

Persepsi *Stakeholder* Hasil Pengujian Sifat Biologi Tanah Produksi Biomassa untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Probolinggo

Hendro Prasetyo^{1*}, Zaenal Kusuma¹, Eny Dyah Yuniwati¹

¹⁾Departemen Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis untuk korespondensi. Email: hprasetyo@ub.ac.id

Abstrak

Kerusakan tanah oleh produksi biomassa adalah perubahan sifat dasar tanah pada area produksi biomassa yang disebabkan oleh tindakan manusia. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan tanah produksi biomassa berdasarkan sifat biologi enam kecamatan yang terdiri 12 desa di Kabupaten Probolinggo. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dan kualitatif, yang meliputi pengambilan sampel tanah dan tanaman, pengujian, survei, wawancara, serta FGD (*Focus Group Discussion*). Hasil data FGD digunakan untuk mengetahui persepsi *stakeholder* terkait informasi sifat tanah. Hasil survei pada lokasi sampling menunjukkan tekstur tanah sedang, struktur keras, dan ketebalan solum tanah berkisar 50-150 cm. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium menunjukkan 2 desa memiliki populasi bakteri kategori rendah berkisar $5,5 \times 10^5 - 7,3 \times 10^5$ cfu/gram dan 5 desa dengan populasi bakteri kategori sangat rendah berkisar $9,55 \times 10^4 - 2,45 \times 10^6$ cfu/gram. Populasi jamur dari 7 desa memiliki kategori sangat rendah $6,15 \times 10^4 - 2,75 \times 10^5$ cfu/gram dan 5 desa memiliki kategori rendah. Populasi bakteri dan jamur pada 12 desa menunjukkan belum terjadinya kerusakan tanah yang menunjukkan jumlah kelimpahan bakteri dan jamur di atas ambang kritis (<102 cfu/gram). Hasil persepsi *stakeholder* menunjukkan ketidaktahuan bahwa sifat biologi tanah merupakan indikator kerusakan tanah dan ketidaktahuan bahwa penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dapat mematikan bakteri dan jamur.

Kata kunci: kerusakan tanah, persepsi *stakeholder*, populasi bakteri jamur, produksi biomassa, pertanian berlanjut.

Abstract

Soil damage by biomass production is a change in the basic properties of the soil in the area of biomass production caused by human actions. This study aims to analyze the damage to soil biomass production based on the biological characteristics of six sub-districts consisting of 12 villages in Probolinggo. The methods used are quantitative and qualitative methods, which include taking soil and plant samples, testing, surveys, interviews, and FGD (Focus Group Discussion). The results of the FGD data are used to determine stakeholder perceptions regarding information on soil properties. The results of the survei at the sampling location showed that the soil texture was moderate, the structure was hard, and the soil thickness was around 50-150 cm. Two villages had a low category bacterial population ranging from $5.5 \times 10^5 - 7.3 \times 10^5$ cfu/gram and 5 villages had a very low category bacterial population ranging from $9.55 \times 10^4 - 2.45 \times 10^6$ cfu/ grams. Mushroom populations from 7 villages have a very low category of $6.15 \times 10^4 - 2.75 \times 10^5$ cfu/gram and 5 villages have a low category. Bacterial and fungal populations in 12 villages showed that soil damage had not occurred, indicating that the abundance of bacteria and fungi was above the critical threshold (<102 cfu/gram). The results of stakeholder perceptions show ignorance that soil biological properties are an indicator of soil damage and ignorance that the continuous use of chemical fertilizers can kill bacteria and fungi.

Keywords: soil damage, stakeholder perceptions, fungal bacterial populations, biomass production, sustainable agriculture.

Pendahuluan

Kerusakan tanah oleh produksi biomassa adalah perubahan sifat dasar tanah yang disebabkan oleh tindakan manusia di area produksi biomassa. Produksi biomassa adalah bentuk pemanfaatan sumber daya tanah untuk menghasilkan biomassa. Pengertian biomassa yaitu bagian-bagian tumbuhan yang terdiri dari biji, buah, daun, ranting, batang, dan akar yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, perkebunan dan tanaman di hutan (Lukito dkk, 2013). Tingkat kerusakan tanah dinilai berdasarkan kriteria baku kerusakan tanah. Kriteria tersebut tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 150 Tahun 2000 tentang pengendalian kerusakan tanah untuk produksi biomassa. Peraturan tersebut dibuat sebagai upaya untuk mencegah dan mengendalikan kerusakan tanah. Kriteria baku untuk menentukan status kerusakan tanah ini meliputi sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Kerusakan tanah untuk produksi biomassa yang ditinjau dari sifat fisika dan kimia disebabkan oleh pencemaran yang berasal dari pemberian pupuk kimia dan pestisida anorganik. Dampak pencemaran tanah dapat diamati dari pengasaman, tekstur tanah menjadi keras, dan mikroorganisme punah. Sedangkan sifat biologi yang digunakan untuk meninjau kerusakan tanah berkaitan dengan kandungan mikroorganisme yang ada di tanah.

