

**DAMPAK SISTEM BUDIDAYA TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.)
TERHADAP RESIDU PESTISIDA PROFENOFOS, INDEKS KERAGAMAN DAN
KEPADATAN POPULASI MIKROBA TANAH**

**THE IMPACT OF CULTIVATION SYSTEM OF CULTIVATE CULTURE (*Lactuca sativa* L.) ON PROFENOFOS PESTICIDE RESIDUE, DIVERSITY INDEX AND SOIL
MICROBAL POPULATION DENSITY**

Caroline Veda P¹., Hudaya Mulyana, Roni Assafaat Hadi, R. Wahyono Widodo

¹Program Studi S1 Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Winaya Mukti

ABSTRACT

The application of synthetic pesticides to prevent the growth of pests and diseases frequently becomes polemic because of the impact that caused soil health issues. This research aims to determine the soil's biological conditions in different cultivation systems. Data retrieval had taken at CV. Bumi Agro Tech and FamOrganic. The research was held from May 2022 until October 2022 and used qualitative methods such as interviews and laboratory analyses. The result shows that Profenophos with an analyte level under 0,0500 ppm is not polluting both soil samples in different cultivation systems. The organic cultivation system had a diversity index higher than the conventional one, even though qualitatively both samples were categorized as medium level by Shanon-Wiener Classification. The amount of soil microbes in an organic cultivation system is higher than in a conventional cultivation system -- differences in colonies formed as many as 383,4996 colonies.

Keywords: *Cultivation system, Lettuce, Profenofos, Soil microbe.*

INTISARI

Penggunaan pestisida kimia seringkali menjadi polemik karena dampak yang ditimbulkan terhadap kesehatan tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi biologis tanah dengan sistem budidaya berbeda. Penelitian dilaksanakan di CV. Bumi Agro Tech dan FamOrganic. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Mei 2022 hingga Oktober 2022. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif berupa wawancara serta analisis laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan kedua lahan dengan sistem budidaya berbeda tidak tercemar profenofos dengan kadar analit dibawah LoQ yaitu 0.0500 ppm. Indeks keragaman mikroba keduanya menunjukkan kriteria sedang sesuai dengan rumus Shanon-Wiener, dengan nilai keragaman lebih tinggi pada tanah sistem budidaya organik. Jumlah populasi pada tanah organik jauh lebih banyak dengan selisih koloni terbentuk sebanyak 383,4996 koloni.

Kata Kunci: Mikroba tanah, Pestisida profenofos, Sistem budidaya, Tanaman selada.

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi di sektor pertanian belakangan menjadi aspek yang dinilai cukup

penting. Produksi pertanian berpengaruh terhadap kondisi ketahanan pangan negara (Prajanti,

¹ Alamat untuk penulis korespondensi: Caroline Veda P. Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Winaya Mukti. Jln. Raya Bandung-Sumedang Km. 29, Kec. Tanjungsari, Kab. Sumedang, Jawa Barat, 45362. E-mail: carolneveda88@gmail.com.

2022). Selain itu, nilai total ekspor komoditi lokal yang terlihat menurun sebanyak 0,25% pada bulan Januari 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021). Subsektor pertanian yang prospektif untuk dikembangkan adalah hortikultura. Menurut Wahyudie (2020), hortikultura potensial dalam pembangunan ekonomi. Salah satu komoditas yang cukup umum di budidaya, khususnya di daerah Lembang, Jawa Barat adalah Selada.

Dalam pemenuhan kebutuhan komoditas hortikultura, khususnya tanaman Selada (*Lactuca sativa* L), penting untuk memperhatikan kebutuhan pasar, baik dalam segi kualitas maupun kuantitas. Kebutuhan pasar dapat dicapai dengan pelaksanaan sistem budidaya yang tepat, mulai dari produksi hingga pasca panen. Seringkali yang terjadi di lapangan adalah pencapaian target secara kualitatif lebih diutamakan dan tidak fokus terhadap pola pertanian berkelanjutan.

Optimalisasi kebutuhan pasar menyebabkan petani cenderung memilih pengembangan yang dimanifestasikan ke dalam intensifikasi lahan dengan menggunakan teknik-teknik konvensional. Sistem budidaya konvensional secara tidak langsung berdampak jangka panjang terhadap lahan pertanian, khususnya pada kondisi kesehatan tanah. Imani *et al.*, (2018) menyatakan, dampak sistem budidaya konvensional berupa degradasi kesuburan serta humiditas tanah, peningkatan bahaya erosi, ketidakseimbangan ekosistem, dan gangguan kesehatan bagi manusia.

