

**Beberapa Sifat Biologi Tanah Kebun Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Tan)
pada Sistem Monokultur dan Tumpangsari dengan Beberapa
Tanaman Sayuran di Desa Sekaan Kecamatan Kintamani**

**I WAYAN BUNADA, ANAK AGUNG ISTRI KESUMADEWI*), DAN
I WAYAN DANA ATMAJA**

PS Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman Denpasar 80232 Bali
*) E-mail: aai-kesumadewi@live.com

ABSTRACT

Some Biological Soil Properties of Orange Orchard (*Citrus nobilis* Tan) under Monoculture and Intercropping System with some Vegetable Crops in Sekaan Village of Kintamani Districts. Orange fruit is of economically important commodity in Bali. The fruits mostly produced in Bangli Regency including Kintamani District under intensified monoculture and intercropping with vegetable crops. Those systems predicted contribute to variation of soil biological properties as the results of differences in magnitude of agrochemicals that being used. A research about soil biological properties of orange orchard land was conducted in Sekaan Village of Kintamani on November 2015 - March 2016. The purpose of the study was to differentiate the soil biological properties among the common cropping pattern applied in the study area, namely: monoculture of orange, and either intercropping of orange with cabbage (*Brassica oleracea*), tomatoes (*Solanum lycopersicum*), chilli (*Capsicum annum* L.), or cucumber (*Cucumis sativus*). Three replications of rhizosperic soil samples were collected from each planting systems and proceed for selected soil analysis. The measured parameters were soil pH, organic-C, as well as the respective total population number of soil microorganisms, fungi, Gram (+) and Gram (-) bacteria, and also soil respiration. The results showed that total population number of soil microorganisms and total fungi were significantly higher on intercropping compare to monoculture systems. No significant different of those present among soils that cultivated with different vegetable crops. In contrary, no differences were also observed for both soil respiration value and total number of G (+) and G (-) bacteria among soils differing in cropping pattern.

Keywords: cropping pattern, soil biological properties, soil microorganisms, monoculture, intercropping

PENDAHULUAN

Kabupaten Bangli adalah produsen terbesar jeruk siam dan keprok saat ini di Propinsi Bali. Dinas P3 (Pertanian, Perkebunan, dan Perhutanan) Kabupaten Bangli tahun 2014 menyatakan bahwa total populasi tanaman jeruk di Kabupaten Bangli adalah 4.084.168 pohon dan 84,41% di antaranya dibudidayakan di Kecamatan Kintamani yang tersebar di 48 desa dari 50.

Tanaman jeruk di Kintamani biasanya dibudidayakan secara monokultur atau tumpangsari dengan tanaman sayuran seperti: cabai, tomat, kubis, timun, dan petsai. Berdasarkan informasi petani setempat, tanaman jeruk yang ditumpangsarikan umumnya lebih subur karena mendapatkan dosis pupuk kandang dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan pola tanam monokultur. Budidaya tanaman pada pola tanam tumpangsari lebih intensif dibandingkan monokultur berdasarkan aplikasi pengolahan tanah serta jumlah dan jenis pupuk untuk mendapatkan hasil tanaman tumpangsari yang lebih baik. Monokultur adalah cara budidaya di lahan pertanian dengan menanam satu jenis tanaman pada satu areal. Sistem monokultur dapat berdampak negatif terhadap sifat tanah diantaranya menyebabkan defisiensi suatu jenis unsur hara karena kurangnya pengembalian residu tanaman kedalam tanah. Selain itu, berdampak buruk terhadap sifat biologi tanah terutama mikroorganisme yang merupakan indikator penting kesuburan tanah (Dijkstra *et al.*, 2010). Tumpangsari merupakan penanaman dua jenis tanaman atau lebih pada sebidang tanah dalam waktu yang sama (Andrews dan Kassam, 1979

dalam Suwena, 2002). Tujuan dari pola tanam tumpangsari adalah untuk memanfaatkan faktor produksi secara optimal dan mendapatkan produksi total yang lebih besar dibandingkan penanaman secara monokultur (Tharir dan Hadmadi, 1984).