Sifat biologi tanah merupakan sifat dasar tanah yang bisa menjadi indikator biologis untuk menentukan kemampuan tanah dalam menyediakan air dan unsur hara yang berperan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan (Tumewu dkk, 2015). Peninjauan kerusakan tanah menggunakan sifat biologi memiliki keuntungan yaitu biaya terjangkau dan hemat waktu. Sifat biologi tanah berkaitan dengan populasi bakteri dan jamur. Bakteri dan jamur adalah komponen biologi yang penting dalam ekosistem tanah. Mikroba tersebut berperan dalam berbagai siklus biogeokimia. Berbagai jenis mikroba dan fauna tanah berpotensi sebagai pupuk hayati dan berbagai atribut biologi tanah yang mengindikasikan kualitas dan kesehatan tanah (Giyanto dkk, 2021). Sebagian besar dekomposisi senyawa organik dan penyediaan unsur hara dimediasi oleh bakteri dan jamur.

Kabupaten Probolinggo merupakan kabupaten yang memiliki sumberdaya tanah yang terbatas dengan luas sawah, tegal, perkebunan dan hutan sebesar 1346,38 km². Kabupaten Probolinggo terdiri dari 24 kecamatan, 5 kelurahan, dan 325 desa, 70% masyarakatnya tinggal di desa dengan mata pencaharian dari sektor pertanian. Kondisi petani rata-rata memiliki luas lahan pertanian 0,3 hektar dan tergolong sebagai petani subsisten (Putra dkk, 2019). Komoditas lahan sawah dan tegal didominasi oleh padi,

jagung, sayur, bawang merah, melon, tembakau, dan ketela pohon. Berdasarkan penelitian terdahulu, melalui hasil survei diketahui bahwa petani di Kabupaten Probolinggo hanya mengandalkan penggunaan pupuk dan pestisida kimia selama puluhan tahun (Baswarsiati dkk, 2019). Petani tidak pernah menggunakan pupuk organik yang berasal dari sisa tanaman atau kompos dan pupuk kandang. Permasalahan yang timbul adalah petani banyak mengeluh hasil produksi pertaniannya setiap musim dan tahun mengalami penurunan. Pemberian pupuk kimia anorganik meningkat setiap tahunnya, namun tidak diikuti dengan peningkatan hasil produksi pertanian. Oleh karena itu, perlu peninjauan mengenai keberlanjutan pembangunan pertanian dan penyelidikan hubungan kerusakan tanah untuk produksi biomassa. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi yang bermanfaat untuk persepsi *stakeholder*, sehingga produksi pertanian menjadi meningkat, mendukung tercapainya kemandirian pangan, pertanian berkelanjutan dan kelestarian fungsi lingkungan hidup melalui peninjauan kerusakan tanah dari sifat biologi tanah.

Bahan dan Metode

Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data primer, pengujian sifat biologi sampel tanah dan tanaman, survei, wawancara, serta FGD dengan *stakeholder*. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait di Kabupaten Probolinggo dan studi literatur.

Pengumpulan data primer dilakukan pada 6 kecamatan yang terdiri dari 12 desa yang terpilih secara acak sederhana, yang disajikan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel tanah dan tanaman di Kabupaten Probolinggo

Kecamatan	Desa
Panjarakan	Karang Pranti Pajarakan Kulon
Kraksan	Sidopekso Kregen
Krejengan	Kedung Caluk Sumber Kalimoho
Gading	Mojolegi Wangkal
Tiris	Ranu Agung Tiris
Krucil	Bremi Betek

Survei dan wawancara responden terdiri dari 12 petani yang berasal dari desa pengambilan sampel tanah dan tanaman, 9 orang penyuluh pertanian, 2 orang kasi

dinas pertanian dan 25 peserta FGD. Proses pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengeboran disekitar perakaran yang dilakukan oleh petugas laboratorium dan peneliti. Pengeboran berguna untuk mengetahui struktur lapisan tanah, kedalaman muka air tanah, dan mengambil sampel tanah untuk diteliti sifatnya.

Pengeboran tanah dilakukan dengan cara menentukan lokasi titik boring (lokasi kritis untuk dikaji). Kemudian tanah dilubangi sedikit menggunakan linggis untuk memudahkan mata bor menembus tanah. Mata bor disambungkan dengan pipa bor 1 meter dan stang pemutar dipasang. Stang diputar searah jarum jam dan menjaga posisi pipa bor selalu tegak lurus dengan permukaan tanah. Apabila mata bor sudah penuh, maka bor diangkat kemudian melakukan pengamatan lapisan tanah berdasarkan kedalamannya. Kedalaman pengeboran diukur pada interval 1 meter hingga mencapai muka air tanah. Pada penelitian ini pengeboran dilakukan hingga kedalaman 3 meter. Pengujian sifat biologi sampel tanah dilakukan di laboratorium. Penentuan status kerusakan tanah dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil analisis sifat dasar tanah dengan kriteria baku kerusakan tanah yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 150 Tahun 2000.

Pengolahan data dilakukan setelah melakukan survei, wawancara, dan uji laboratorium. Hasil uji laboratorium kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan kriteria baku kerusakan tanah nasional. Hasil pengujian sampel tanah juga didiskusikan dengan stakeholder atau pemangku kepentingan terkait untuk mengetahui persepsi dalam FGD. Beberapa instansi yang terlibat dalam FGD yaitu Pemerintahan Daerah Probolinggo, perwakilan petani, dan perangkat desa. Studi kriteria baku kerusakan tanah dari negara lain juga dilakukan melalui studi literatur untuk mengetahui parameter yang digunakan relevan atau tidak dengan kondisi di Indonesia.

