AGRILAND
Jurnal Ilmu Pertanian
Journal homepage: https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/agriland

Isolasi dan karakterisasi bakteri pada tanah organik dan anorganik di Kec.Kopeng dan Kec.Magelang

Isolation and characterization of bacteria in organic and inorganic soil in Kec. Kopeng and Kab. Magelang

Fransiskus Tri Nugroho[1*], Andree Wijaya Setiawan[2*]

[1]Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia. Email: 512015042@student.uksw.edu
[2]Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia. Email: fpb.andre@uksw.edu

A B S T R A K

Mikroorganisme tanah merupakan bagian penting dari ekosistem tanah dalam pemulihan dan keberlanjutan ekosistem. Jumlah dan keanekaragaman mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh status kesuburan tanah, termasuk pemupukan. Penggunaan pupuk organik atau anorganik secara langsung dapat mempengaruhi mikroorganisme tanah, menyuplai unsur hara dan secara tidak langsung mengubah nilai pH tanah. Penggunaan pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sementara itu, pertanian anorganik dapat menyebabkan penurunan yang signifikan dalam komunitas bakteri dan keanekaragaman hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman jumlah bakteri dari budidaya tanah organik dan anorganik. Sampel tanah diambil menggunakan ring tanah pada bagian rizosfer dengan kedalaman ± 20 cm, lalu diisolati menggunakan metode *T-Streak* untuk memperoleh koloni bakteri, kemudian diidentifikasi berdasarkan uji mikrobiologis dan uji biokimiawi. Dari 6 sampel tanah yang terdiri dari 3 sampel tanah organik dan 3 sampel tanah anorganik, didapat 21 koloni bakteri pada sampel tanah organik yang diberi kode TO pakcoy, TO selada, TO sawi putih dan sampel tanah anorganik didapat 44 koloni bakteri yang diberi kode TA pakcoy, TA selada, TA sawi putih. Berdasarkan hasil identifikasi secara fenotipik, dari seluruh isolat terpilih, hasilnya lebih dominan pada anggota kelompok bakteri Gram positif dengan bentuk dominan basil, ada yang bersifat motil dan nonmotil, dengan hasil uji katalase yang dominan positif, hasil uji indol yang dominan negatif dan uji fermentasi glukosa melalui pembentukan gas dan asam dominan bersifa negatif.

Kata Kunci: Isolasi, Karakteristik, Bakteri Tanah, Tanah Organik, Tanah Anorganik.

A B S T R A C T

Soil microorganisms are an important part of the soil ecosystem in the restoration and sustainability of the ecosystem. The number and diversity of soil microorganisms is influenced by soil fertility status, including fertilization. The use of organic or inorganic fertilizers can directly affect soil microorganisms, supply nutrients and indirectly change the pH value of the soil. The use of organic fertilizers can improve the physical, chemical and biological properties of the soil. Meanwhile, inorganic farming can lead to significant reductions in bacterial communities and biodiversity. This study aims to determine the diversity of the number of bacteria from organic and inorganic soil cultivation. Soil samples were taken using a soil ring in the rhizosphere section with a depth of ± 20 cm, then isolated using the T-Streak method to obtain bacterial colonies, then identified based on microbiological tests and biochemical tests. From 6 soil samples consisting of 3 organic soil samples and 3 inorganic soil samples, 21 bacterial colonies were obtained in organic soil samples coded TO pakcoy, TO lettuce, TO mustard greens and inorganic soil samples obtained 44 bacterial colonies coded TA pakcoy. , TA lettuce, TA chicory. Based on the results of phenotypic identification, of all selected isolates, the results were more dominant in members of the Gram positive group of bacteria with the dominant form of bacilli, some were motile and non-motile, with a dominant positive catalase test result, a dominant negative indole test result and a glucose fermentation test. through the formation of gas and the dominant acid is negative.

Keywords: Isolation, characterization, Soil Bacteria(, Organic Soil, Inorganic Soil.

Pendahuluan

Pertanian konvebsional adalah sistem pertanian yang menggunakan pupuk kimia dan pestisida buatan yang dapat mempengaruhi kesehatan tanah. Pupuk anorganik tidak hanya akan mengurangi bahan organik tanah, tetapi juga dapat menurunkan nilai pH tanah dan mengurangi tingkat pemanfaatan fosfor dan kalium (Tobing, 2016). Sedangkan sistem pertanian organik adalah sistem pertanian yang tidak menggunakan bahan kimia sintetik dan secara keseluruhan lebih menekan kepada metode dimana rotasi tanaman dan hewan diperlukan dalam sistem tersebut (FOA, 2015). Menurut Syukur & Melati (2016), dalam pertanian organik, fokusnya adalah menerapkan praktik pengelolaan yang mengutamakan pemanfaatan limbah kegiatan budidaya dilahan, dengan tetap memperhatikan kemampuan beradaptasi terhadap keadaan dan kondisi setempat. Bahan organik tanah sering digunakan sebagai indikator kualitas tanah dan kandungan mineral esensial. Penggunaan kembali bahan organik dan mineral dari sisa-sisa tanaman di dalam tanah berkontribusi pada keberlanjutan pertanian (White dkk., 2014). Salah satu indikator kualitas tanah adalah adanya bahan organik yang berperan penting dalam menjaga produktivitas tanaman tanpa mengganggu lingkungan. Scotti dkk (2015), mengatakan bahwa proses tanah bergantung pada kandungan bahan organik, termasuk siklus dan ketersediaan nutrisi, kapasitas retensi air, struktur tanah, dan retensi pestisida dan logam berat. Peningkatan bahan organik tanah berperan penting untuk memperbaiki sifat fisik tanah, konservasi air, dan meningkatkan ketersediaan hara.