Tanah pada pola tanam monokultur jeruk di Kintamani biasanya dipupuk dengan kotoran ayam tanpa disertai pupuk kimia. Pengolahan tanah tidak pernah dilakukan setelah tanaman tumbuh. Sebaliknya, tanah dengan pola tanam tumpangsari diperlakukan lebih intensif dalam hal pemupukan dan pengolahan tanah. Perbedaan praktek pertanian tersebut diketahui mempengaruhi kesuburan dan sifat biologi tanah. Widmer *et al.* (2006) menyatakan, bahwa aktivitas pertanian intensif yang mempengaruhi mikroorganisme tanah adalah pengolahan tanah, pemupukan, dan rotasi tanaman. Dosis pupuk yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan kadar C-organik tanah, sedangkan kadar C-organik tanah memperbaiki sifat biologi tanah karena ketersediaan nutrisi yang lebih besar bagi aktivitas mikroorganisme tanah (Rosmarkam dan Nasih, 2002). Oleh karena itu, adalah sangat tepat bila Sainju *et al.* (2008) mempublikasikan, bahwa perbaikan sistem budidaya dengan pola tanam tumpangsari dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat biologi dan kimia tanah.

Sifat biologi tanah adalah bagian penting dari kesuburan tanah yang harus dijaga, sifat biologi tanah sangat tergantung kepada organisme tanah. Menurut Breure (2004), organisme tanah merupakan komponen utama dalam ekosistem tanah. Organisme tanah bermanfaat dalam

dekomposisi, siklus hara, menjaga struktur tanah, maupun menjaga keseimbangan organisme tanah, termasuk hama tanaman dan aktivitas mereka sangat penting dalam menentukan fungsi ekosistem tanah (Moore dan Walter, 1988; BIS, 2010).

Mikroorganisme berhubungan erat dengan pola tanam karena jumlah mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh jenis pola tanam melalui pengaruh kelembaban, aerasi, dan sumber energi. Kurangnya pemberian pupuk organik sebagai sumber energi dalam pengelolaan tanah pada suatu lahan akan menyebabkan penurunan jumlah total populasi mikroorganisme (Dobermann and Fairhurst 2000). Secara umum populasi yang terbesar terdapat pada horizon permukaan. Mikroorganisme tanah lebih banyak ditemukan pada permukaan tanah karena bahan organik lebih tersedia. Daun tanaman yang jatuh ke permukaan tanah merupakan sumber bahan organik tanah. Seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah, kadar bahan organik akan berkurang dan jumlah mikroorganisme akan menurun (Alexander, 1977).

Berdasarkan uraian di atas, diketahui bahwa sifat biologi tanah sangat penting dalam menentukan status kesuburan tanah. Sifat biologi tanah dipengaruhi oleh jenis

pengelolaan tanah pertanian terutama pola tanam dan jenis tanaman yang dibudidayakan. Akan tetapi, penelitian mengenai sifat biologi tanah pada kebun jeruk dengan pola tanam berbeda sangat terbatas walaupun sebaran dan pengelolaan tanah kebun jeruk umumnya dilakukan secara intensif. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan mengambil lokasi di Desa Sekaan Kecamatan Kintamani, yang merupakan bagian dari sentra penghasil jeruk di Bali.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan November 2015 sampai dengan Maret 2016 di Desa Sekaan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Analisis sifat biologi tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah kebun jeruk yang ditanami secara monokultur dan tumpangsari dan bahan kimia untuk analisis sifat-sifat biologi dan pH tanah. Tanah pada masing-masing pola tanam memperoleh perlakuan jenis dan jumlah pupuk yang berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Dosis pemupukan pada masing-masing jenis pola tanam yang diteliti dalam penelitian ini