Hasil dan Pembahasan

1. Analisis Kerapatan Jumlah Bakteri dan Jamur

Hasil pengujian laboratorium sifat biologi sampel tanah yang berupa jumlah mikrobiologi tanah (bakteri dan jamur) diambil secara komposit dari 12 desa dari 6 kecamatan di Kabupaten Probolinggo. Analisis kerapatan jumlah bakteri dan jamur disajikan pada Tabel 2 dan 3. Kerapatan jumlah bakteri dan jamur diambil dari tanah yang terletak di bawah akar tanaman. Hasil uji kerapatan jumlah bakteri dan jamur dibandingkan dengan kriteria baku Peraturan Pemerintah 150 Tahun 2000. Kualitas tanah jika ditinjau dari populasi bakteri dan jamur umumnya berjumlah normal berkisar pada 10^7 cfu/gram dan tanah rusak berkisar pada $<10^2$ cfu/gram.

Tabel 2. Analisis kerapatan jumlah bakteri

No.	Asal sampel (kecamatan, desa, tanaman)	Jumlah bakteri (cfu/gram)	Keterangan
1	Kecamatan Pajajaran: Desa Karang Pranti (jagung)	$7,35 \times 10^6$	Tinggi
	Desa Pajajaran Kulon (padi)	$2,57 \times 10^6$	Tinggi
2	Kecamatan Kraksan: Desa Sidopekso (tembakau)	$7,3 \times 10^5$	Rendah
	Desa Kregenan (tembakau)	$5,5 \times 10^5$	Rendah
3	Kecamatan Krejengan: Desa Kedung Caluk (tembakau)	$9,55 \times 10^4$	Sangat Rendah
	Desa Sumber Kalimoho (bawang merah)	$1,7 \times 10^5$	Sangat Rendah
4	Kecamatan Gading Desa Mojolegi (padi)	$2,25 \times 10^7$	Tinggi
	Desa Wangkal (jagung)	$6,05 \times 10^7$	Sangat Tinggi
5	Kecamatan Tiris: Desa Ranu Agung (ketela pohon)	2×10^5	Sangat Rendah
	Desa Tiris (ketela pohon)	$7,6 \times 10^6$	Tinggi
6	Kecamatan Krucil Desa Betek (ketela pohon)	$5,6 \times 10^4$	Sangat Rendah
	Desa Bremi (ketela pohon)	$2,45 \times 10^6$	Sangat Rendah

Tabel 2, menyajikan hasil kerapatan jumlah bakteri dari 12 desa. Kerapatan jumlah bakteri di 2 desa memiliki populasi rendah (Sukomulyo, Kregenan), 5 desa memiliki populasi sangat rendah (Kedung Caluk, Sumber Kalimoho, Ranu Agung, Betek, Bremi), 4 desa memiliki populasi tinggi (Karang Pranti, Pajajaran Kulon, Mojolegi, Tiris), dan 1 desa memiliki populasi sangat tinggi (Wangkal). Fenomena kerapatan jumlah populasi bakteri dengan kategori tinggi dan sangat tinggi diduga karena pengaruh vegetasi jenis tutupan komoditas padi dan jagung. Sedangkan untuk desa dengan populasi bakteri dengan kategori rendah dan sangat rendah dikarenakan jenis tutupannya tembakau dan ketela pohon. Bakteri disekitar perakaran umumnya jenis bakteri pelarut P, jumlahnya antara $10^3 - 10^6$ sel per gram tanah atau jumlah per gram tanah permukaan antara 3 – 4 milyar bakteri pada tanah kering (Mukrin dkk, 2019). Fungsi bakteri tersebut adalah merubah bahan organik dan menghasilkan enzim yang dibutuhkan oleh tanaman. Aktivitas bakteri juga digunakan untuk mengukur respirasi mikroorganisme tanah, seperti menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan oksigen (O_2) (Haris dkk, 2019). Mikroorganisme tanah bertanggungjawab terhadap sebagian besar proses-proses biologis (60 – 80%) yang berkaitan dengan siklus unsur hara dan dekomposisi bahan organik. Populasi organisme tanah ditentukan oleh kualitas vegetasi di atasnya dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang akhirnya akan menentukan produktivitas lahan.

Tabel 3. Analisis kepadatan jumlah jamur

No.	Asal sampel (kecamatan, desa, tanaman)	Jumlah bakteri (cfu/gram)	Keterangan
1	Kecamatan Pajajaran: Desa Karang Pranti (jagung)	$6,75 \times 10^4$	Sangat Rendah
	Desa Pajajaran Kulon (padi)	$6,15 \times 10^4$	Sangat Rendah
2	Kecamatan Kraksaan: Desa Sido Pekso (tembakau)	$6,35 \times 10^4$	Sangat Rendah
	Desa Kregenan (tembakau)	$6,25 \times 10^4$	Sangat Rendah
3	Kecamatan Krejengan: Desa Kedung Caluk (tembakau)	$2,75 \times 10^5$	Sangat Rendah
	Desa Sumber Kalimoho (bawang merah)	$4,65 \times 10^5$	Sangat Rendah
4	Kecamatan Gading Desa Mojolegi (padi)	$2,87 \times 10^6$	Rendah
	Desa Wangkal (jagung)	$2,45 \times 10^6$	Rendah
5	Kecamatan Tiris: Desa Ranu Agung (ketela pohon)	$5,6 \times 10^5$	Rendah
	Desa Tiris (ketela pohon)	$6,1 \times 10^5$	Rendah
6	Kecamatan Krucil Desa Betek (ketela pohon)	$6,5 \times 10^4$	Sangat Rendah
	Desa Bremi (ketela pohon)	$5,8 \times 10^5$	Rendah

