

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Kualitas Tanah**

Kualitas tanah adalah kemampuan tanah dalam menjalankan berbagai fungsinya, pada tanah yang telah dilakukan pengelolaan atau masih alami (USDA .2001). Fungsi tanah pada bidang pertanian yaitu mendukung produktivitas tanaman, hewan, serta memelihara kualitas (tanah, air, udara) kemampuan tanah akan berubah sebagai cerminan dari adanya pengelolaan atau pengaruh dari perubahan iklim yang terjadi (Karlen *et al.*, 2001).

Pengelolaan tanah yang baik bisa meningkatkan kualitas tanah, serta mampu meningkatkan produktivitas lahan, dan membantu mengurangi biaya manajemen akibat dari kualitas tanah yang menurun adapun yang disebabkan oleh erosi, salinitas serta kadar bahan organik yang rendah. Sehingga bisa menjaga sumber daya (tanah, air dan udara) agar dapat berkelanjutan untuk penggunaannya dimasa yang akan datang (USDA, 2001). Kualitas tanah berhubungan dengan kesehatan tanah sebagai sumberdaya yang terbatas, karena tanah digambarkan sebagai makhluk hidup dinamis yang fungsinya dipengaruhi oleh keragaman organisme, kesehatan tanah, keanekaragaman hayati dan ketahanan tanah sangat terbatas dilingkungan yang ekstrim (Doran & Zeiss, 2000).

### **2.2 Indikator Kualitas Tanah**

Indikator kualitas tanah akan mendapatkan hasil yang beragam sesuai dengan lokasi pengukuran yang dilakukan, kualitas tanah sangat dinamis dan dapat berpengaruh terhadap produktivitas penggunaan lahan dan degradasi lahan yang dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang saling berinteraksi (Riley, 2011). Kualitas tanah dapat digunakan untuk mengevaluasi keberlanjutan dari suatu praktik pertanian dengan mengkombinasikan kriteria yang digunakan, sebab sifat tanah yang sensitif terkait perubahan dalam ekosistem sering digunakan sebagai indikator kualitas tanah (Acton & Padbury, 1993).

Untuk menentukan indikator kualitas tanah secara tepat terdapat daftar kriteria penting yang dapat digunakan, indikator tersebut meliputi sifat fisik, kimia dan biologi yang harus dievaluasi secara bersama-sama untuk menghasilkan pengukuran kualitas tanah yang tepat (Wander & Bollero, 1999). Indikator kualitas

tanah secara fisik dapat diukur dengan mengetahui tekstur tanah, bobot isi tanah, porositas, dan kemampuan tanah dalam menahan air (Hillel, 1982).

#### a. Bobot Isi Tanah

Bobot isi adalah perbandingan antara bobot tanah kering dengan volume tanah, termasuk dengan volume pori tanah yang biasanya dinyatakan dalam  $\text{g cm}^{-3}$  dan pada umumnya tanah mineral memiliki bobot isi antara 1,1–1,6  $\text{g cm}^{-3}$ , pengukuran bobot isi bermanfaat untuk mengevaluasi kemampuan akar dalam menembus tanah (Hardjowigeno, 1992).

Akar tanaman akan sulit dalam menembus tanah apabila tanah tersebut padat, pemadatan tanah dicirikan dengan nilai bobot isi yang tinggi ( $>1,2 \text{ g cm}^{-3}$ ) hal ini akan berdampak pada berkurangnya ruang pori yang tersedia didalam tanah dan dapat menyebabkan sulitnya tanah dalam meloloskan air serta perkembangan akar menjadi terganggu (Hakim *et al.*, 1986). Hal ini berbanding terbalik apabila bobot isi tanah rendah ( $<1,2 \text{ g cm}^{-3}$ ), pada umumnya akan terbentuk banyak ruang pori pada tanah sehingga menyebabkan tanah mudah meloloskan air, serta memudahkan perkembangan perakaran tanaman (Hardjowigeno, 1992). Terdapat hubungan antara bobot isi tanah terhadap pertumbuhan akar tanaman berdasarkan tekstur tanah (Arshad *et al.*, 1996) (Tabel 1).