Jenis pola tanam	Jumlah pohon jeruk siam ¹⁾	Jumlah tanaman tumpangsari ¹⁾	Kotoran ayam (ton/ha/tahun)	Total berat pupuk N,P,K phonska (kg/ha/tahun)
Monokultur kebun jeruk	1500-1550	0	28-30	0
Tumpangsari kubis	1500-1550	5000-5500	40-42	200-220
Tumpangsari tomat	1500-1550	4000-4500	38,8-40,8	190-210
Tumpangsari timun	1500-1550	5000-5500	40-42	200-220
Tumpangsari cabai	1500-1550	4000-4500	38,8-40,8	190-210

¹⁾ Jumlah tanaman jeruk siam dan sayuran pada awal di tanam.

Alat yang digunakan meliputi (1) alat untuk mengambil sampel tanah yaitu kantong plastik, kertas label, cangkul, (2) alat-alat laboratorium untuk analisis sifat-sifat tanah yang meliputi; pH-meter, laminair flow, oven, autoklaf, alat-alat gelas, dan (3) alat untuk dokumentasi dan analisis data yaitu kamera dan komputer. Penelitian dilakukan dengan metode survey dan dilanjutkan dengan analisis laboratorium. Pengambilan sampel tanah ditentukan secara purposif pada kedalaman 0-30 cm dari 5 jenis pola tanam jeruk siam yaitu (1) monokultur jeruk siam serta tumpang sari jeruk siam dengan (2) tanaman cabai, (3) tanaman kubis, (4) tanaman tomat, dan (5) dan tanaman timun.

Sampel tanah yang diambil dipersiapkan dan dianalisis sesuai dengan standar operasional laboratorium yang berlaku. Penetapan total populasi bakteri dan jamur dilakukan dengan metode cawan tuang (Anas, 1989), penetapan respirasi tanah ditetapkan dengan metode Titrimetri (Anas, 1989), uji Gram bakteri dilakukan dengan menggunakan KOH 3%. Uji gram dengan

KOH ini dilakukan dengan cara mencampurkan satu tetes KOH 3% dengan loop isolat bakteri yang berumur 18-24 jam. (Abegaz, 2007), Analisis pH tanah dengan cara elektrometri, C-organik tanah dengan metode Walkley dan Black (Anas, 1989).

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL). Uji beda nyata dilakukan menggunakan uji Duncan pada probabilitas 5%. Analisis data dilakukan menggunakan program SPSS Versi 20 (Singgih. 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Signifikansi parameter yang diamati dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa pola tanam jeruk siam berpengaruh nyata terhadap nilai pH tanah dan jumlah total populasi mikroorganisme dan jamur tanah.

Tabel 2. Signifikansi Sifat Biologi Tanah Pada Beberapa Jenis Pola Tanam Jeruk Siam

No	Parameter Pengamatan	Signifikansi
1	pH Tanah	*
2	C-Organik	ns
3	Populasi Mikroorganisme	*
4	Populasi Jamur	*
5	Respirasi	ns
6	Total Bakteri (+)	ns
7	Total Bakteri (-)	ns

ns : Berpengaruh tidak nyata ($p \geq 0,05$)

* : Berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$)

Sifat Biologi Tanah

Sifat biologi tanah yang secara nyata dipengaruhi oleh pola tanam pada kebun jeruk adalah populasi mikroorganisme dan jamur (Tabel 3; Gambar 1). Total jumlah populasi mikroorganisme tanah pada masing – masing pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran nyata lebih tinggi yaitu 21,33 – 24,00 x 10⁶spk/g

tanah, dibandingkan pada pola tanam monokultur jeruk siam yaitu 16,67 x 10⁸spk/g tanah (Tabel 3). Demikian juga dengan jumlah total populasi jamur yang nyata lebih tinggi pada sistem tumpangsari jeruk dengan tanaman sayuran yaitu 6,97 - 8,35 x 10⁶spk/g tanah, dibandingkan pada pola tanam monokultur jeruk siam yaitu 5,75 x 10⁶spk/g tanah (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai Rata – Rata Sifat Biologi Tanah Pada Beberapa Jenis Pola Tanam Jeruk