Dampak ini dikaitkan dengan pemanfaatan bahan kimia sebagai nutrisi tambahan serta pestisida. Pengaplikasian pestisida dan pupuk buatan dinilai lebih efisien dan tepat sasaran, terutama jika pertanian berskala luas (Sharifzadeh *et al.*, 2018). Untuk meningkatkan angka produksi, petani seringkali

menggunakan bahan-bahan tersebut tanpa memperhatikan dosis anjuran. Dalam kajian lain, pola penggunaan seperti itu dapat menimbulkan persistensi sehingga berpengaruh terhadap kualitas udara, akumulasi residu di tanah dan menurunkan kesuburan tanah (Prajawahyudo *et al.*, 2022).

Jenis pestisida yang sering digunakan oleh petani hortikultura adalah Curacron. Pestisida tersebut memiliki bahan aktif berupa Profenofos yang termasuk ke dalam golongan organofosfat. Selain karena harga yang terjangkau, Profenofos termasuk bahan aktif berspektrum luas (Indrayani, 2006).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Mei 2022 hingga Oktober 2022 di dua lokasi dengan sistem budidaya berbeda. Tempat pertama merupakan representasi lokasi dengan sistem budidaya organik, yaitu FamOrganic, Jln. Karyawangi, Desa Karyawangi, Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat. Tempat yang kedua yaitu CV. Bumi Agro Tech dengan sistem budidaya konvensional. Tempat ini berlokasi di Jalan Barujak, Desa Lembang, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat.

Penelitian utama dilaksanakan dengan langkah berupa analisis laboratorium serta survei lahan. Parameter penelitian dikelompokkan ke dalam dua tipe, yakni parameter utama dan parameter pendukung.

Parameter Utama

- Kadar Residu Pestisida

Residu pestisida diuji berdasarkan bahan aktif yang terkandung. Pelaksanaan uji di Lab Uji Residu Pestisida Balai Penelitian Lingkungan

Pertanian, Jln. Raya Jakenan-Jaken km. 5 Jakenan, Pati, Jawa Tengah. Instrumen yang digunakan adalah *Gas Chromatography-Mass Spectrometry*. Bahan yang diperlukan antara lain contoh tanah komposit dengan berat 1 kg hasil ekstraksi menggunakan bor tanah tipe belgia pada lapisan topsoil dan suhu lingkungan berkisar antara 0 – 4 C. Untuk menjaga kondisi, maka contoh tanah dimasukkan ke dalam plastic *zip lock* kemudian disimpan pada *Ice Box Styrofoam* yang sudah dilapisi *aluminium foil* dan dilengkapi thermometer alkohol.

- Perhitungan Indeks Keragaman

Bahan yang diperlukan yakni contoh tanah segar dengan berat sekitar 500 g. Indeks keragaman dihitung setelah kepadatan populasi mikroba ditentukan. Indeks keragaman diukur menggunakan metode Shanon-Wiener dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = -\sum [(ni/N) \times \ln (ni/N)]$$

Kriteria hasil keanekaragaman (H') menurut Odum yaitu:

- H<1: Keanekaragaman Rendah

- 1<H<3: Keanekaragaman Sedang
- H>3: Keanekaragaman Tinggi

- Kepadatan Populasi Mikroba Tanah
Perhitungan kepadatan populasi mikroba tanah dihitung menggunakan metode TPC dengan rumus sebagai berikut (Arantika *et al.*, 2019):

$$\text{Total Populasi (CFU) } g^{-1} \text{ tanah kering} = \frac{\text{Jumlah rata-rata koloni}}{\text{Volume Inokulum} \times fp}$$

Parameter Pendukung

- Sifat Fisik dan Kimia Tanah
Dilakukan uji terhadap beberapa indikator fisik dan kimia tanah yaitu analisis pH, kelembaban tanah, C-organik, N-total, P-tersedia, K-total, dan tekstur tanah.
- Aktivitas Mikroba Tanah
Uji yang dilaksanakan untuk memastikan keberadaan mikroba tanah *beneficial* serta salah satu langkah identifikasi sederhana setingkat genus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Pendukung

1. Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Parameter	Nilai					Hasil Analisis		Kriteria	
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	Organik	Konvensional	Organik	Konvensional
Kadar Air (%)	-	-	-	-	-	32,60	30,68	-	-
pH	<4,5 (Sangat Masam)	4,5-5,5 (Masam)	5,5-6,5 (Agak Masam)	6,6-7,5 (Netral)	7,6-8,5 (Agak Alkalis)	6,58	6,34	Agak Masam	Agak Masam
C-organik (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5	3,67	4,36	Tinggi	Tinggi
N-total (%)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,5	0,51-0,75	>0,75	0,73	0,82	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
P-tersedia (Olsen) (ppm)	<5	5-10	11-15	16-20	>20	202,89	784,58	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
K-tersedia (Morgan) (ppm)	8	12	21	36	58	386,00	166,92	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi

a. Kadar Air

Dari hasil uji, tanah dengan sistem budidaya organik memiliki kadar air yang lebih tinggi dibanding tanah yang diolah dengan sistem budidaya konvensional.

b. pH

Tanah dengan sistem budidaya organik sedikit lebih masam dari tanah dengan sistem budidaya konvensional. Namun kondisinya termasuk cocok dengan syarat tumbuh tanaman selada.

c. C-Organik

Kadar C-organik pada tanah dengan sistem budidaya konvensional cenderung lebih tinggi dikarenakan profenofos merupakan bahan aktif yang tersusun dari rantai hidrokarbon yang berikatan dengan fosfat, sulfur, brom dan klor. Jika terjadi hidrolisis, maka rantai tersebut akan terurai dan akan meningkatkan jumlah karbon di tanah.

d. N-Total

Terlihat bahwa kadar N-total baik pada tanah dengan sistem budidaya organik maupun konvensional tidak berbeda jauh.

e. P-Tersedia

Hasil menunjukkan bahwa nilai P-tersedia pada tanah dengan sistem budidaya konvensional lebih tinggi dibanding organik. Salah satu penyebabnya karena profenofos tersusun dari senyawa fosfat sebagai bahan utamanya. Sehingga ketika profenofos terdegradasi, maka fosfat akan lepas menjadi molekul yang lebih sederhana dan berikatan dengan tanah.

f. K-Tersedia

Kadar K-tersedia pada tanah dengan sistem budidaya konvensional terlihat jauh lebih rendah daripada tanah dengan sistem budidaya organik. Hal ini dikarenakan kadar air tanah pada sistem budidaya konvensional lebih rendah dibanding tanah dengan sistem budidaya organik. Kandungan air tanah berpengaruh terhadap mobilitas K ke akar tanaman. Jika

kandungan air rendah, maka proses difusi K terhambat sehingga menurunkan kandungan K.

g. Tekstur

No.	Sistem Budidaya	Tekstur			Kelas Tekstur
		Pasir	Debu	Liat	
1.	Organik	54	36	10	Lempung Berpasir
2.	Konvensional	44	44	12	Lempung Berpasir

Pada hasil uji tekstur, meskipun kelas tekstur sama, dinyatakan bahwa tanah dengan sistem budidaya organik memiliki fraksi pasir sebesar 54%, fraksi debu 36%, dan fraksi liat sebesar 10%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tanah termasuk gembur dan permeabilitas tinggi. Efeknya, kadar air tanah menjadi lebih tinggi dari tanah yang diolah dengan sistem budidaya konvensional.

Sedangkan, hasil uji tekstur terhadap tanah dengan sistem budidaya konvensional memiliki fraksi pasir serta liat lebih rendah, yakni berturut-turut 44%. Selain itu, fraksi liat menunjukkan bahwa tanah yang diolah dengan sistem budidaya konvensional sedikit lebih tinggi dari tanah dengan sistem budidaya organik. Hasil menunjukkan fraksi liat sebesar 12%.

Fraksi liat dipengaruhi oleh kandungan mineral liat yang terdapat pada tanah andisol. Dalam sebuah penelitian, diketahui bahwa andisol mengandung mineral jenis oksida berupa kristobalit dan kaolinit (Nursyamsi & Suprihati, 2005). Mineral liat ini kemudian bereaksi dengan senyawa yang dimiliki oleh profenofos, meningkatkan daya afinitas tanah sehingga tanah yang diberi pestisida cenderung berstruktur kurang gembur.