Dalam sistem budidaya, mikroorganisme tanah sangat dipengaruhi oleh pengelolaan lahan, termasuk aplikasi pemupukan. Pemberian pupuk kimia atau pupuk kandang secara langsung dapat mempengaruhi mikroorganisme tanah, menyediakan unsur hara dan secara tidak langsung mengubah pH tanah (Zeng dkk, 2016). Zhou dkk (2013), juga mengatakan bahwa pemberian pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Menurut Diacono dan Montemurro (2010) dan Ninh dkk. (2015), pupuk mineral dan organik umumnya meningkatkan biomassa mikroba tanah dengan menambahkan unsur hara dan karbon (C) pada mikrobioma tanah. Sedangkan pengolahan lahan secara anorganik dapat menghasilkan penurunan komunitas bakteri dan keaneka ragaman hayati secara signifikan (Zhou dkk, 2015). Matahari dkk. (2015), mengamati bahwa setelah 30 tahun aplikasi pupuk kimia NPK, pengurangan keanekaragaman bakteri di tanah dapat dibalikkan dengan aplikasi kombinasi NPK dan pupuk kandang, yang disebabkan oleh netralisasi pH pupuk kandang. Sebuah meta-analisis global dari 64 percobaan pemupukan mengaitkan pengurangan biomassa tanah dan aktivitas mikroba dengan perubahan pH tanah yang disebabkan oleh pemupukan kimia. Menurut Zhou dkk. (2013), pemberian pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Mikroorganisme tanah merupakan bagian penting dari ekosistem tanah dalam pemulihan dan keberlanjutan ekosistem. Menurut Husen dkk. (2008), mikroorganisme yang berada didalam tanah juga dapat mendukung sektor pertanian dalam menyediakan unsur hara, memacu pertumbuhan tanaman, menjadi agen hayati pengendali hama penyakit tumbuhan, serta mempengaruhi sifat fisika dan kimia tanah. Mikroorganisme pada tanah juga dapat memanfaatkan hasil dari polutan untuk metabolisme sehingga jumlahnya meningkat dan dapat membantu kesuburan tanah (Christanto, 2016), tetapi bakteri juga dapat berperan sebagai patogen tanaman (Human, 2011).

PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) adalah kelompok mikroorganisme tanah yang berada dan hidup di rizosfer tanaman dan merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang. PGPR merupakan mikrobiota tanah yang paling penting dan berguna untuk agronomi (Lugtenberg dan Kamilova, 2009; Bhattacharyya dan Jha, 2012). Husein dkk. (2016), mengatakan tindakan langsung PGPR didasarkan pada kemampuannya untuk menyediakan dan memobilisasi berbagai nutrisi di dalam tanah atau untuk memfasilitasi penyerapan, serta untuk mensintesis dan mengubah konsentrasi berbagai fitohormon pemacu pertumbuhan. Sedangkan tindakan tidak langsung tersebut berkaitan dengan kemampuan

PGPR untuk menekan aktivitas patogen melalui produksi berbagai senyawa atau metabolit seperti antibiotik dan siderophore. PGPR dapat bermanfaat stimulan hayati, pupuk hayati dan agen pelindung hayati (Muladi, 2018).

Jumlah dan jenis mikroorganisme yang banyak di dalam tanah dapat menjadi indikasi bahwa tanah tersebut subur, dengan indikator ketersediaan bahan organik dalam tanah tersebut cukup, suhu yang sesuai, ketersedian air yang cukup dan kondisi ekologi tanah yang mendukung (Irfan, 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman bakteri pada lahan budidaya organik dan anorganik di Desa Batur, Selongisor Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang, Jawa Tengahdan sampel tanah anorganik diambil dari Desa Bandongan 1, Kecamatan Magelang Jawa Tengah, dan jenis bakteri

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukapada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2020, sampel tanah organik diambil dari lahan budidaya sayur di Desa Batur, Selongisor Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang Jawa Tengahdan sampel tanah anorganik diambil dari Desa Bandongan 1, Kecamatan Magelang Jawa Tengah dan ketinggian sebagai berikut.

Tabel 1. Ketinggian dan titik koordinat pengambilan sampel.

Jenis Sampel	Ketinggian	Titik Koordinat	
		Lintang Selatan	Bujur Timur
TO Pak Coy	1298 mdpl	-07°23.402’	110°23.792’
TO Selada	1299 mdpl	-07°23.403’	110°23.402’
TO Sawi Putih	1300 mdpl	-07°23.403	110°23.1799’
TA Pak Coy	1385 mdpl	-07°23.640’	110°25.920’
TA Selada	1384 mdpl	-07°23.642’	110°25.922’
TA Sawi Putih	1384 mdpl	-07°23.638’	110°25.921’

Pada sampel tanah organik dan anorganik masing-masing diambil 3 sanpel tanah setiap lokasi dengan komoditas tanaman yang sama yaitu sawi pak coy, selada, dan sawi putih. Sampel diambil dengan cara komposit dengan menggunakan ring tanah pada kedalaman ± 20 cm, pengangambilan sampel dilakukan pada jam 06.00 – 07.00 WIB. Sampel yang sudah diambil kemudian disimpan pada suhu -4°C hingga dianalisis.

Isolasi Bakteri Tanah

Sampel tanah diambil sebanyak 1gr lalu dilakukan pengenceran hingga 10^{-5}. Pengenceran dari 10^{-3}, 10^{-4} dan 10^{-5} diambil masing-masing sebanyak 0,2ml lalu di sebar/spread dan diratakan menggunakan batang L atau Dirglasky pada medium NA. Setelah itu diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37 °C. Koloni bakteri yang tumbuh, dimurnikan dengan metode *T-Streak* pada medium Na hingga didapat satu koloni.

Identifikasi Isolat Bakteri

Identifikasi dilakukan dalam 2 cara, yaitu uji mikrobiologis dan uji biokimiawi.

Uji mikrobiologis meliputi pengamatan morfologi secara mikroskopis degan mengamati secara langsung ciri-ciri isolat koloni bakteri yang meliputi ukuran, warna, bentuk, margin, elevasi koloni.