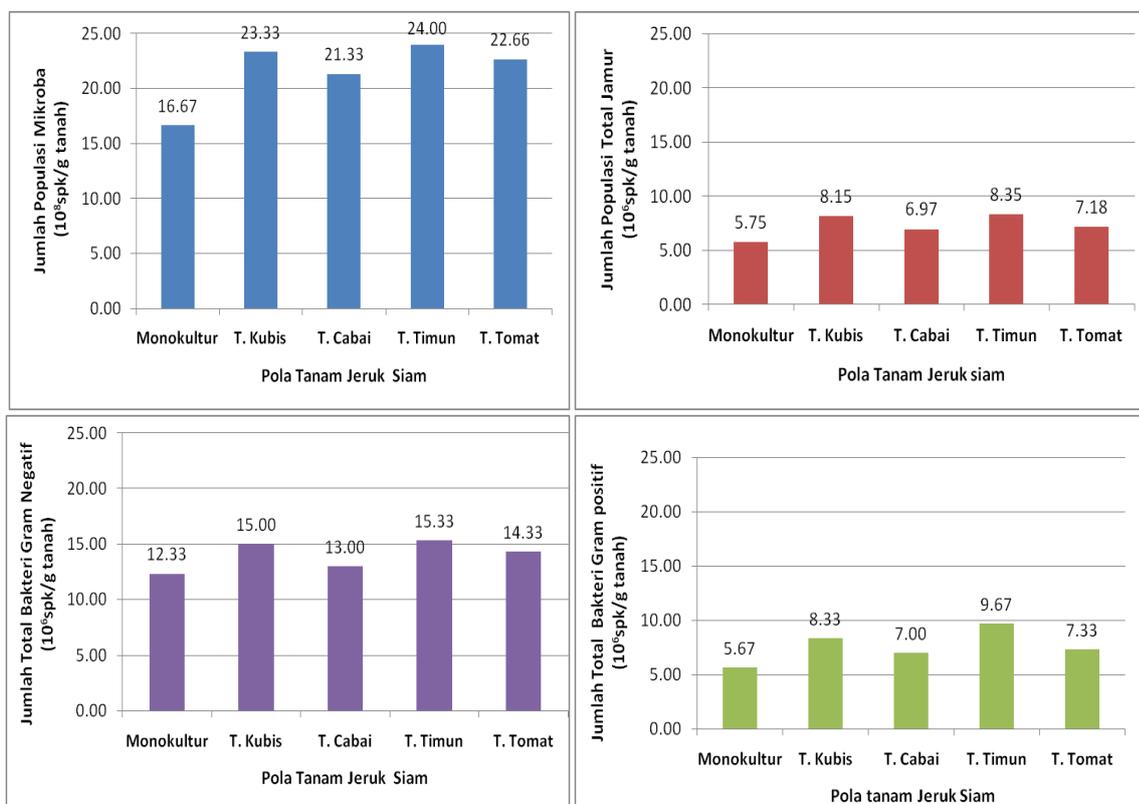
Jenis Pola Tanam	Respirasi (mg C-CO ₂ /kg tanah/hari)	Bakteri Gram(+) (10 ⁶ spk/g tanah)	Bakteri Gram(-) (10 ⁶ spk/g tanah)	Populasi Jamur (10 ⁶ spk/g tanah)	Populasi Mikroorganisme (10 ⁸ spk/g tanah)
Monokultur Jeruk	1,53	5,67	12,33	5,75 b	16,67 b
Tumpang sari kubis	2,05	8,33	15,00	8,15 a	23,33 a
Tumpang sari Cabai	1,86	7,00	13,00	6,97 a	21,33 a
Tumpang sari Timun	2,63	9,67	15,33	8,35 a	24,00 a
Tumpang sari Tomat	2,02	7,33	14,33	7,18 a	22,66 a

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan 5%.

