillus sp.* terhadap panjang tabung kecambah *P. pachyrizi* (a) Kontrol, (b) *Bacillus sp.* koloni berwarna merah muda (*L. sphaericus*) diperlakukan dengan *P. pachyrizi*, (c) *Bacillus sp.* koloni berwarna biru (*B. licheniformis*) diperlakukan dengan *P. pachyrizi*

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan tanpa penambahan bakteri *Bacillus sp* memiliki panjang tabung spora lebih panjang jika dibandingkan perlakuan penambahan bakteri *Bacillus sp.* Pengujian panjang tabung kecambah membuktikan bahwa *Bacillus* hasil dari eksplorasi dapat menekan penyakit.

4. Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap populasi *Bacillus sp.*

Perlakuan pupuk organik bertujuan untuk meningkatkan populasi bakteri *Bacillus sp.* yang berperan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Hidersah dkk. (2014), penambahan pupuk organik dapat meningkatkan degradasi yang akan berhubungan langsung dengan peningkatan ketersediaan energi dan jumlah karbon. Namun, peningkatan populasi pada setiap perlakuan mengalami

perbedaan dikarenakan hasil uji C/N pupuk organik juga berbeda. Hasil uji populasi bakteri *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk organik terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Jumlah populasi bakteri *Bacillus sp.* dengan penambahan pupuk organik

Perlakuan K (Kontrol) berbeda nyata dengan semua perlakuan pupuk organik. Tingginya jumlah dan keragaman berpengaruh terhadap proses dekomposisi pupuk organik dalam tanah. Hal ini diduga karena kondisi biologi tanah berbeda-beda bergantung pada sifat tanah dan kondisi lingkungan serta praktik dalam pengelolaan yang dilakukan. Perlakuan terbaik menggunakan pupuk organik dari pupuk kompos kambing jika dibandingkan dengan pupuk kompos sapi. Hal ini dikarenakan pupuk kompos sapi merupakan pupuk dingin sehingga penyediaan unsur hara bagi tanaman dilakukan secara perlahan. Menurut Lingga (2006), keuntungan dari penggunaan pupuk kompos sapi yaitu unsur tidak akan cepat hilang sehingga hasil akan terlihat jika digunakan dalam jangka waktu yang lama.

5. Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Penyakit Karat Daun Pada Kedelai

Penambahan pupuk organik dalam tanah dapat menekan penyakit karat daun pada tanaman kedelai dengan cara induksi ketahanan tanaman. Pengaruh penambahan pupuk organik dalam menekan serangan penyakit karat daun dapat dilihat dari pengamatan masa inkubasi dan keparahan penyakit pada lahan.

a. Masa Inkubasi

Pengamatan masa inkubasi penyakit karat daun dilakukan setiap hari setelah inokulasi patogen. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui awal munculnya gejala penyakit karat daun pada setiap perlakuannya. Hasil pengamatan masa inkubasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Masa inkubasi penyakit karat daun kedelai

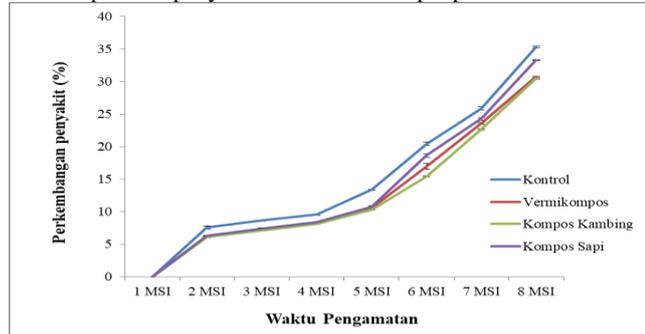
Perlakuan	Masa inkubasi (HSI)
K (Kontrol)	9
KA (Vermikompos)	13
KK (Pupuk Kompos Kambing)	14
KS (Pupuk Kompos Sapi)	11

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masa inkubasi penyakit karat daun dari waktu inokulasi hingga munculnya gejala membutuhkan waktu antara 9-14 hari. Masa inkubasi pada saat penelitian agak lama jika dibandingkan dengan penelitian Safitri dkk. (2015), dimana gejala serangan akan muncul sekitar 7 hari setelah inokulasi. Benih yang digunakan adalah varietas anjasmoro. Varietas anjasmoro tergolong varietas moderat karat daun sehingga agak tahan terhadap penyakit karat daun. Jenis varietas yang digunakan akan

berpengaruh pada ketahanan suatu tanaman terhadap suatu penyakit.

b. Keparahan Penyakit

Pengamatan keparahan penyakit dilakukan pada 1 minggu setelah inokulasi. Penyakit karat daun pada tanaman kedelai akan mengalami peningkatan sesuai dengan umur tanaman. Penyakit karat daun banyak ditemui pada tanaman yang sudah tua. Perkembangan penyakit karat daun terdapat pada Gambar 7 dan keparahan penyakit karat daun terdapat pada Tabel 2.