Pewarnaan Gram

Isolat aktif diambil secara aseptik lalu diletakan dan diratakan di atas gelas objek lalu difiksasi di atas api. Setelah dingin, secara berturut diteteskan larutan Kristal Violet (Gram A) sebanyak 1-2 tetes selama 1 menit, selanjutnya diteteskan larutan Iodium (gram B) selama 1 menit, diteteskan larutan aseton-alkohol (Gram C) selama 30 menit dan selanjutnya diteteskan larutan Safranin (Gram D) selama 2 menit. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop, dimana bakteri gam negatif berwarna merah dan bakteri gram positif berwarna ungu (Lay, 1994).

Uji Biokimia

Uji biokimia yang meliputi pengujian Katalase, Fermentasi Karbohidrat, Motilitas dan Indol.

Pada uji *katalase*, disiapkan biakan uji yang berusia 24 jam kemudian ditumbuhkan pada medium TSA pada suhu 37 °C selama 24 jam, lalu diteteskan larutan $H_2O_2$3%. Hasil positif akan ditandai dengan

munculnya gelembung pada koloni, sedangkan hasil negatif tidak muncul gelembung pada koloni.

Pada uji *fermentasi karbohidrat*, disiapkan biakan uji yang berusia 24 jam kemudian ditumbuhkan pada medium Phenol Red Glocose Broth dan di inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Produksi asam yang positif akan ditandai dengan warna pada medium kuning, jika warna pada medium tidak berubah maka hasilnya adalah negatif. Produksi gas yang positif akan ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung durham, sedangkan hasil negati akan ditandai dengan tidak terbentuknya gas pada durham.

Pada uji *motilitas*, disiapkan biakan uji yang berusia 24 jam kemudian ditumbuhkan pada medium SIM dengan cara menusuk medium secarak tegan atau/horizontal dan di inkubasi pada suhu 37 °C selama 24-48 jam. Hasil positif atau dikatakan motil apabila pada medium akan dipenuhi dengan biakan, sedangkan apabila koloni hanya tumbuh secara horisontal maka dikatakan hasilnya adalah negatif (tidak motil).

Pada uji *indol*, disiapkan biakan uji yang berusia 24 jam kemudian ditumbuhkan pada medium Triptone Broth, di inkubasi pada suhu 37 °C selama 24-48 jam, selanjutnya medium ditetesi dengan larutan Reagen Kovac. Hasil positih akan ditandai dengan terbentuknya cincin merah dibagian atas medium, sedangkan hasil negatif ditandai dengan tidak terbentuknya cincin merah (Cappuccino and Sherman, 2002).

Hasil dan Pembahasan

Isolasi Bakteri Tanah

Isolat bakteri dari keenam sampel tanah, yaitu tiga sampel tanah organik dengan komoditas tanaman sawi pakcoy, selada dan sawi putih yang diambil dari Desa Batur, Selongisor Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang Jawa Tengah dan tiga sampel tanah anorganik dengan tanaman sama yaitu sawi pakcoy, selada dan sawi putih yang diambil dari Desa Bandongan 1, Kecamatan Magelang Jawa Tengah menghasilkan koloni bakteri yang melimpah. Setelah melalui tahap pemurnian diperoleh 65 jenis bakteri yang terdiri dari 21 jenis bakteri yang tumbuh pada isolat TO (tanah organik) dan 44 jenis bakteri yang tumbuh pada isolat TA (tanah anorganik). Semua jenis bakteri tersebut kemudian ditumbuhkan pada media NA. Bakteri yang mempunyai bentuk koloni tunggal pada media NA diambil dan diinokulasikan kembali pada media NA dalam cawan petri untuk dilakukan pemurnian.

Tabel 2. Jumlah isolat dan bentuk (form) koloni bakteri.

Sampel	Jumlah Isolat	Form (bentuk)				
		Rhizoid	*Irregular*	*Circular*	*Spindle*	*Filamentous*
TO pakcoy	6	0%	83%	17%	0%	0%
TO selada	6	0%	33%	67%	0%	0%
TO sawi putih	9	11%	33%	56%	0%	0%
TA pakcoy	19	11%	21%	68%	0%	0%
TA selada	12	0%	34%	50%	8%	8%
TA sawi putih	13	8%	15%	62%	0%	0%