2. Aktivitas Mikroba Tanah

Dalam mengidentifikasi jenis mikroba, dipilih metode identifikasi aktivitas mikroba bermanfaat dengan landasan analisis sifat kimia yang menunjukkan konsentrasi N, P, maupun K yang tinggi. Berikut merupakan hasil uji aktivitas mikroba:

No.	Sistem Budidaya	Parameter	Satuan	Hasil Standar Mutu (Kepmentan No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019)	Hasil Analisis Contoh
1.	Organik	Aktivitas Penambat N	-	Positif	Positif
2.	Konvensional	Aktivitas Penambat N	-	Positif	Positif
3.	Organik	Aktivitas Pelarutan P	-	Positif	Positif
4.	Konvensional	Aktivitas Pelarutan P	-	Positif	Positif

Baik pada tanah dengan budidaya organik maupun konvensional, terlihat ada aktivitas bakteri menguntungkan seperti bakteri pelarut P maupun bakteri penambat N. Untuk mengetahui jenis bakteri dan mikroba lainnya yang kemungkinan terkandung dalam kedua

jenis tanah, maka dilaksanakan uji identifikasi melalui metode TPC. Berikut adalah hasil identifikasi melalui metode TPC menggunakan media selektif:

No.	Sistem Budidaya	Parameter	Satuan	Hasil Analisis Contoh
1.	Organik	<i>Rhizobium</i> sp.	CFU/g	2.53×10^8
2.	Konvensional	<i>Rhizobium</i> sp.	CFU/g	2.65×10^7
3.	Organik	<i>Azospirillum</i> sp.	CFU/g	2.10×10^8
4.	Konvensional	<i>Azospirillum</i> sp.	CFU/g	2.02×10^8
5.	Organik	<i>Azotobacter</i> sp.	CFU/g	2.36×10^8
6.	Konvensional	<i>Azotobacter</i> sp.	CFU/g	1.91×10^8
7.	Organik	<i>Pseudomonas</i> sp.	CFU/g	2.70×10^8
8.	Konvensional	<i>Pseudomonas</i> sp.	CFU/g	1.91×10^8
9.	Organik	<i>Bacillus</i> sp.	CFU/g	1.96×10^8
10.	Konvensional	<i>Bacillus</i> sp.	CFU/g	1.71×10^8
11.	Organik	<i>Aspergillus</i> sp.	CFU/g	4.00×10^3
12.	Konvensional	<i>Aspergillus</i> sp.	CFU/g	4.40×10^3

Parameter Utama

1. Analisis Residu Pestisida

Pengukuran residu pestisida menggunakan konsep pengukuran konsentrasi rendah. Terdapat tiga konsep, yakni batas keputusan (*decision limit*), batas deteksi (*Limit of Detection (LoD)*), dan batas kuantifikasi (*Limit of Quantification (LoQ)*) (Krummenauer *et al.*, 2021). Konsep tersebut dianggap penting untuk menetapkan nilai tingkat analit yang pada dasarnya mendekati 0, namun apabila dihitung secara lebih cermat mampu memberikan hasil yang signifikan.

LoD artinya batas analit yang mampu terdeteksi dalam contoh tanpa pengukuran spesifik atau tidak sesuai dengan nilai sebenarnya. Hasil pengukuran cenderung lebih kualitatif. Sedangkan LoQ yakni batas analit terdeteksi yang secara kuantitatif dapat ditentukan dengan presisi yang bisa diterima dan kebenaran yang terukur. (Krummenauer *et al.*, 2021) Hasilnya adalah sebagai berikut.

No.	Sistem Budidaya	Residu Organofosfat
1.	Organik	<LoQ
2.	Konvensional	<LoQ
	Nilai LoD:	0.0020 ppm
	Nilai LoQ:	0.0500 ppm

Pada contoh tanah dengan sistem budidaya organik, cemaran residu organofosfat berupa profenofos terlihat secara kualitatif dibawah batas kuantifikasi (LoQ) dan Batas Deteksi (LoD). Hal ini dikarenakan dalam penanganan hama dan penyakit tidak menggunakan pestisida sama sekali. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap pengelola lapangan di FamOrganic, metode penanganan hama dan penyakit yang digunakan adalah sistem gilir tanam yang dilaksanakan sebulan sekali. Setelah suatu

komoditas dipanen, maka untuk proses produksi selanjutnya digunakan komoditas lainnya. Pergiliran tanam ini dinilai cukup efektif untuk menekan hama dan penyakit yang biasa menyerang dalam budidaya tanaman sayur.