Gambar 7. Perkembangan penyakit karat daun

Tabel 2. Keparahan penyakit karat daun pada tanaman kedelai

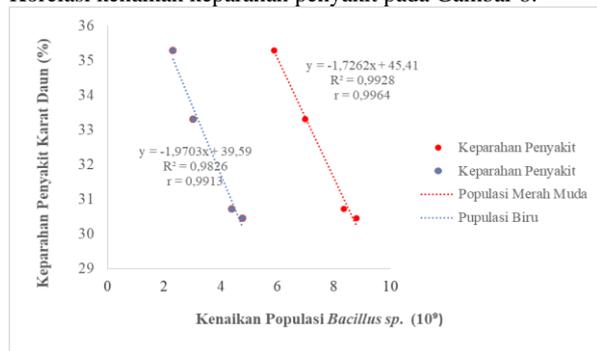
Perlakuan	8 MSI	Efektivitas	Kriteria
K	35,29 a	0	Tidak efektif
KA	30,71 c	12,97	Tidak efektif
KK	30,44 c	13,74	Tidak efektif
KS	33,31 b	5,61	Tidak efektif

Nilai efektivitas <30% tidak efektif

Berdasarkan Gambar 7, menunjukkan adanya perbedaan keparahan penyakit antara kontrol dan perlakuan pemberian pupuk organik. Keparahan penyakit karat daun yang diamati setiap minggu mengalami kenaikan. Berdasarkan Tabel 2, pada minggu kedelapan setiap perlakuan berbeda nyata. Hal ini dikarenakan perkembangan dari penyakit karat daun berbeda sesuai dengan pertambahan umur tanaman.

6. Hasil Analisis Korelasi dan Determinasi Kenaikan Populasi Terhadap Keparahan Penyakit Karat Daun

Korelasi merupakan pengukuran tingkat keeratan dan arah hubungan antar dua variabel dimana (R) menunjukkan koefisien korelasi. Koefisien regresi merupakan pengukuran besarnya perubahan pada suatu variabel yang berkaitan pada satu unit perubahan dari variabel lain. (R²) atau koefisien determinasi menerangkan berapa (%) keragaman variabel (y) dapat diterangkan oleh regresi (y) pada (x). Korelasi kenaikan keparahan penyakit pada Gambar 8.

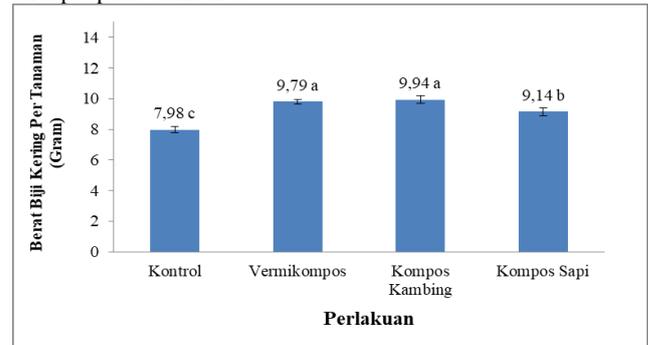


Gambar 8. Korelasi kenaikan populasi dan keparahan penyakit

Koefisien korelasi (R) yang bernilai 0,99 pada kedua jenis bakteri menunjukkan hubungan yang sangat erat. Koefisien determinasi (R²) dari dua variabel tersebut pada bakteri dengan koloni berwarna biru (*B. licheniformis*) adalah 0,98 yang berarti kenaikan populasi bakteri mampu mempengaruhi keparahan penyakit sebesar 98% dan 2 dipengaruhi oleh faktor lain. Sedangkan koloni bakteri berwarna merah muda adalah sebesar 0,99 yang berarti kenaikan populasi koloni berwarna merah muda (*L. sphaericus*) mempengaruhi keparahan penyakit karat daun sebesar 99% dan 1% dipengaruhi oleh faktor lain.

7. Pengaruh Pupuk organik Terhadap Berat Biji Kering Tanaman Kedelai

Pengamatan berat biji kering kedelai dilakukan setelah pemanenan. Hasil berat biji kering kedelai pada per tanaman bervariasi. Hasil perhitungan berat biji kering kedelai terdapat pada Gambar 9.