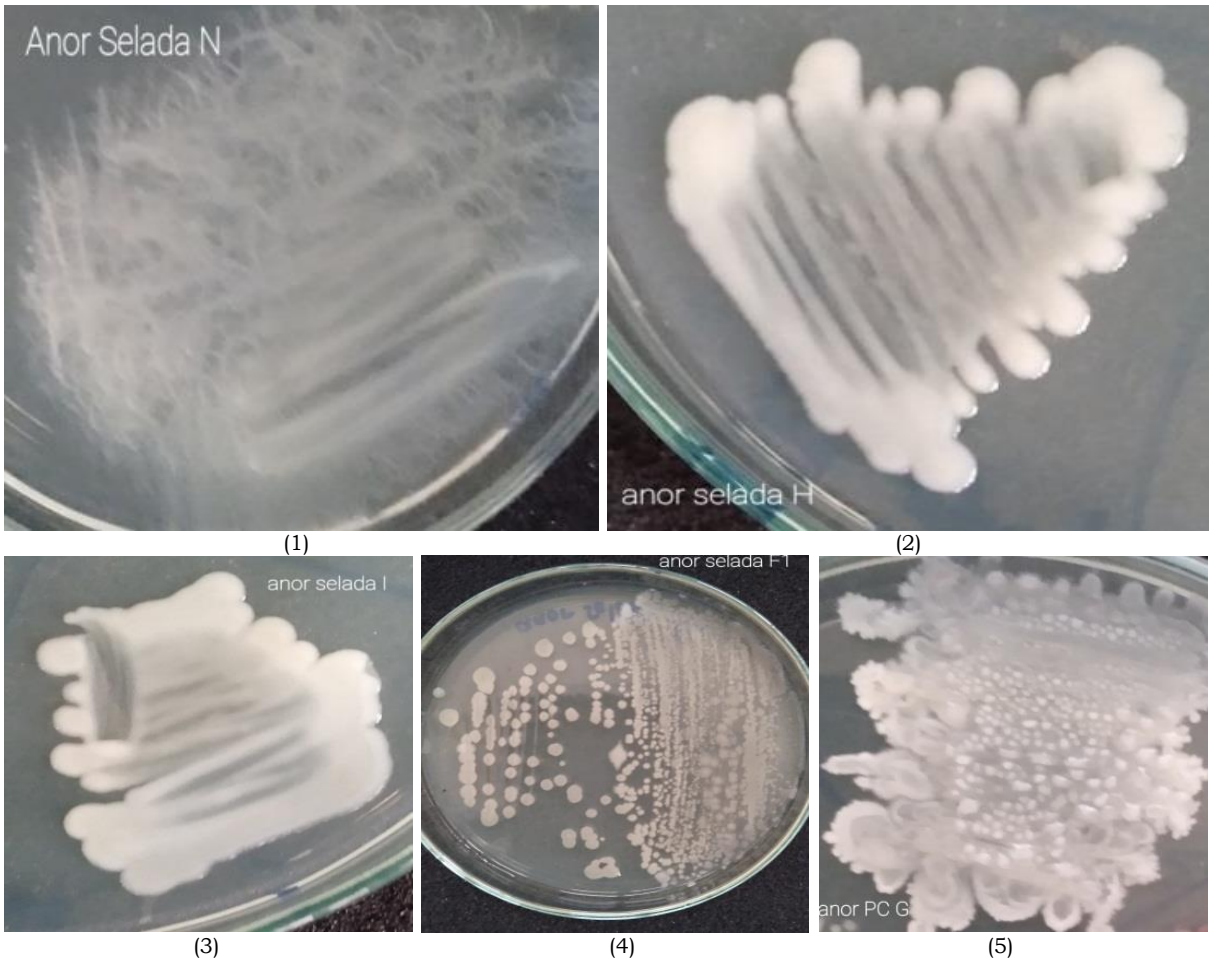
Tabel 3. Jumlah isolat dan margin (tepian) koloni bakteri.

Sampel	Jumlah Isolat	Margin (tepian)					
		Entire	*Undulate*	*Lobate*	*Curled*	*Rhizoid*	*Filamentous*
TO pakcoy	6	83%	0%	17%	0%	0%	0%
TO selada	6	83%	0%	0%	0%	0%	17%
TO sawi putih	9	45%	33%	0%	11%	0%	11%
TA pakcoy	19	62%	11%	5%	11%	0%	11%
TA selada	12	25%	33%	9%	33%	0%	0%
TA sawi putih	13	53%	15%	8%	8%	8%	8%

Morfologi Bakteri

Berdasarkan pada tabel pengamatan morfologi koloni dibawah, didapat pigmentasi (warna), bentuk koloni (form), tepian koloni (margin), elevasi dan tekstur yang bermacam-macam. Cappucino and Sherman (1987), mengatakan bahwa pada umumnya koloni bakteri berbentuk *Rhizoid, Irregular, Circular, Spindle, Filamentous.* Tepian koloni berbentuk *Entire, Undulate, Lobate, Curled.* Elevasi berbentuk *Raised, Concex, Flat, Pulvinate, Umbonate.* Pada pengamatan secara mikroskopis dalam media NA yang dilakukan pada 21 sampel TO dan 44 sampel TA didapat penampakan morfologi koloni yang berbeda-beda, hal tersebut dapat diduga bahwa koloni bakteri tersebut berasal dari spesies yang berbeda (Salle, 1961).

Berdsarkan pengamatan secara mikroskopis dalam media NA yang dilakukan pada 21 sampel TO (pakcoy, selada, sawiputih), dominan tidak berwarna atau nonpigmented. Pada keseluruhan sampel TA juga dominan tidak berwarna/nonpigmented, tetapi pada sampel TA pakcoy ada 26% yang berwarna (pigmented) dari 19 sampel, dan pada sampel TA sawi putih hanya 23% yang berwarna dari 13 sampel. Shalle (1961), mengatakan jika koloni bakteri yang tidak menghasilkan warna atau nonpigmanted dapat disebabkan karna bakter tidak dapat menghasilkan zat warna dari dekomposisi asam amino tirosin oleh enzim tirosinase.



(1) (2) (3) (4) (5)

Gambar 1. Koloni bakteri berdasarkan bentuk dan margin, *Rhizoid* (1), *Irregular* (2), *Entire* (3), *Circular* (4), *Curled* (5)

Berdasarkan Form dari 6 sampel TO pakcoy, dominan berbentuk *Irregular* dengan persentase sebesar 83% dan 17% berbentuk *Circular*. Pada 6 sampel TA

selada, 67% lebih dominan berbetuk *Circular*, dan hanya 33% yang berbentuk *Irregular*. Pada 9 sampel TO sawi putih, terdapat 11% berbentuk *Rhizoid*, 33% berbentuk *Irregular*, dan 56% berbentuk *Circular*. Untuk sampel TA pakcoy, dari 19 sampel didapat 11% berbentuk *Rhizoid*, 21% berbentuk *Irregular*, dan 68% berbentuk *Circilar*. Pada 12 sampel TA selada, didapat 34% berbentuk *Irregular*, 50% berbentuk *Circular*, dan 8% berbentuk *Spindle*. Pada 13 sampel TA sawi putih, didapat 8% berbentuk *Rhizoid*, 15% berbentuk *Irregular*, dan 62% berbentuk *Circular*.