Berdasarkan Tabel 3, 7 desa dengan populasi jamur sangat rendah memiliki rentang $6,15 \times 10^4$ - $4,65 \times 10^5$ cfu/gram dan 5 desa memiliki populasi jamur rendah dengan rentang $5,6 \times 10^5$ – $2,87 \times 10^6$ cfu/gram. Berdasarkan Tabel 2 dan 3, penurunan jumlah kelimpahan bakteri dan jamur bisa disebut degradasi mikrobiologi (*microbiological degradation*). Hal ini diduga terjadi karena adanya proses degradasi lahan akibat residu penggunaan pestisida pada puluhan tahun sebelumnya dan erosi oleh air limpasan permukaan air. Berkurangnya biomassa mikroba oleh pupuk N dalam dosis tinggi mungkin disebabkan oleh efek racun karena peningkatan pH tanah secara drastis dari proses hidrolisis pupuk dan akumulasi nitrosamina karsinogenik. Kesehatan dan populasi mikroorganisme dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk pH tanah, kadar kelembaban tanah, suhu, kadar garam, kandungan oksigen, dan bahan organik.

Populasi kepadatan bakteri dan jamur secara keseluruhan di 12 Desa tergolong rendah jika dibandingkan hasil penelitian dari T.R.G Gray dan S.T. Williams (Mayfield *et al*, 1972). Jumlah total bakteri dan jamur di daerah rizosfer atau perakaran gandum berkisar 1200×10^6 cfu/gram. Tanah kontrol sedikit memiliki kandungan bakteri berkisar 53×10^6 cfu/gram dan jamur 46×10^6 cfu/gram. Sedangkan pada tanah kategori kontrol memiliki kandungan bakteri dan jamur 7×10^6 cfu/gram. Berdasarkan penelitian Yulianti, populasi bakteri dan jamur pada perakaran sorgum sebesar 40×10^6 dan 57×10^6 cfu/gram, tanaman padi sebesar 40×10^6 dan 57×10^6 cfu/gram, tanaman jagung 7×10^5

dan 10.9×10^6 cfu/gram (Yulianti, 2009). Populasi mikroorganisme dalam tanah pertanian yang subur mencapai $2,5 \times 10^9$ cfu/gram. Organisme penghuni ekosistem tanah diperkirakan sejumlah seperempat dari seluruh organisme di bumi, diilustrasikan bahwa dalam satu sendok teh tanah kebun yang subur dapat ditemukan ribuan spesies, milyaran individu bakteri, dan ratusan meter jaringan hifa jamur.

Populasi bakteri dan jamur yang rendah beberapa desa di Kabupaten Probolinggo dikarenakan sejak revolusi hijau hingga sekarang petani menggunakan pupuk anorganik berjenis UREA, ZA, TSP, dan KCl, serta penggunaan pestisida kimia. Petani tidak pernah menggunakan pupuk kandang, kompos, dan tidak mengembalikan biomassa ke sawah atau tegal. Didukung hasil wawancara dengan responden, sebagai berikut: "Kulo petani mriki umume mupuk sawah lan tegal, naming ngangge pupuk Urea, ZA, TSP dan KCl, lan pestida rumiyen DDT, Dioxins dan Heptaklor, mboten nate ngangge pupuk kandang lan kompos, margi jeramine kulo sade lan batang jagung kangge pakan lembu", "(Saya petani daerah sini biasanya hanya menggunakan pupuk anorganik dan pestisida anorganik, tidak pernah menggunakan pupuk kandang atau kompos)". Pengaruh negatif langsung pupuk kimia terhadap sifat biologi tanah sangat nyata, pemberian pupuk kimia yang berlebihan pada tanah subur dapat menurunkan keragaman komunitas mikroba. Penggunaan pupuk N dengan dosis 200 kgN/Ha per tahun menurunkan biomassa dan keragaman fungsional mikroba tanah (Tarigan dkk, 2019). Penggunaan pupuk kimia tunggal diduga menurunkan kadar bahan organik tanah. Sejalan dengan UU No.19 Tahun 2009, tentang Pengesahan *Stocholm Convention On Persistens Pollutans* (POPs), melarang penggunaan 12 jenis pestisida yang residunya dalam tanah bersifat membandel, yang efeknya hingga puluhan tahun residu tersebut belum hilang. Jenis pestisida tersebut antara lain DDT, DIOXINS, dan HEPTACHLOR, maka diduga karena residu pestisida ini menyebabkan koloni bakteri dan jamur rendah. Perlakuan dengan bahan kimia yang tidak selektif, menyebabkan musnahnya mikroorganisme patogen ataupun bukan patogen.

Bakteri dan jamur adalah komponen biologi penting dalam ekosistem tanah. Mikroba berperan dalam beragam siklus biogeokimia. Sebagian besar dekomposisi senyawa organik dan penyediaan unsur hara dimediasi oleh bakteri dan jamur. Bakteri dan jamur membentuk struktur tanah menggunakan polisakarida. Pengaruh pH tanah yang optimum dan substrat organik mendorong pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi amonia (Adijaya dkk, 2014). Selain itu aktivitas mikroorganisme di dalam tanah juga menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan seperti auksin, giberellin dan sitokinin yang dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga daerah

pencarian unsur-unsur hara semakin luas. Mikroorganismenya dalam tanah menghasilkan zat-zat organik yang bermanfaat bagi pertumbuhan atau perkembangan perakaran tanaman, yaitu berupa hormon pertumbuhan Asam Indol Asetat (IAA), sitokinin, giberelin dan asam-asam organik lainnya. Mikroba tanah umumnya tergolong heterotrof. Populasi mikroba tanah biasanya berkorelasi positif dengan kadar bahan organik tanah. Berkurangnya jumlah kelimpahan bakteri dan jamur dari lapisan tanah akan mempengaruhi proses dekomposisi bahan organik. Semakin banyak bahan organik yang diberikan ke tanah, akan menjadi media yang baik untuk tumbuh dan berkembangnya mikroorganismenya pengurai, sehingga aplikasinya mampu meningkatkan jumlah koloni bakteri dalam tanah. Koloni bakteri adalah sekumpulan dari bakteri-bakteri yang sejenis yang mengelompok menjadi satu dan membentuk suatu koloni-koloni.