Cemaran residu pestisida pada tanah dengan sistem budidaya konvensional juga menunjukkan bahwa konsentrasinya berada di bawah LoQ. Dari hasil wawancara bersama pengelola CV. Bumi Agro Tech, diketahui bahwa penanganan hama dan penyakit adalah menggunakan pestisida kimia dengan merek dagang Curacron yang berbahan aktif profenofos. Diaplikasikan dengan dosis 1 kali dalam 1 minggu. Keberadaan residunya dapat diperkirakan dibawah 0.0500 ppm.

Meskipun pengaplikasian pestisida terhitung rutin, namun terdapat beberapa faktor yang mampu menurunkan kadar analit sehingga sulit terdeteksi oleh perangkat GC-MS. Faktor pertama adalah kondisi cuaca ketika *sampling*. Pada saat pelaksanaan, kondisi cuaca di Lembang sedang tidak menentu. Kemungkinan residu pestisida tercuci hingga ke lapisan subsoil walaupun dalam sebuah penelitian menyatakan profenofos termasuk stabil menghadapi reaksi fotolisis dalam air (Akhdiya *et al.*, 2018). Penelitian lainnya mengungkapkan bahwa profenofos termasuk bahan hidrofil dengan kelarutan mencapai 1:20. Rasio ini menunjukkan bahwa profenofos mudah larut dalam air sehingga mengakibatkan residunya berkurang ketika diuji (Alen *et al.*, 2015).

Faktor selanjutnya adalah keberadaan bakteri pendegradasi bahan aktif profenofos. Setelah diuji, tanah dengan sistem budidaya konvensional mengandung bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. Akhdiya (2018) menyatakan berdasarkan sekuen 16S rRNA, isolat yang teridentifikasi sebagai *Pseudomonas* sp. mampu mengurai profenofos hingga 91.2%. Pada penelitian lainnya ditemukan terdapat bakteri dari genus *Bacillus*

pada lahan tercemar pestisida. Bakteri ini diidentifikasi sebagai agen bioremediasi pada tanah pertanian yang tercemar profenofos dan klorantraniliprol (Pratiwi & Asri, 2022). Sebagai bentuk adaptasi *Bacillus* terhadap lingkungan hidupnya, maka bakteri tersebut memproduksi enzim fosfatase dan esterase yang mampu memutus rantai kimia labil yang dimiliki profenofos, yakni 2,4-D (Rahmansyah & Sulistinah, 2011).

2. Indeks Keragaman Mikroba Tanah

Dari total 12 uji dengan 6 parameter mikroba, baik pada tanah dengan budidaya organik maupun konvensional menunjukkan positif mengandung seluruh mikroba bermanfaat dengan total 6 populasi yang berbeda. Hasil uji keragaman adalah sebagai berikut:

Sistem Budidaya	Parameter	Jumlah Koloni Terbentuk*	$\ln N / N \times \ln N$
Organik	<i>Rhizobium</i> sp.	253	-
	<i>Azospirillum</i> sp.	210	-0.30884716
	<i>Azotobacter</i> sp.	236	-
	<i>Pseudomonas</i> sp.	270	-0.33884486
	<i>Bacillus</i> sp.	196	-
	<i>Aspergillus</i> sp.	0.004	-
Total		1165.004	H' 1.602673007

Catatan: *Koloni yang terbentuk pada faktor delusi 10^6

Hasil uji keragaman terhadap contoh tanah dengan sistem budidaya organik menunjukkan nilai 1.602673007. Berdasarkan kategori tingkat keragaman, maka hasil tersebut menyatakan bahwa nilai keragaman tergolong ke dalam nilai sedang.

Sistem Budidaya	Parameter	Jumlah Koloni Terbentuk*	$\ln N / N \times \ln N$
Konvensional	<i>Rhizobium</i> sp.	26.5	-0.114750493
	<i>Azospirillum</i> sp.	202	-0.349705674
	<i>Azotobacter</i> sp.	191	-0.344347318
	<i>Pseudomonas</i> sp.	191	-0.344347318
	<i>Bacillus</i> sp.	171	-0.332492415
	<i>Aspergillus</i> sp.	0.0044	-0.000068054
Total (N)		781.5044	H' 1.485711272

Catatan: *Koloni yang terbentuk pada faktor delusi 10^6

Uji keragaman pada contoh tanah dengan budidaya konvensional menunjukkan hasil 1.485711272. Sesuai dengan kriteria keragaman yang diungkapkan oleh Odum (1998), maka hasil tersebut termasuk ke dalam kategori keragaman sedang.