Berdasarkan Margin dari 6 sampel TO pakcoy, didapat 83% berbentuk *Entire*, dan 17% berbentuk *Lobate*. Pada 6 sampel TO selada didapat 83% berbentuk *Entire*, dan 17% berbentuk *Filamentous*. Pada 9 sampel TO sawi putih didapat 45% berbentuk *Entire*, 33% berbentuk *Undulate*, 11% berbentuk *Curled*, dan 11% berbentuk *Filamentous*. Pada 19 sampel TA pakcoy didapat 62% berbentuk *Entire*, 11% berbentuk *Undulate*, 5% berbentuk *Lobate*, 11% berbentuk *Curled*, dan 11% berbentuk *Filamentous*. Pada 12 sampel TA selada didapat 25% berbentuk *Entire*, 33% berbentuk *Undulate*, 9% berbentuk *Lobate*, dan 33% berbentuk *Curled*. Pada 13 sampel TA sawi putih didapat 53% berbentuk *Entire*, 15% berbentuk *Undulate*, 8% berbentuk *Lobate*, 8% berbentuk *Curled*, 8% berbentuk *Rhizoid,* dan 8% berbentuk *Filamentous*.

Tabel 4. Jumlah koloni, elevasi dan texture koloni bakteri.

Sampel	Jumlah Isolat	Elevation (elevasi)					Texture			
		Flat	*Raised*	*Convex*	*Pulvinate*	*Umbonate*	*Rough*	*Smooth*	*Mucoid*	*Dry*
TO pakcoy	6	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	17%	33%
TO selada	6	100%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	50%	17%
TO sawi putih	9	78%	0%	0%	11%	11%	0%	78%	11%	11%
TA pakcoy	19	53%	0%	42%	5%	0%	11%	37%	26%	26%
TA selada	12	67%	8%	0%	0%	17%	0%	17%	50%	33%
TA sawi putih	13	31%	23%	23%	0%	8%	15%	23%	54%	8%

Berdasarkan Elevasi dari 6 sampel TO pakcoy dominan berebtuk *Flat*. Pada 6 sampel TO selada juga berbentuk *Flat* dan pada 9 sampel TO sawi putih didapat hasil yang dominan 78% berbentuk *Flat*, 11% berbentuk *Pulvinate*, dan 11% berbentuk *Umbonate*. Pada 19 sampel TA pakcoy didapat 53% berbentuk *Flat*, 42% berbentuk *Convex* dan 5% berbentuk *Pulvinate*. Pada 12 sampel TA selada didapat 67% berbentuk *Flat*, 8% berbentuk *Raised*, dan 17% berbentuk *Umbonate*. Pada 13 sampel TA sawi putih didapat 31% berbentuk *Flat*, 23% berbentuk *Raised*, 23% berbentuk *Convex*, dan 8% berbentuk *Unbonate*.

Berdasarkan *Texture* dari 6 sampel TO pakcoy didapat 50% berbentuk *Smooth*, 17% berbentuk *Mucoid*, dan 33% berbentuk *Dry*. Pada 6 sampel TO selada didapat 33% berbentuk *Smooth*, 50% berbentuk *Mucoid*, dan 17% berbentuk *Dry*. Pada 9 sampel TO sawi putih didapat 78% berbentuk *Smooth*, 11% berbentuk *Mucoid*, dan 11% berbentuk *Dry*. Pada 19 sampel TA pakcoy didapat 11% berbentuk *Rough*, 37% berbentuk *Smooth*, 26% berbentuk *Mucoid*, dan 26% berbentuk *Dry*. Pada 12 sampel TA selada didapat 17% berbentuk *Smooth*, 50% berbentuk *Mucoid*, dan 33% berbentuk *Dry*. Pada 13 sampel TA sawi putih didapat 15% berbentuk *Rough*, 23% berbentuk *Smooth*, 54% berbentuk *Mucoid*, dan 8% berbentuk *Dry*.

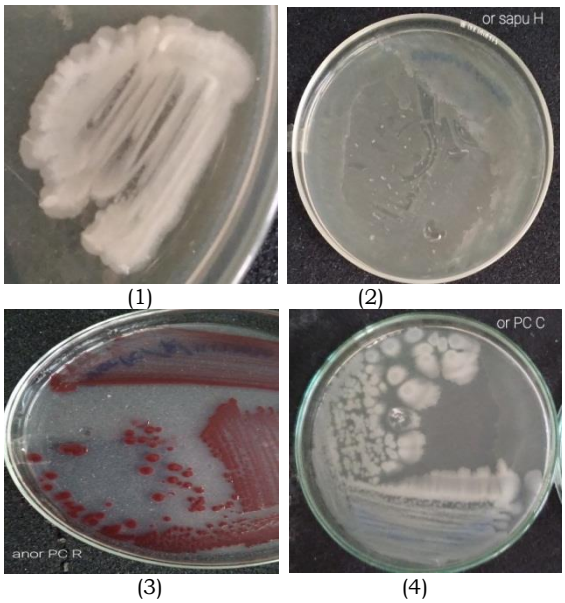
Dwijoseputro (2005), mangatakan bahwa Koloni bakteri mempunyai sifat-sifat spesifik pada media padat. Pada media NA, bentuk koloni dilukiskan menjadi titik-titik, bulat, berbenang, tidak teratur, seperti akar dan kumparan. Permukaan koloni bisa rata, datar, melengkung dan mencembung. Sedangkan tepian koloni bisa berbentuk utuh, berombak, berbelah, bergerigi, berbenang, & keriting. Pada warna, koloni bakteri sebagian akbar berwarna keputihan atau kekuningan,namun bisa juga berwarna

lain misalnya kemerahan, coklat, jingga, biru, hijau & ungu.

Berdsarkan pengamatan secara mikroskopis dalam media NA yang dilakukan pada 21 sampel TO dan 44 sampel TA didapat penampakan morfologi koloni yang berbeda-beda, hal tersebut dapat diduga bahwa koloni bakteri tersebut berasal dari spesies yang berbeda (Salle, 1961).