2. Analisis Ketersediaan N, P, dan K dalam Tanaman

Kandungan N, P, dan K jaringan tanaman dari sampel ketela pohon, kopi, jagung, padi, tembakau, bawang merah, cabai, dan melon yang diambil dari 12 desa di Kabupaten Probolinggo disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan N, P, dan K pada tanaman di 6 kecamatan, 12 desa, lokasi survei Kabupaten Probolinggo

No.	Asal sampel (kecamatan, desa, tanaman)	Kandungan N-total (%)	Kandungan P (%)	Kandungan K (%)
1	Kecamatan Pajajaran:			
	Desa Karang Pranti (jagung)	1,62	0.29	3.85
	Desa Pajajaran Kulon (padi)	2,18	0.22	1.89
2	Kecamatan Kraksan:			
	Desa Sidopekso (tembakau)	2,47	0.12	3.19
	Desa Kregen (tembakau)	1,92	0.16	3.20
3	Kecamatan Krejengan:			
	Desa Kedung Caluk (tembakau)	2,56	0.16	4.01
	Desa Sumber Kalimoho (bawang merah)	3,37	0.16	2.49
4	Kecamatan Gading			
	Desa Mojolegi (padi)	1,24	0.20	0.93
	Desa Wangkal (jagung)	0,82	0.03	0.40
5	Kecamatan Tiris:			
	Desa Ranu Agung (ketela pohon)	3,61	0.25	0.65
	Desa Tiris (ketela pohon)	2,09	0.16	1.32
6	Kecamatan Krucil			
	Desa Betek (ketela pohon)	2,05	0.07	0.65
	Desa Bremi (ketela pohon)	2,31	0.30	2.74

Pada Tabel 4, menunjukkan bahwa N-total tanaman pada jaringan tanaman berkisar dari 0,82 - 3,37%, P tanaman berkisar dari 0.07 - 0.30%, dan K tanaman

berkisar dari 0,40 - 4,01%. Sebesar 0,82 – 3,37% bagian dari berat tanaman adalah nitrogen, sebesar 0,07 - 0.30% bagian dari biomassa tanaman adalah *phosfor*, dan 0,4 - 4,01% bagian biomassa tanaman adalah kalium. Berdasarkan hal tersebut maka pengembalian biomassa tanaman dalam bentuk bahan organik ke tanah adalah suatu keharusan agar kelestarian produktivitas tanah dapat dicapai. Populasi organisme tanah ditentukan oleh kualitas vegetasi di atasnya, sedangkan aktivitas organisme dalam tanah juga akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang pada akhirnya akan menentukan produktivitas lahan tempat mereka hidup.

3. Analisis Kondisi Tekstur Tanah dan Kedalaman Solum Tanah Terkait Jumlah Bakteri dan Jamur

Luas daerah di 6 kecamatan Kabupaten Probolinggo berdasarkan tekstur tanahnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Luas daerah berdasarkan tekstur tanah

No.	Kecamatan	Tekstur Sedang (Ha)	Tekstur Halus (Ha)	Tekstur Kasar (Ha)	Jumlah (Ha)
1	Pajarakan	1.716,75	417,60	-	2.134,25
2	Kraksan	3.442,50	337,25	-	3.779,75
3	Krejengan	2.747,50	695,34	-	3.442,84
4	Gading	13.634,64	1.050,00	-	14.684,64
5	Tiris	13.050,08	1.416,51	2.100,10	16.566,69
6	Krucil	17.213,06	3.039,60	-	20.252,66
	Jumlah	51.804,53	6.956,30	2.100,100	60.860,83

Hasil penelitian survei solum tanah berkisar 50 – 150 cm, di atas 100 cm cukup baik dan di bawah 75 cm perlu tutupan. Konsistensi tanah lepas sampai gembur, tekstur tanah kasar, dan struktur keras atau remah. Hasil pengujian laboratorium berat isi pada enam wilayah 6 kecamatan pada 12 desa, rata-rata memiliki persentase rendah (41%) dan sedang (44,18%). Presentase berat isi tanah masih di bawah 50%, dimana nilai normal porositas tanah adalah 50%:50%. Kondisi pH lokasi pengambilan sampel rerata 5,94 – 6,2, hal ini menunjukkan pH dilokasi penelitian belum sesuai untuk syarat tumbuh optimal dan untuk berkembangnya populasi bakteri. Bakteri dapat tumbuh optimal pada pH 6-8, sedangkan jamur tahan pada kondisi asam. Jamur biasanya dominan pada tanah asam, sebaliknya bakteri lebih banyak populasinya pada tanah dengan pH lebih tinggi. Penggunaan pupuk N dapat menurunkan pH tanah yang menekan aktivitas biologi, termasuk populasi bakteri dan jamur. Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah (separat) yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi (%) relatif antara fraksi pasir (*sand*) (berdiameter 2,00-0,20 μm atau 200-2 μm) dan liat (*clay*) (<2 μm) (Rayes, 2017). Namun Tekstur tanah adalah proporsi relatif dari fraksi pasir, debu, dan liat memiliki

jumlahnya 100%. Bahan organik (BO) bukan termasuk tekstur, tetapi BO dan tekstur tanah berperan sebagai *pedotransfer functions*. Fungsi tekstur tanah salah satunya adalah tekstur kasar/pasir sebagai aerasi. BO mudah terurai tetapi cepat kering karena kadar air rendah. Tekstur tanah lempung atau liat mudah mengikat air, dimana semakin tinggi kadar liat semakin tinggi kadar C-organik tanah.