Terlihat bahwa sistem budidaya tidak terlalu berdampak terhadap nilai keragaman spesies mikroba tanah. Secara kualitatif, kedua contoh tanah dengan sistem budidaya yang berbeda berada pada nilai keragaman sedang. Namun secara kuantitatif, contoh tanah dengan sistem budidaya organik memiliki nilai keragaman lebih tinggi dari contoh tanah dengan sistem budidaya konvensional. Terpaut nilai selisih sebesar 0.116961735.

Salah satu faktor penyebab nilai keragaman spesies lebih tinggi terjadi pada contoh tanah dengan sistem budidaya organik adalah sifat kimia tanah. Pada hasil analisis Laboratorium Terpadu Balingtan, terlihat bahwa kandungan N dan P untuk contoh tanah organik cenderung lebih rendah daripada contoh tanah konvensional. Hal ini menyebabkan mikroba berkembang cenderung lebih beragam pada tanah dengan sistem budidaya organik. Untuk memenuhi kebutuhan hara yang diserap oleh tanaman selada, maka mikroba indigenus pada tanah penelitian berkembang jauh lebih banyak.

3. Kepadatan Populasi Mikroba Tanah

Parameter	Koloni Terbentuk*	
	Organik	Konvensional
<i>Rhizobium</i> sp.	253	26.5
<i>Azospirillum</i> sp.	210	202
<i>Azotobacter</i> sp.	236	191
<i>Pseudomonas</i> sp.	270	191
<i>Bacillus</i> sp.	196	171
<i>Aspergillus</i> sp.	0.004	0.0044
n	6	6

Catatan: *Koloni yang terbentuk pada faktor delusi 10^6

a. *Rhizobium* sp.

Dalam penelitiannya, A'yun *et al.* (2022) menyatakan bahwa pemberian *Rhizobium* sp. mampu meningkatkan jumlah daun, jumlah bintil akar, dan jumlah bintil akar aktif pada tanaman kedelai. Selain itu penyerapan hara N pada tanaman kedelai meningkat karena bakteri *Rhizobium* sp.

Dalam penelitian ini, terlihat bahwa jumlah koloni bakteri *Rhizobium* sp. pada contoh tanah dengan sistem budidaya organik lebih banyak dibanding pada contoh tanah dengan sistem budidaya konvensional. Terpaut selisih sebanyak 226,5 koloni.

b. *Azospirillum* sp.

Azospirillum sp. tergolong kedalam bakteri gram negatif dengan memanfaatkan asam organik sebagai sumber energi. Pemberian *Azospirillum* sp. mampu memberikan pengaruh baik terhadap pertumbuhan kedelai dengan meningkatkan jumlah daun (Noviani & Rahayu, 2022).

Jumlah koloni *Azospirillum* sp. yang terbentuk pada contoh tanah dengan sistem budidaya organik ditemukan lebih banyak dibanding pada tanah dengan sistem budidaya konvensional. Selisih koloni adalah sebanyak 8 koloni.

c. *Azotobacter* sp.

Bakteri ini mampu mendegradasi cemaran logam berat pada tanah dan berperan dalam sintesis bahan aktif untuk mengkatalis kerja hormon auksin pada tanaman. *Azotobacter* sp. dapat mempercepat proses pengomposan pada limbah pertanian (Setiawati *et al.*, 2022). *Azotobacter* sp. yang ditemukan pada tanah dengan sistem budidaya organik jauh lebih banyak dan terpaut selisih sebanyak 45 koloni dengan contoh tanah sistem budidaya konvensional.

d. *Pseudomonas* sp.

Pseudomonas sp. mampu mendegradasi cemaran pestisida di tanah. *Pseudomonas* sp. ditemukan menggunakan senyawa klorofenol sebagai sumber energi dalam sampai pada konsentrasi 30 ppm (Febriarti & Rahayu, 2004). Hasil perhitungan populasi menunjukkan bahwa tanah dengan sistem budidaya organik mengandung lebih banyak koloni *Pseudomonas* sp. Selisih koloni yang terbentuk adalah sebanyak 79 koloni.

e. *Bacillus* sp.