Tabel 5. Jumlah isolat, uji gram bakteri dan uji motilitas

Sampel	Jumlah isolat	Uji Gram Bakteri		Uji Motilitas
		Gram Positif	Gram Negatif	
TO pakcoy	6	50%	50%	67%
TO selada	6	67%	33%	100%
TO sawi putih	9	56%	44%	44%
TA pakcoy	19	36%	64%	11%
TA selada	12	67%	33%	8%
TA sawi putih	13	54%	46%	8%



(1) (2) (3) (4)

Gambar 2. Koloni bakteri berdasarkan elevasi dan tekstur, *Umbonate* (1), *Flat* (2), *Mucoid* (3), *Dry* (4)

Identifikasi Bakteri

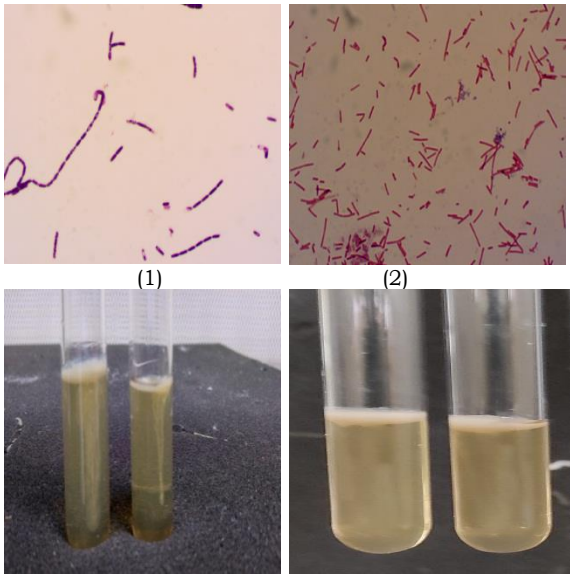
Identifikasi hasil pengecatan gram pada 21sampel isolat TO menunjukan hasil yang lebih dominan pada kelompok gram positif sebesar 57% dan gram negatif hanya 43%. Pada 19 sampel isolat TA pakcoy, 64% dominan pada kelompok gram negatif dan gram positif hanya 36%. Sampel isolate TA selada dan TA sawi putih, dari 25 sampel lebih dominan pada gram positif, dengan perbandingan 60% gram positif dan 40% gram negatif. Menurut Monica (2015), bakteri gram positif memiliki kandungan lipid yang rendah sedangkan bakteri gram negatif memiliki kandungan lipid yang lebih tinggi. Pelczar dan Chan (1986), juga mengatakan bahwa pewarnaan gram berdasarkan pada struktur dan komposisi dinding sel bakteri. Bakteri gram negatif mempunyai dinding sel yg relatif tipis dan komposisi lipid yang relatif tinggi yaitu 11-22%, sedangkan bakteri gram positif mempunyai dinding sel yang relatif tebal dan hanya mempunyai kandungan lipid sebanyak 1-4%. Selain itu, kandungan peptidoglikan dalam dinding sel bakteri gram negatif lebih sedikit dibandingkan kandungan peptidoglikan dalam dinding sel bakteri gram positif.

Berdasarkan uji motilitas pada sampel TO pakcoy dan TO selada dari 12 sampel lebih dominan bersifat motil dengan perbandingan 83% bersifat motil dan 17% bersifat nonmotil dan pada 9 sampel TO sawi putih, dominan bersifat nonmotil dengan perbandingan 44% motil dan 56% nonmotil. Pada sampel isolat TA dominan bersifat nonmotil, dari 44 sampel isolat hanya 9% yang bersifat motil dan 91% bersifat nonmotil. Isolat yang menunjukan sifat motil ditandai dengan adanya pertumbuhan di sekitar tusukan isolat, jika pada tusukan isolat tidak ada pertumbuhan disekitar tusukan maka dapat dikatakan nonmotil. Adanya pertumbuhan pada sekitar tusukan isolat (motil) menandakan bahwa isolat memiliki flagela. Seperti yang dikatakan oleh Sudarsono (2008), uji motilitas yang positif (motil) ditandai dengan adanya pertumbuhan bakteri yang menyebar di sekitar tusukan isolat, apabila tidak ada pertumbuhan bakteri pada tusukan maka dapat dikatakan negatif (nonmotil).

Pada uji fermentasi glukosa melalui pembentukan gas dan asam yang dilakukan pada 21 sampel TO dominan tidak menghasilkan gelembung gas, hanya 5% yang menghasilkan gas dan pada pembentukan sifat asam yang ditandai dengan perubahan warna pada media glukosa juga dominan tidak bersifat asam, hanya 43% yang bersifat asam. Pada sampel TA, dari 44 sampel isolat, 64% menunjukan sifat asam dari fermentasi glukosa, pada uji gas dominan tidak ada pembentukan gas,

hanya 2% yang mengalami pembentukan gas. Menurut Sardiani dkk (2015), jika perubahan warna setelah inkubasi berwarna kuning maka hasil dapat dinyatakan asam, namun apabila berwarna merah maka dinyatakan basa, jika media terangkat dan berwarna hitam menandakan terbentuknya H_2S, hal tersebut menunjukan bahwa mikroorganime dapat menghasilkan gas.

Uji katalase yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui enzim katalase pada koloni bakteri. Dari 21 sampel TO, 90% dominan mendapatkan hasil yang positif dan terbentuk gelembung dan pada 44 sampel TA juga lebih dominan hasil yang positif dengan perbandingan 91% positif dan hanya 9% yang negatif. Hal tersebut dapat dikarenakan pada bakteri mengandung hidrogen peroksida yang diurai oleh enzim katalase. Menurut Stoica (2016), secara umum katalase adalah enzim yang dimiliki oleh bakteri dan terlibat dalam dekomposisi hidrogen peroksida mejadi air dan oksigen. Hidrogen peroksida dan ogsigen digunakan untuk transport elektron pada fermentasi bakteri aerobik maupun aerobik fakultatif.