Berdasarkan data Dinas Pertanian Tahun 2015, 6 kecamatan (Pajajaran, Kraksaan, Krejengan, Gading, Tiris, Krucil) memiliki tiga jenis tekstur yaitu tekstur sedang (51.804,53 Ha), tekstur halus (6.956,30 Ha), dan tekstur kasar (2.100,10 Ha). Pengambilan sampel tanah di 12 desa lokasi yang memiliki tekstur tanah sedang, jumlah populasi bakteri dan jamur pada tanah dengan kedalaman 3 – 20 cm tergolong sangat rendah dan rendah. Berdasarkan Teori Lisa Marianah, tanah pasir kandungan bakteri pada setiap gram tanah antara 320-500 ribu sel, tanah lempung 360-600 ribu bakteri / gram tanah, dan tanah subur mengandung 2 juta - 200 juta sel bakteri / gram (Suryani dkk, 2018). Berdasarkan kedalaman pengambilan sampel, pada kedalaman 3-8 cm populasi bakteri aerob sebesar 7800×10^3 cfu/gram, bakteri anaerob 1950×10^3 cfu/gram, dan jamur 119×10^3 cfu/gram. Pada kedalaman 20-25 cm terdapat bakteri aerob sebesar 1800×10^3 cfu/gram, bakteri anaerob sebesar 379×10^3 cfu/gram, dan jamur 50×10^3 cfu/gram. Fungsi mikroba tanah digolongkan menjadi empat, sebagai penyedia unsur hara dalam tanah, perombak bahan organik dan mineralisasi organik, memacu pertumbuhan tanaman, serta sebagai agen hayati pengendali hama dan penyakit tanaman. Mikroba berguna (*effective microorganism*) sebagai komponen habitat alam yang mempunyai peran dan fungsi penting dalam mendukung terlaksananya pertanian ramah lingkungan. Mikroba membantu berbagai proses pada tanah, seperti dekomposisi bahan organik, mineralisasi senyawa organik, fiksasi hara, pelarut hara, nitrifikasi dan denitrifikasi. Semakin tinggi populasi mikroba tanah semakin tinggi aktivitas biokimia dalam tanah dan semakin tinggi indeks kualitas tanah.

Temuan populasi bakteri dan jamur pada 12 desa, menjelaskan bahwa kondisi lahan sawah belum terjadi kerusakan tanah, tetapi mendekati ambang kritis. Buneman dkk, 2005, menjelaskan asupan sisa pertanian seperti pupuk kandang, kompos, jus IM, pupuk, fungisida, dan pestisida juga dapat memengaruhi ukuran populasi dan jenis mikroorganisme yang ada. Pendapat Lynch, 1982, dalam Ekamaida 2017, menyatakan bahwa dinamika perkembangan mikroba di dalam tanah sangat erat hubungannya dengan ketersediaan nutrisi (terutama bahan organik) yang dapat dimanfaatkannya. Bahan organik merupakan sumber utama energi bagi aktivitas jasad renik tanah, dengan penambahan kompos atau pupuk kandang lebih

efektif untuk meningkatkan jumlah bakteri dalam tanah. Pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat merangsang aktivitas enzim tanah dan mikroba. Aktivitas enzim total tanah tergantung pada enzim ekstraseluler dan jumlah enzim dalam sel mikroba yang mati dan hidup. Penambahan bahan organik sisa dari limbah rumah tangga ke dalam tanah, tidak hanya jutaan mikroorganisme yang ditambahkan ke dalam tanah, tetapi mikroorganisme yang ada di dalam tanah juga terpacu untuk berkembang biak.

Pada lokasi genangan air dan pola tanam monokultur yaitu pada tanah sawah yang basah dengan tanaman padi atau jagung menunjukkan populasi bakteri tinggi. Berdasarkan Tabel 2, beberapa desa dengan populasi bakteri yang tinggi adalah Desa Pajarakan Kulon $2,57 \times 10^6$ cfu/gram, Desa Karang Pranti $7,35 \times 10^6$ cfu/gram, Desa Mojolegi $2,25 \times 10^7$ cfu/gram, dan Desa Tiris $7,6 \times 10^6$ cfu/gram. Populasi bakteri sangat tinggi ditemukan di Desa Wangkal $6,05 \times 10^7$ cfu/gram. Hasil populasi bakteri tersebut berbeda dengan teori tanah yang menyebutkan bahwa populasi bakteri di tanah tergenang atau basah tidak sangat tinggi. Hal itu dikarenakan populasi bakteri bergantung pada kandungan air pada tanah. Tanah yang basah mengakibatkan aktivitas bakteri terhambat karena aerasi yang kurang baik. Tanah sawah yang kondisinya tergenang, menyebabkan pasir, debu, dan liat tidak banyak berperan dalam tata air dan udara tanah. Kadar bahan organik tanah cenderung lebih tinggi pada tanah sawah mungkin disebabkan oleh terhambatnya pelapukan karena kondisi tergenang.