Dalam penelitian Pratiwi & Asri (2022), ditemukan 3 jenis isolat bakteri pada lahan kedelai, *B. stearothermophilus*, *B.adius*, dan *B. alvei*. Bakteri ini diketahui mampu mendegradasi residu profenofos di tanah pada lahan kedelai.

Perhitungan kepadatan populasi menunjukkan koloni *Bacillus* sp. yang terbentuk pada contoh tanah sistem budidaya konvensional lebih sedikit daripada contoh tanah sistem budidaya organik. Selisih koloni adalah sekitar 25 koloni.

f. *Aspergillus* sp.

Setelah dilakukan analisis aktivitas mikroba, ditemukan pada masing-masing contoh tanah spesies fungi, yakni *Aspergillus* sp. *Aspergillus* sp. adalah fungi pelarut fosfat yang

termasuk dalam jenis Ascomycetes. *Aspergillus* sp. mampu menginfeksi larva *Plutella xylostella* sehingga meningkatkan mortalitas hama tersebut (Yulianti *et al.*, 2022).

Terlihat bahwa jumlah koloni yang terbentuk pada contoh tanah sistem budidaya konvensional lebih banyak dibanding pada contoh tanah sistem budidaya organik. Hal ini disebabkan oleh kandungan fosfor yang tinggi pada tanah dengan budidaya konvensional. Fosfor tersebut kemungkinan merupakan hasil perombakan pestisida profenofos yang salah satu unsur pembangun senyawanya adalah fosfat.

Pada tanah dengan sistem budidaya organik, total koloni mikroba yang terbentuk jauh lebih banyak ketimbang tanah dengan sistem budidaya konvensional. Selisih koloni mikroba adalah sekitar 383,4996 koloni. Penyebab jumlah koloni pada tanah organik jauh lebih banyak selain dikarenakan kandungan N dan P yang lebih rendah, hal ini juga disebabkan oleh tekstur tanah yang cenderung lebih berpasir sehingga memudahkan mikroba untuk berkembang.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Cemaran residu pestisida golongan organofosfat dengan bahan aktif berupa profenofos berada di bawah LoQ baik pada sistem budidaya organik maupun konvensional. Meskipun pada contoh tanah dengan sistem budidaya konvensional sering diaplikasikan pestisida, namun kadar analitnya terhitung dibawah 0,0500 ppm.
2. Indeks keragaman pada tanah dengan sistem budidaya organik adalah 1.602673007, sedangkan pada sistem budidaya konvensional menunjukkan nilai 1.485711272. Keduanya secara kualitatif sesuai dengan penggolongan Shanon-Wiener termasuk dalam kriteria keragaman sedang. Namun secara kuantitatif,

indeks keragaman pada tanah dengan sistem budidaya organik lebih tinggi dibanding pada sistem budidaya konvensional.

3. Hasil perhitungan menggunakan metode TPC menunjukkan sistem budidaya organik membentuk koloni mikroba lebih banyak daripada sistem budidaya konvensional. Selisih koloni yang terbentuk sebanyak 383,4996. Kondisi ini diakibatkan oleh kondisi struktur tanah yang jauh lebih gembur serta mampu menunjang pertumbuhan mikroba indigenus untuk memenuhi kebutuhan hara tanah.

4. Sistem budidaya tanaman selada terbaik yang mampu meningkatkan indeks keragaman serta kepadatan populasi mikroba tanah setelah dilaksanakan penelitian adalah sistem budidaya organik.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, L. A., Rahayu, Y. S., & Dewi, S. K. (2022). Pengaruh Pemberian Mikroorganisme Lokal, *Pseudomonas fluorescens* dan *Rhizobium* sp. terhadap Pertumbuhan Kedelai pada Tanah Kapur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 562–574. <https://doi.org/10.26740>
- Akhdiya, A., Wartono, W., Sulaeman, E., & Samudra, I. M. (2018). Characterization of Profenofos Degrading Bacteria. *Jurnal AgroBiogen*, 14(1), 37. <https://doi.org/10.21082/jbio.v14n1.2018.p37-46>
- Alen, Y., Zulhidayati, Z., & Suharti, N. (2015). Pemeriksaan Residu Pestisida Profenofos pada Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Metode Kromatografi Gas. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 1(2), 140. <https://doi.org/10.29208/jsfk.2015.1.2.30>
- Arantika, W., Umboh, S. D., & Pelealu, J. J. (2019). ANALISIS TINGKAT POPULASI JAMUR TANAH DI LAHAN PERTANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)

BERDASARKAN METODE TOTAL PLATE COUNT (TPC). *Jurnal Ilmiah Sains*, 19(2), 105. <https://doi.org/10.35799/jis.19.2.2019.23961>

Badan Pusat Statistik. (2021). Perkembangan Ekspor dan Impor Indonesia. *Berita Resmi Statistik No. 74/10/Th. XXIV, 15 Oktober 2021*, 74, 4–11.