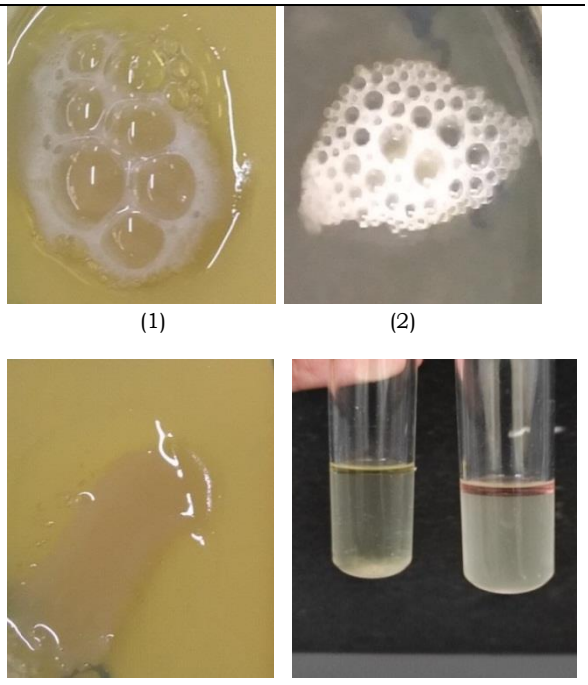


(1) (2) (3) (4)

Gambar 3. Pewarnaan gram dan uji motilitas, gram positif (1), gram negatif (2), motilitas positif (3), motilitas negatif (4)

Tabel 6. Jumlah isolat, uji fermentasi gas dan asam, uji katalase dan uji indol.

Sampel	Jumlah Isolat	Fermentasi		Uji Katalase	Uji Indol
		Uji Gas	Uji Asam		
TO pakcoy	6	0%	33%	100%	0%
TO selada	6	0%	17%	67%	0%
TO sawi putih	9	17%	67%	100%	0%
TA pakcoy	19	5%	63%	84%	16%
TA selada	12	0%	50%	100%	8%
TA sawi putih	13	0%	85%	92%	8%



(1) (2) (3) (4)

Gambar 4. Uji katalase positif(1),(2), katalase negatif(3) dan uji indol sebelah kiri positif dan kanan negative (4)

Uji indol yang dilakukan pada sampel TO, tidak terjadi pembentukan senyawa berwarna merah atau negatif terhadap uji indol. Pada sampel TA juga dominan tidak terbentuk senyawa merah atau mikroba yang di uji negatif terhadap uji indol, hanya 11% dari 44 sampel yang hasinya positif. Hal trsebut dapat dikarenakan bakteri tidak mampu mendegradasi asam amino triptofan untuk membentuk senyawa indol (Acharya, 2012). Hanya 11% pada sampel TA yang mampu mendegradasi atau memecah triptofan asam amino dan membentuk senyawa indol.

Sedangkan bentuk dan susunan sel bakteri dari 21 sampel TO menunjukan 95% dominan berbentuk basil dan hanya 5% yang berbentuk coccus. Pada sampel isolat

TA juga dominan berbentuk basil, dengan perbandingan 77% berbentuk basil dan 23% berbentuk coccus.

Berdasarkan hasil uji pada 3 sampel organik yaitu TO pakcoy, TO selada dan TO sawi putih, didapat hasil sebanyak 21 isolat bakteri yang terdiri dari 6 isolat bakteri dari sampel TO pakcoy, 6 TO selada dan 9 TO sawi putih. Perbedaan jumlah dari uji ketiga sampel organik tersebut dapat dipengaruhi oleh kualitas tanah. Seperti yang dikatakan Irfan (2014), kelimpahan komunitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh tanah yang subur, dengan indikator ketersediaan bahan organik yang cukup, ketersediaan air yang cukup dan kondisi ekologi tanah yang mendukung. Pada sampel TO sawi putih, didapat jumlah komunitas bakteri yang lebih banyak dibandingkan dengan sampel TO pakcoy dan TO selada memiliki, hal tersebut membuktikan bahwa kondisi tanah sampel TO sawi putih lebih subur.

Pada hasil uji yang dilakukan pada 3 sampel anorganik, menunjukan bahwa jumlah terbanyak dimiliki oleh sampel TA pakcoy dengan jumlah sebanyak 19 komunitas bakteri, sedangkan pada sampel TA sawi putih sebanyak 13 komunitas bakteri dan sampel TA selada lebih sedikit, hanya 12 komunitas bakteri.

Perbandingan hasil uji dan jumlah komunitas bakteri dari sampel TO dan TA menunjukan bahwa, jumlah komunitas bakteri pada sampel TO lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah komunitas bakteri pada sampel TA. Komunitas bakteri yang ada pada sampel TO hanya 32% dan komunitas bakteri pada sampel TA sebanyak 68% dari 65 komunitas bakteri. Selisih jumlah komunitas bakteri yang ada pada kedua sampel tersebut dikarenakan pada lahan pengambilan sampel TA masih diberikan pemupukan menggunakan kompos yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber karbon dan dapat menyuply bahan organik. Matahari dkk (2015), mengatakan penurunan keragaman bakteri akibat pemupukan kimia dapat dibalikan dengan aplikasi pemupukan gabungan antara NPK dan pupuk kandang terhadap efek penetralan pH dari pupuk kandang.

Mikroorganisme tanah memainkan peran yang sangat penting dalam kesuburan tanah, tidak hanya karena mereka dapat mengalami transformasi biokimia, tetapi juga karena mereka penting sebagai sumber dan penyerap nutrisi mineral (Jenkinson dkk., 1981). Mikroorganisme tanah adalah bagian hidup dari bahan organik tanah dan bertindak sebagai penyerap nutrisi sementara, bertanggung jawab untuk melepaskan nutrisi dari bahan organik untuk penggunaan tanaman (seperti nitrogen, fosfor, dan kalium). Memahami proses mikroba penting untuk mengelola sistem pertanian, terutama sistem yang mengandalkan nutrisi organik (Smith dan Paul, 1990). Di sisi lain, penggunaan inokulan mikroba merupakan strategi untuk meningkatkan kualitas tanah dan nutrisi tanaman (Martínez dkk., 2010; Pylak dkk., 2019).