4. Hasil FGD tentang Persepsi *Stakeholder* Terhadap Hasil Pengujian Sifat Biologi Tanah

Pelaksanaan *Focus Group Discussion* (FGD), dilaksanakan 2 kali dengan jumlah peserta FGD sebanyak 39 orang, yang terdiri dari 12 orang dari *stakeholder* pemerintah daerah pemangku kepentingan (sekretaris daerah/asisten, Bappeda, dinas terkait, penyuluh pertanian, petani/kelompok tani). Setelah memperoleh data primer hasil uji laboratorium sampel tanah dan dibandingkan dengan kriteria baku kerusakan PP 150 Th 2000, hasil penelitian penting disosialisasikan dan melibatkan berbagai *stakeholder* pemangku kepentingan. Hal tersebut berguna untuk memperoleh informasi melalui *Focus Group Discussion* (FGD). FGD bukan wawancara atau rapat tetapi diskusi kelompok terfokus dan terarah. FGD merupakan metode penelitian primer atau sekunder untuk melengkapi riset yang bersifat kuantitatif, sehingga data yang diperoleh data kualitatif. Hasil diskusi diperlukan untuk tambahan informasi, hasil survei dan wawancara dengan responden dalam pengelolaan tanah di sawah/tegal. Secaran metodologis menggali permasalahan yang spesifik, khas, dan lokal dari *stakeholder*

setempat dan petani berguna untuk memperoleh data kualitatif yang lebih baik. FGD adalah suatu proses pengumpulan data dan informasi yang sistematis mengenai suatu permasalahan tertentu yang sangat spesifik melalui diskusi kelompok dalam. Tujuan utama menggunakan metode FGD dalam penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi masalah yang spesifik, yaitu persepsi, opini, sikap *stakeholder*, terhadap hasil penelitian kualitas tanah melalui sifat biologi. Utamanya daya dukung lingkungan untuk lahan pertanian berkelanjutan, dengan titik berat mengendalikan kerusakan tanah untuk produksi biomassa yakni meminimalisir berkurangnya mikroorganisme/biota tanah di sekitar perakaran pada lahan pertanian.

Daftar isu-isu penting dalam FGD, mengacu hasil pengujian laboratorium sampel tanah, hasil survei, dan wawancara mendalam dengan petani dilokasi penelitian. Populasi bakteri dan jamur rendah dan sangat rendah, diduga karena sejak revolusi hijau hingga sekarang petani memupuk tanamannya hanya dengan pupuk anorganik Urea, ZA, TSP, dan KCl, serta penggunaan pestisida kimia. Pupuk kandang dan kompos tidak pernah digunakan sehingga tidak dapat mengembalikan biomassa ke lahan sawah dan tegal. Rendahnya ketersediaan bahan organik dalam tanah, efek penggunaan pupuk kimia dan pestisida kimia anorganik yang terus menerus. Pola tanam yang tidak berubah dari tahun ke tahun, seperti padi-padi-jagung, padi-jagung-jagung pada tanah sawah, jagung-ketelan pohon, dan tanaman kopi. Upaya pemulihan untuk pertanian berkelanjutan.

Beberapa hasil *Focus Group Discussi* (FGD) yaitu persepsi *stakeholder* pemerintahan daerah atau dinas terkait, persepsi penyuluh dan petani. Berdasarkan persepsi *stakeholder* pemerintahan daerah diperoleh informasi bahwa sifat biologi tanah (bakteri dan jamur) sebagai indikator kerusakan dan kesuburan tanah. Diperlukan tindak lanjut koordinasi lintas sektoral, sosialisasi, dan penyuluhan, sesuai amanah UU No. 32 Tahun 2009 dan PP No. 150 tahun 2000. UU No. 41 tahun 2009, tentang perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) juga perlu tindak lanjut agar pertanian berkelanjutan. Berdasarkan persepsi penyuluh dan petani, petani belum mengetahui penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang terus-menerus berdampak mematikan bakteri/jamur penyubur tanah dan baru tahu pengembalian biomassa atau sisa tanaman, pupuk kompos dan pupuk kandang bisa menyuburkan tanah. Ketidaktahuan tersebut mendasari petani menjual sisa tanaman jerami, batang tanaman jagung, dan lainnya. Penyuluh Pertanian (PPL), dalam diskusi 100% yang hadir menyatakan hasil penelitian pengujian populasi bakteri dan jamur rendah dan sangat rendah. Petani terkejut, tidak mengira sifat biologi tinggi/rendah hingga

ambang kritis populasi mikroorganismenya, disebabkan oleh rendahnya BO dalam tanah, kami sadar, merasa ikut bersalah, ikut bertanggung jawab memberikan penyuluhan dan dijadikan program penyuluhan di desa di wilayah kerja kami. Sesuai tugas pokok dan fungsi penyuluh dalam Peraturan Menteri Pertanian No.25/Permentan/OT.140/5/2009, tentang Pedoman Penyusunan Program penyuluhan Pertanian, pasal 2 dan lampiran hal 8, IIC. Penyusunan Program Penyuluhan Pertanian Tingkat Desa/Kelurahan, didukung UU RI No.16 Tahun 2006.