I WAYAN BUNADA. et al. Beberapa Sifat Biologi Tanah Kebun Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Tan)...

Jumlah total bakteri gram negatif dan bakteri gram positif berbeda tidak nyata ($p \geq 0,05$) pada masing – masing jenis pola tanam jeruk siam. Jumlah total bakteri gram positif relatif lebih tinggi pada masing – masing pola tanam tumpangsari dengan beberapa tanaman sayuran yaitu 7,00 - 9,67 x 10⁶ spk/g tanah, dibandingkan pola tanam

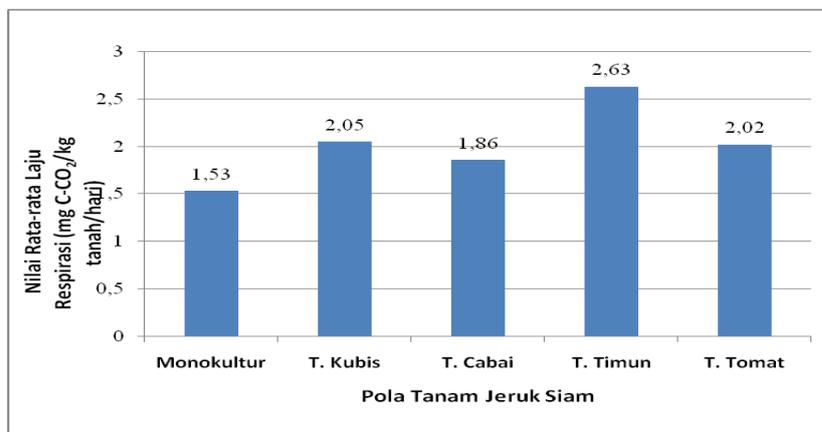
monokultur jeruk siam yaitu 5,67 x 10⁶ spk/g tanah. Jumlah total bakteri gram negatif terlihat lebih tinggi pada masing – masing pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran yaitu 13,00 - 15,33 x 10⁶ spk/g tanah, dibandingkan pola tanam monokultur jeruk siam yaitu 12,33 x 10⁶ spk/g tanah siam.



Gambar 1. Histogram beberapa sifat biologi tanah.

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa laju respirasi tanah berbeda tidak nyata ($p \geq 0,05$) pada masing – masing jenis pola tanam jeruk siam. Laju respirasi tanah relatif lebih tinggi pada pola tanam

tumpangsari dengan beberapa tanaman sayuran yaitu 1,86 - 2,63 mg C-CO₂/kg tanah/hari, dibandingkan pola tanam monokultur jeruk siam yaitu 1,53mg C-CO₂/kg tanah/hari (Gambar 2).



Gambar 2. Histogram respirasi tanah.

Sifat kimia tanah

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa pola tanam jeruk siam hanya berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap nilai

pH tanah. Pengaruh nyata tersebut tidak terjadi pada terhadap kadar C-organik tanah yang disajikan pada Tabel 4.

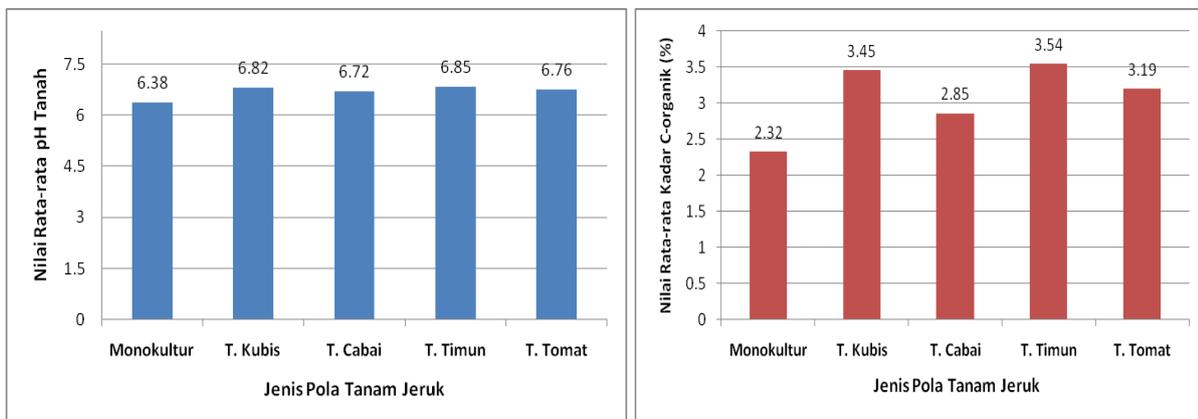
Tabel 4. Nilai Rata – rata pH dan C-organik tanah pada beberapa jenis pola tanam jeruk di Desa Sekaan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli

Jenis Pola Tanam	pH tanah	C-organik (%)
Monokultur jeruk	6,38 b	2,32
Tumpangsari kubis	6,82 a	3,45
Tumpangsari cabai	6,72 a	2,85
Tumpangsari timun	6,85 a	3,54
Tumpangsari tomat	6,76 a	3,19

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan 5%.

Nilai pH tanah nyata lebih tinggi pada pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran yaitu 6,72 – 6,85 dibandingkan pola tanam monokultur jeruk siam yaitu 6,38 (Tabel 4; Gambar 3). Kadar C-organik tanah berbeda tidak nyata ($p \leq$

0,05) antar pola tanam jeruk siam (Gambar 3). Kadar C-organik tanah relatif lebih tinggi pada masing-masing pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran yaitu 2,85 – 3,54 % dibandingkan pola tanam monokultur jeruk siam yaitu 2,32 %.



Gambar 3. Histogram pengaruh pola tanam jeruk terhadap pH dan kadar C-organik tanah

Penelitian ini dilakukan pada lahan kebun jeruk yang ditanami jeruk secara monokultur dan tumpangsari dengan beberapa jenis sayuran seperti tanaman kubis, cabai, tomat, dan timun. Tanah di daerah tersebut tergolong regosol bertekstur lempung berpasir (Bakosurtanal, 2000) dan tergolong subur dengan kandungan P-tersedia cukup tinggi (Charles, 2016), nilai pH tergolong netral, serta kadar C-organik tanah tergolong sedang-sangat tinggi. Perbedaan pola tanam dikebun tersebut diikuti oleh perbedaan jumlah pupuk yang digunakan (Tabel 1), perbedaan jumlah pupuk kandang ayam pada pola tanam jeruk siam menyebabkan perbedaan nyata terhadap pH tanah, jumlah total populasi mikroorganisme tanah dan jamur tanah (Tabel 3 dan Tabel 4).

Nilai pH tanah pada sistem tumpangsari jeruk siam dengan beberapa jenis tanaman sayuran nyata lebih tinggi dibandingkan pola tanam monokultur. Akan tetapi, kadar C-organik berbeda tidak nyata antar pola tanam walaupun relatif lebih tinggi

pada pola tumpangsari dibandingkan monokultur jeruk siam (Tabel 4). Perbedaan nilai kedua sifat tanah tersebut disebabkan oleh pemberian dosis pupuk kandang ayam yang lebih tinggi pada pola tanam tumpangsari jeruk siam dibandingkan monokultur jeruk siam (Tabel 1). Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Agus dan Subiksa (2008), yaitu pemberian pupuk organik mampu meningkatkan pH tanah. Selain itu, menurut Hanafiah (2005), kenaikan pH tanah akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dalam hal penyediaan hara bagi tanaman karena pH tanah mempengaruhi perkembangan mikroorganisme tanah.