Kesimpulan

Keberadaan mikroorganisme tanah ditentukan oleh lingkungan, sumber hara dan nutrisi pada tanah. Tanah yang memiliki kandungan bahan organik yang cukup ketersediaan air dan kondisi ekologi yang baik dapat mendukung kelimpahan jumlah dan jenis mikroorganisme. Pengelolaan lahan dengan cara pemberian pupuk organik dan anorganik dapat menyebabkan perubahan ketersediaan hara tanah, serta keanekaragaman mikroorganisme. Pemupukan secara organi dapat meningkatkan karbon organik pada tanah, sedangkan pemupukan anorganik dapat menurunkan kelimpahan komunitas bakteri dan keanekaragaman hayati pada tanah. Namun, aplikasi pemupukan dengan cara pengombinasian antara NPK dan pupuk organik dapat memperbaiki kondisi tanah akibat pemupukan anorganik secara berlebihan.

Daftar Pustaka

Adeniyan, O.N. 2008. Evaluation of NPK fertilizers and poultry manure for soil fertility enhancements and cassava production in two agro ecologies of southwest Nigeria. Nigerian Journal of Soil Science. 8: 48-53.

Bhattacharyya, P.N., Jha, D.K. 2012. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture. World J. Microbiol Biotechnol. 28: 1327– 1350.

Cappucino, J.G., Sherman, N. 1987. Microbiology: A Laboratory Manual. California (US): The Benjamin Cummings Publishing Company Inc.

Cappucino, J.G., Suherman, N. 2002. Microbiology a laboratory manual. 6th ed. California (US): The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc, Menlo Park: xvi + 491 hlm..

Cappuccino, J.G., Sherman, N. 2005. Microbiology-A laboratory Manual. 6thEd., Pearson Education (Singapore), Indian branch, Dehli, India, pp: 280-285.

Christanto, J. 2016. Analisis Sumber Daya Alam Dan Lingkungan. Penerbit: Erlangga.

Dwidjoseputro, D. 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Jakarta (ID): Djambatan. 214 hal.

[FAO] Food and Agriculture Organization. 2015. Tanah Sehat Merupakan Landasan Produksi Pangan Sehat.

Husen, E., Saraswati, R., Hastuti, R.D. 2006. Rizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor (ID): Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian:

Jenkinson, D.S., Ladd, J.N. 1981. Biomassa Mikroba dalam Pengukuran dan Perputaran Tanah. Dalam: Paul, EA dan Ladd, JN, Eds., Biokimia Tanah, Vol. 5, Marcel Dekker Inc., New York dan Basel, 415-471.

Lay, B. 1994, Analisis Mikroba di Laboratorium. Jakarta (ID): Grafindo Persada.

Lugtenberg, B., Kamilova, F. 2009. Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Annu Rev Microbiol. 63: 541–556.

Martínez, M., Gutiérrez, V., Novo, R. 2010. Microbiología aplicada al manejo sustentable de suelos y cultivos. Ed. Universidad Santa Maria, Chile. 235 pp.

Mulyadi, B.R. 2018. Penggunaan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Sebagai Agens Proteksi Dalam Mekanisme Ketahanan Terinduksi Terhadap Infeksi Soybean Mosaic Virus (Smv) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine Max* L.) Varietas Anjasmoro. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.

Onwudiwe, N., Benedict, O.U., Ogbonna, P.E., Ejiofor, E.E. 2014. Municipal solid waste and NPK fertilizer effects on soil physical properties and maize performance in Nsukka, Southeast Nigeria. African Journal of Biotechnology. 13(1): 68-75.

Pelczar, M.J., Chan, E.C. S., 1986, Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 1, Alih Bahasa oleh Hadieotomo, R.S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S., and Angka, S.L. Jakarta)ID): UI Press.

Pylak, M., Oszust, K., Frac, M. 2019. Review report on the role of bioproducts, biopreparations, biostimulants and microbial inoculants in organic production of fruit. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 18(3): 597-616.

Salle, A.J. Fundamental Principles Of Bacterology, Penerbit Tata Mc Graw Hill, Company Ltd, New Delhi, 1984.

Scotti, R., Bonanomi, G., Scelza, R., Zoina, A., Rao, M.A. 2015. Organik Amendments as Sustainable Tool to Recovery Fertility in Intensive Agricultural Systems. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 15 (2): 333–352.

Smith, J., Paul, E. 1990 Pentingnya Estimasi Biomassa Mikroba Tanah: Tanah.

Syukur, M., Melati, M. 2016. Pengembangan Sayuran Organik. Bogor (ID): Intistut Pertanian Bogor.

Tobing, J.P.P. 2016. 'Evaluasi Sistem Pertanian Organik pada Tanaman Wortel (*Daucus carota* L.) terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah yang Dibandingkan dengan Pertanian Konvensional'. Skripsi, Universitas Sriwijaya. Palembang.

White, P.J., Crawford, J.W., Alvarez, M.C.D., Moreno, R.G. 2014. Soil Management for Sustainable Agriculture 2013. Applied and Environmental Soil Science Vol. 2014, Article ID 536825, 2 pages. dx.doi.org/10.1155/2014/536825.

Zhou, H., Peng, X., Perfect, E., Xiao, T., Peng, G. 2013. Effects of Organic and Inorganic Fertilization on Soil Aggregation in an Ultisol as Characterized by Synchrotron Based X-Ray Micro-Computed Tomography. Geoderma. 195–196: 23–30.