Gambar 9. Berat biji kering kedelai per tanaman

Berdasarkan data menunjukkan bahwa kontrol dan KS (pupuk kompos sapi berbeda nyata dengan perlakuan KA (vermikompos) dan KK (pupuk kompos kambing). Hal ini sejalan dengan penelitian Malik dkk. (2017), bahwasannya dengan penambahan pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan dan berat biji kering tanaman kedelai. Tanaman dengan pemberian pupuk kompos kambing mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi) dan daun tanaman lebih hijau. Hal ini perlakuan kontrol tanpa pemberian pupuk organik memiliki ketersediaan unsur makro maupun mikro yang dibutuhkan oleh tanaman lebih sedikit sehingga berpengaruh terhadap produksi yang kurang optimal. Faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil atau berat biji kering adalah faktor genetik dan faktor lingkungan tumbuh seperti perbedaan kesuburan tanah, cuaca, dan organisme pengganggu tanaman (OPT). Faktor keberadaan organisme pengganggu tanaman (OPT) salah satunya dalam penelitian yaitu walang sangit dan kepik dimana dapat menyebabkan penurunan hasil produksi karena aktivitasnya menghisap polong sehingga menjadikan polong hampa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan pupuk organik mampu meningkatkan populasi *Bacillus sp.* dengan kenaikan jumlah populasi koloni berwarna biru (*B. licheniformis*) sebesar $4,78 \times 10^9$ dan koloni berwarna merah muda (*L. sphaericus*) sebesar $8,80 \times 10^9$ pada perlakuan kompos kambing serta menurunkan perkembangan penyakit karat daun dengan presentase keparahan penyakit sebesar 30,44% dan efektifitas 13,74% pada perlakuan kompos kambing. Penambahan pupuk organik dapat meningkatkan berat biji kering tanaman kedelai sebesar 9,94 gr/tanaman atau 1,24 ton/ha pada perlakuan kompos kambing.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldillah, Rizma. (2015). Proyeksi Produksi dan Konsumsi Kedelai Indonesia. *JEKT*, 8(1):9-23.
- Alipi, A.M. (2019). Data Associated with the characterization and presumptive identification of *Bacillus* and related species isolated from honey samples by using HiCrome *Bacillus* agar. *Data in brief*, 25:1-14.
- Clune, B.N. Moebius., D.J. Moebius-Clune., B.K. Gugino., O.J. Idowu., R.R. Schindelbeck., A.J. Ristow., H.M. van Es., J.E. Thies., H.A. Shayler., M.B. McBride., K.S.M. Kurtz., D.W. Wolfe., and G.S. Abawi. (2016). *Comprehensive Assessment of Soil Health*. Cornell University: Ithaca New York.
- Lingga, P., (2006). *Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya*. Depok.
- Listanto, B. P. Adi., S. Rahayu., N. Sjamsijah. (2017). Uji Ketahanan Tujuh Genotipe Kedelai (*Glicine Max* (L.) Merril) Terhadap Serangan Karat Daun (*Phakopsora Pachyrhizi*) Metode IWGSR. *Applied Agricultural Sciences*, 1(1):13-21.
- Lu, Z., Guo. W., Liu. C. (2018). Isolation, Identification and Characterization of novel *Bacillus subtilis*. *Veterinary Medical Science*, 80(3):427-433.
- Malik, M., K. F. Hidayat., S. Yusnaini., M. V. Rini. (2017). Pengaruh Aplikasi Fungi Mikoroza Arbuskula dan Pupuk Kandang dengan Berbagai Dosis terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max*[L.] pada Ultisol. *Agrotek Tropika*, 5(2):63-67.
- Marliah, Ainun., T. Hidayat., N. Husna. (2012) . Pengaruh Varietas Dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Kedelai [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Agrista*, 16(1):22-28.
- Munawar, Ali. (2011). *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor:IPB Press.
- Oktania, P., Marwan, H., & Asniwita, A. (2018). Potensi *Bacillus* sp. dari Rizosfer Tanaman Kedelai Untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium Rolfsii* Sacc.). *Agroecotania*, 1(1):19-32.
- Safitri, N., I. R. Sastrahidayat., A. Muhibuddin. (2015). Pemanfaatan Bahan Nabati Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum bacilicum* L), Daun Sirih (*Piper bettle* Linn) Dan Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*), Dalam Pencegahan Serangan Penyakit Karat (*Phakopsora Pachyrhizi* Sydow) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L). *HPT*, 3(3):52-62.
- Santoso, S. Joko., Sumarmi. (2013). Pengendalian Hayati Patogen Karat Daun dan Antraknosa Pada Tanaman Kedelai (*Glicyne max*, *Merr*) Dengan Mikrobial Filoplen. *INNOFARM Inovasi Pertanian*, 11(1):35-43.
- Sastrahidayat, I. R. (2012). *Pengendalian Hayati dan Penyakit Tumbuhan, Cara Uji Labolatorium*, UB Press:Malang. 271 hal.
- Schaad, N. W., J. B. Jones., W. Chuan. (2001). *Plant Pathogenic Bacteria Third Edision*. Amerika: The American Phytopathological Society.
- Sudarsono, W. A., M. Melati., S. A. Aziz. (2013). Pertumbuhan, Serapan Hara dan Hasil Tanaman Kedelai Organik melalui Aplikasi Pupuk Kandang Sapi. *Agron Indonesia*, 41(3):202-208.
- Sumartini., A. Sulisty. (2016). Ketahanan Sepuluh Genotipe Kedelai terhadap Penyakit Karat. *Fitopatologi Indonesia*, 12(2):39-45.
- Wati, F. D. A., S. D. Nurcahyanti., H. D. Addy. (2017). Eksplorasi *Bacillus* sp. dari perakaran kubis sebagai agen antagonis *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* Agritrop, 15(2):217-225.