Jumlah pupuk kandang yang digunakan pada sistem tumpangsari lebih tinggi sekitar 28-30 % dibandingkan monokultur jeruk siam. Jumlah tersebut cukup meningkatkan secara nyata jumlah total populasi mikroorganisme dan jamur pada sistem tumpangsari jeruk siam dengan beberapa jenis tanaman sayuran (Tabel 3). Jumlah total bakteri gram positif dan negatif serta laju

respirasi tanah ditemukan berbeda tidak nyata antar pola tanam. Jumlah bakteri gram positif dan negatif serta laju respirasi relatif lebih tinggi pada pola tumpangsari dibandingkan pada pola tanam monokultur jeruk siam (Tabel 3). Hal tersebut disebabkan penggunaan dosis pupuk organik kandang ayam yang relatif lebih tinggi pada pola tanam tumpangsari (Tabel 1), sehingga senyawa organik yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energi dan makanan lebih banyak. Menurut Hanafiah (2005), senyawa organik di dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme adalah termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, dan bahan organik terlarut di dalam air. Penggunaan pupuk kandang dalam dosis yang lebih tinggi pada pola tanam tumpangsari meningkatkan kadar C-organik yang tersedia bagi mikroorganisme tanah (Tabel 1). Selain itu, pupuk kandang juga mengandung mikroorganisme yang dapat menambah jumlah total mikroorganisme di dalam tanah. Menurut Bai *et al.* (2012) jumlah mikroba yang terkandung di dalam kotoran ayam mencapai $3,05 \times 10^8$ spk/g. Oleh karena itu, penggunaan pupuk kandang dapat meningkatkan jumlah total populasi mikroorganisme di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sugito *et al.* (1995), yaitu pupuk kandang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah melalui perannya sebagai sumber makanan mikroorganisme yang dapat meningkatkan aktivitas dan jumlah populasi mikroorganisme tanah.

Tanah pada pola tanam tumpangsari memiliki jumlah total populasi mikroorganisme yang nyata lebih tinggi

dibandingkan monokultur. Hal ini mengindikasikan bahwa jenis pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran dapat memperbaiki sifat biologi tanah melalui penambahan dosis pupuk organik kandang ayam secara intensif pada waktu pengolahan tanah untuk penanaman beberapa jenis sayuran. Perbaikan terbesar sifat biologi pada pola tanam tumpangsari berdasarkan aktivitas dan jumlah total populasi mikroorganisme (Tabel 3, Gambar 1) ditemukan pada pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan tanaman timun, sedangkan yang terendah pada tumpangsari jeruk siam dengan tanaman cabai. Hal tersebut disebabkan serapan unsur hara dan penggunaan senyawa organik yang diduga relatif lebih tinggi pada tanaman cabai yang memiliki umur lebih panjang dibandingkan umur tanaman sayur seperti tanaman kubis, tomat, dan timun. Hal tersebut juga disebabkan dosis pemberian pupuk kandang ayam pada tumpangsari jeruk siam dengan tanaman cabai lebih rendah yaitu 38,8-40 ton/ha/tahun, dibandingkan dosis pupuk kandang pada tumpangsari jeruk siam dengan tanaman timun yaitu 40-42 ton/ha/tahun. Seperti pernyataan Arsyad (1989) bahan organik sebagai sumber energi dan penyusun tumbuh bagi mikroorganisme yang lebih sedikit dimanfaatkan untuk dekomposisi bahan makanan dan perkembangbiakannya akan menyebabkan penurunan total mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan cendawan.

Tanah pada pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran memiliki jumlah total populasi mikroorganisme dan kadar C-organik relatif

I WAYAN BUNADA. *et al.* Beberapa Sifat Biologi Tanah Kebun Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Tan)...

lebih tinggi dibandingkan monokultur kebun jeruk siam, diikuti peningkatan laju respirasi tanah pada pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran (Tabel 3). Hal ini sesuai pernyataan Sutedjo (1996) kadar C-organik mempengaruhi aktivitas dan jumlah total populasi mikroorganisme yang akan menghasilkan produksi CO₂ yang tinggi, semakin banyak CO₂ yang dikeluarkan tanah semakin tinggi aktivitas mikroorganisme yang menunjukkan semakin tinggi laju respirasi tanah.