Febriarti, B. L., & Rahayu, L. K. (2004). *Biodegradasi 4-Klorofenol Oleh Pseudomonas sp. Dengan Metode Resting Cell*.

Imani, F., Charina, A., Karyani, T., & Wibawa Mukti, G. (2018). Penerapan Sistem Pertanian Organik di Kelompok Tani Mekar Tani Jaya Desa Cibodas Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 4(2), 139–152.

Indrayani, N. (2006). *Bioremediasi Lahan Tercemar Profenofos Secara Ex-Situ Dengan Cara Pengomposan* [Institut Pertanian Bogor]. file:///C:/Users/acer/Downloads/document (1).pdf

Krummenauer, A., Dias, P. R., & Veit, H. M. (2021). Determining the LOD and LOQ in steel alloys analysis using NITON spectrometer. *Journal of Physics: Conference Series*, 1826(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1826/1/012008>

Noviani, N. W. P., & Rahayu, Y. S. (2022). Pengaruh Pemberian *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp. dan Mikroorganisme Lokal terhadap Produktivitas dan Pertumbuhan Kedelai pada Tanah Kapur. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 495–502. <https://doi.org/10.26740>

Nursyamsi, D., & Suprihati. (2005). Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*), dan Kedelai (*Glycine max*) Soil Chemical and Mineralogical Characteristics and Its Relationship and Soybean

(*Glycine max*). *Bul. Agron.*, 47(33), 40–47.

Odum, E. P. (1998). *Dasar-Dasar Ekologi* (3 ed.). Universitas Gadjah Mada Press.

Prajanti, S. D. . (2022). *Strategi Mewujudkan Ketahanan Pangan*. <https://unnes.ac.id>. <https://unnes.ac.id/pakar/strategi-mewujudkan-ketahanan-pangan>

Prajawahyudo, T., Asiaka, F. K. P., & Ludang, E. (2022). Peranan Keamanan Pestisida Di Bidang Pertanian bagi Petani Dan Lingkungan. *J-SEA (Journal Socio Economics Agricultural)*, 17(1), 1–9.

Pratiwi, W. M., & Asri, M. T. (2022). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Indigenous Pendegradasi Pestisida Profenofos dan Klorantraniliprol di Jombang Jawa Timur. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), 300–309. <https://doi.org/10.26740>

Rahmansyah, M., & Sulistinah, N. (2011). Performa Bakteri pada Tanah Tercemar Pestisida. *Jurnal Berita Biologi*, 9(5), 657–664.

Setiawati, M. R., Salsabilla, C., Suryatmana, P., Hindersah, R., & Kamaluddin, N. N. (2022). Pengaruh Kompos Limbah Pertanian terhadap Populasi *Azotobacter* sp., C-Organik, N-Total, Serapan-N, dan Hasil Pakcoy pada Tanah Inceptisol Jatinangor. *Jurnal Agrikultura*, 33(2), 178–188. urnal.unpad.ac.id/agrikultura/article/view/40160/18169

Sharifzadeh, M. S., Abdollahzadeh, G., Damalas, C. A., & Rezaei, R. (2018). Farmers' criteria for pesticide selection and use in the pest control process. *Agriculture (Switzerland)*, 8(2), 1–16. <https://doi.org/10.3390/agriculture8020024>

Wahyudie, T. (2020). *Pengelolaan Komoditas Hortikultura Unggulan Berbasis Lingkungan* (1 ed.). Forum Pemuda Aswaja.

Yulianti, S. E., Anshary, A., & Wahid, A. (2022). Aplikasi *Aspergillus* sp. Terhadap Mortalitas *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutelidae) Di Laboratorium. *Jurnal Agrotekbis*, 10(1), 186–191.
<http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/article/view/1200/1205>