Kesimpulan dan Saran

Kerusakan dan kesuburan tanah salah satunya tergantung ketersediaan bahan organik (BO). Ketersediaan BO meningkatkan aktivitas sifat biologi mikroorganismenya bakteri dan jamur dalam tanah sekitar perakaran tanaman. Hasil pengujian sampel tanah menunjukkan populasi bakteri dan jamur pada 12 desa, teridentifikasi 2 desa populasinya bakteri rendah berkisar $5,5 \times 10^5 - 7,3 \times 10^5$ cfu/gram, 5 desa lainnya tergolong sangat rendah populasi bakteri berkisar $9,55 \times 10^4 - 2,45 \times 10^6$ cfu/gram. Populasi jamur 12 desa, 7 desa sangat rendah berkisar $6,15 \times 10^4 - 2,75 \times 10^5$ cfu/gram, dan 5 desa rendah. Rendahnya jumlah kelimpahan bakteri dan jamur bisa disebut degradasi mikrobiologi (*microbiological degradation*) tetapi belum terjadi kerusakan tanah, masih di atas ambang kritis, sesuai kriteria baku PP No.150 nilai ambang kritis sebesar $<10^2$ cfu/gram. Rendahnya populasi bakteri dan jamur diduga karena pengaruh pH tanah, ketersediaan BO, penggunaan pupuk dan pestisida kimia, persepsi *stakeholder*.

Persepsi petani pemberian pupuk Urea, ZA, TSP, dan KCl itu menyuburkan tanah, meningkat hasil produksi tidak memiliki efek. Hal ini dikarenakan belum ada biomasa/kompos untuk pupuk. Jerami dan batang jagung dijual atau dibakar, penyuluh dan petani juga semula beranggapan dalam sisa tanaman batang, daun, akar tidak mengandung unsur N, P, dan K yang diserap dari tanah, mereka heran, sadar, merasa bersalah, tidak akan menjual lagi, akan dijadikan pupuk kompos, bermanfaat bagi penyuluh untuk program penyuluhan.

Pemerintah kabupaten Probolinggo utamanya instansi terkait segera melakukan evaluasi lahan menyeluruh, sosialisasi, pembinaan peningkatan kapasitas SDM penyuluh dan petani, upaya mencegah dan memulihkan kualitas tanah serta memperbaiki program penyuluhan pertanian, agar pertanian berlanjut, sesuai amanah Undang-undang No.32 Tahun 2009, UU No.41 Tahun 2009, LP2PB, serta PP No.150

Tahun 2000. Para akademisi dan peneliti agar menindak lanjuti penelitian selanjutnya pada sifat kimia dan fisika serta keberadaan residu kimia pada tanah atau tanaman.

Daftar Pustaka

- Adijaya, I. N., & Yasa, I. M. R. (2014). Pengaruh pupuk organik terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil jagung. *Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi*, 6–7.
- Baswarsiaty, B., & Tafakresnanto, C. (2019). Kajian penerapan good agricultural practices (GAP) bawang merah di Nganjuk Dan Probolinggo. *Agrika*, 13(2), 147–161.
- Giyanto, G., & Nurmansyah, A. (2021). Keefektifan Bakteri Asal Lahan Gambut sebagai Agens Pengendalian Penyakit Kresek dan Pupuk Hayati pada Tanaman Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 17(2), 67–75.
- Haris, R. B. K., & Yusanti, I. A. (2019). Analisis Kesesuaian Perairan untuk Keramba Jaring Apung di Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Land*, 8(1), 20–30.
- Lukito, M., & Rohmatiah, A. (2013). Estimasi biomassa dan karbon tanaman jati umur 5 tahun (kasus kawasan hutan tanaman Jati Unggul Nusantara (JUN) Desa Krowe, Kecamatan Lembeyan Kabupaten Magetan). *Agritek*, 14(1), 1–23.
- Mayfield, C. I., Williams, S. T., Ruddick, S. M., & Hatfield, H. L. (1972). Studies on the ecology of actinomycetes in soil IV. Observations on the form and growth of streptomycetes in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 4(1), 79–91.
- Mukrin, M., Yusran, Y., & Toknok, B. (2019). Populasi fungi dan bakteri tanah pada lahan agroforestri dan kebun campuran di ngata katuvua dongi-dongi kecamatan palolo kabupaten sigi sulawesi tengah. *ForestSains*, 16(2), 77–84.
- Putra, U. P., Irham, I., & Waluyati, L. R. (2019). Pengaruh Orientasi Ekonomi dan Kesadaran Lingkungan terhadap Produktivitas dan Rendemen Tebu Rakyat Pabrik Gula Wonolangan. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 5(2), 162–172.
- Rayes, M. L. (2017). *Morfologi dan klasifikasi tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Suryani, A. I., & Setriani, L. (2018). Model Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Jagung Menggunakan Metode Analisis Spasial di Kecamatan Lubuk Basung Kabupaten Agam. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 6(1), 30–37.
- Tarigan, H. S., Kartika, J. G., & Susila, A. D. (2019). Penentuan Dosis Optimum Pemupukan Nitrogen pada Tanaman Kolesom (*Talinum triangulare*). *Buletin*

Agrohorti, 7(1), 108–114.

Tumewu, P., Paruntu, C. P., & Sondakh, T. D. (2015). Hasil ubi kayu (*Mannihot esculenta* Crantz.) terhadap perbedaan jenis pupuk. *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 2(2), 16–27.

Yulianti, T. (2009). Pengelolaan patogen tular tanah untuk mengembalikan kejayaan tembakau Temanggung di Kabupaten Temanggung. *Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri*, 8(1), 1–16.