Dari kelima jenis pola tanam jeruk siam yang dikaji dalam penelitian ini, pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan tanaman sayuran memiliki sifat biologi tanah yang paling baik berdasarkan jumlah total populasi dan aktivitas total populasi mikroorganisme (Tabel 3). Hal ini disebabkan pemberian dosis pupuk kadang yang lebih tinggi pada pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan beberapa tanaman sayuran.

SIMPULAN

1. Jenis pola tanam kebun jeruk siam berpengaruh nyata terhadap jumlah total mikroorganisme dan jamur tanah.
2. Pola tanam tumpangsari jeruk siam dengan tanaman sayuran memiliki sifat biologi tanah yang lebih baik dibandingkan pola tanam monokultur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abegaz, K. 2007. Isolation, characterization and identification of LAB involved in traditional fermentation of *borde*, an Ethiopian cereal beverage. *African Journal of Biotechnology* 6 (12):1469-1478.
- Alexander, M. and J., Wiley Sons 1977. *Introduction to soil microbiology*. Inc. New. York.
- Anas, I. 1989. *Biologi Tanah dalam Praktek*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB, Bogor.
- Andrews DJ and AH., Kassam 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: Papendick R.I., Sanchez A., Triplett G.B. (eds): *Multiple Cropping*. ASA Special Publication 27. American Society of Agronomy, Madison, 1-10.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Badan Pusat Statistik. 2010.
- Bai, S., RM Kumar., D.J Kumar., Mukesh, P. Balashanmugam., M.D Bala., dan Kalaichelvan, P.T. 2012. Cellulase Production by *Bacillus subtilis* isolated from Cow Dung, Department of Biotechnology, KSR College of Arts.
- Bakosurtanal (2000). *Jenis Tanah di Kawasan Kintamani*. Diakses pada Tanggal 15 desember 2015
- Breure, A.M. 2004. *Soil Biodiversity: Measurements, Indicators, Threats and Soil Functions*. September 15 th 17 th 2004, León Spain. www.intl'conf/soil_compost_ec tersedia di: biology_2004/breure/paper_oral.html. pdf Di akses 5 oktober 2015.
- Charles A.Y. 2016. Jumlah Spora dan Genus Endomikoriza pada Tanah Monokultur Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Tan.) dan Tumpangsari dengan Tanaman Sayuran di Desa Sekaan Kecamatan Kintamani (Universitas Udayana, Skripsi).
- Dijkstra, F.A. & W. Cheng 2010. Interactions between soil and tree roots accelerate long-term soil carbon decomposition. *Ecology Letters*, 10, 1046-1053.
- Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice nutrient disorders and nutrient management. *Potash & Phosphate*

- Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and IRRI. p. 2- 37.
- Hanafiah, K.A, 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Moore, J. C. And D. E, Water, 1988. Arthropod Regulation of micro and Mesobiota in below ground food webs. Annual Review of Entomology 33: 419-439.
http://www.neogen.com/Acumedia/pdf/ProdInfo/7145_PI.pdf. Di akses 06 oktober 2015.
- Rosmarkam, A. dan Nasih W.Y. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius.
- Sainju, 2008. Budidaya Tanaman Tomat. www.warintek.com Diakses pada 19 Juli 2016.
- Singgih. 2012. Panduan Lengkap SPSS Versi 20. Jakarta: PT Elex Media.
- Sugito, Y., dan N., Yulia, N Ellis. 1995. Sistem Pertanian Organik. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 83p.
- Sutedjo, M. 1996. Mikrobiologi Dasar. Rineka Citra, Jakarta.
- Tharir, M dan Hadmadi. 1984. Populasi Gilir (Multiple Cropping). Yasa guna, Jakarta.
- Widmer, F., F. Rasche, M. Hartmann, and A. Fliessbach. 2006. Community structures and substrate utilization of bacteria in soils from organic and conventional farming systems of the DOK long-term field experiment. Appl. Soil Ecol. 33:294–307