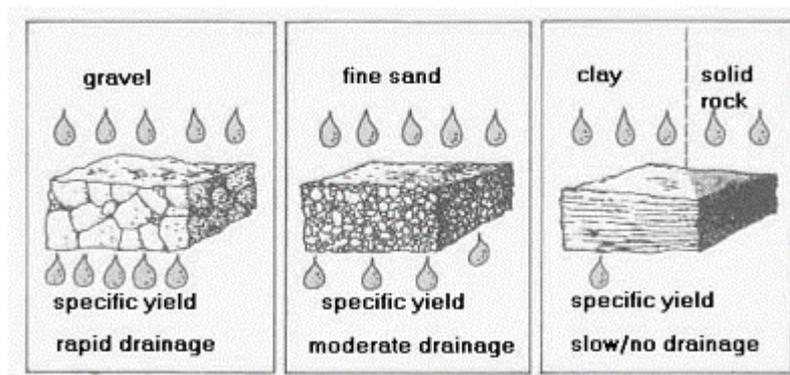
Tabel 1. Penggolongan antara bobot isi tanah dan pertumbuhan tanaman yang sesuai berdasarkan fraksi tanah (Arshad *et al.*, 1996)

Fraksi	Bobot isi	
	Ideal	Kurang bagus
	$\text{g cm}^{-3}$	
Berpasir	$<1.60$	$>1.80$
Debu	$<1.40$	$>1.65$
Liat	$<1.10$	$>1.47$

Praktik-praktik pertanian yang dilakukan contohnya menggunakan alat berat dalam proses pengolahan tanah, membakar atau menghilangkan sisa tanaman dari permukaan tanah, dapat menyebabkan pemadatan tanah. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah hal ini terjadi yaitu dengan meningkatkan masukan bahan organik tanah, mengembalikan sisa tanaman, meningkatkan keanekaragaman vegetasi permukaan tanah (Arshad *et al.*, 1996).

## b. Infiltrasi

Infiltrasi merupakan kemampuan air masuk kedalam tanah, dimana laju infiltrasi merupakan kecepatan air memasuki tanah (Gambar 2). Infiltrasi menjadi salah satu indikator penting dalam sifat fisik tanah, karena infiltrasi adalah indikator kemampuan tanah dalam meloloskan air melalui profil tanah yang bisa menyimpan air sementara, sehingga dapat digunakan oleh akar tanaman dalam mendukung pertumbuhannya (Lowery *et al.*, 1996).



Gambar 2. Infiltrasi Berdasarkan Tekstur Tanah (USDA, 2008)

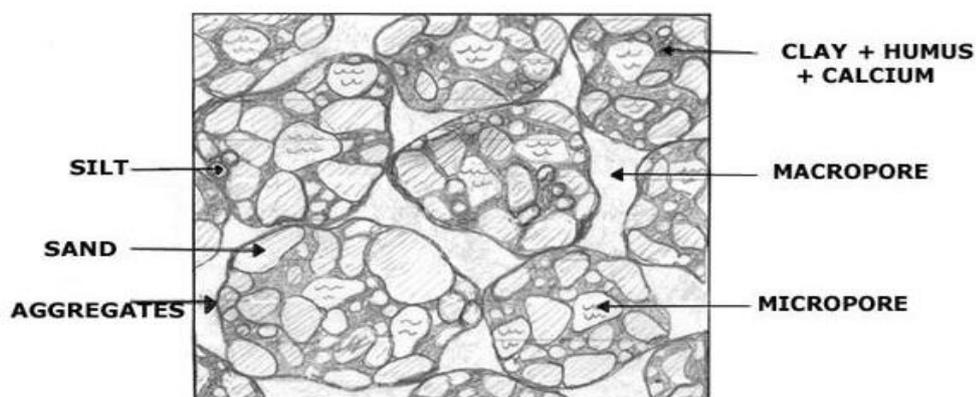
Infiltrasi yang lambat akan meningkatkan resiko terjadinya limpasan permukaan dan menyebabkan erosi, sehingga dapat menyebabkan hilangnya lapisan tanah atas yang subur dan berdampak terhadap menurunnya produktivitas tanah. Infiltrasi tanah yang lambat juga dapat menyebabkan rusaknya struktur tanah, mudah terlepasnya partikel tanah dan membuat tanah menjadi lebih mudah tererosi. Praktik pertanian yang dapat menurunkan laju infiltrasi tanah adalah membakar sisa tanaman, mengurangi tutupan permukaan tanah.

Praktik konservasi yang dapat membantu dalam mempertahankan atau meningkatkan laju infiltrasi air kedalam tanah adalah dengan cara meningkatkan keanekaragaman vegetasi, meningkatkan masukan bahan organik, serta mengurangi gangguan yang dapat menyebabkan terjadinya pemadatan tanah. Hal ini dapat bermanfaat dalam melindungi tanah dari erosi, serta mendorong pembentukan struktur tanah yang baik serta meningkat ruang pori pada tanah (Lowery *et al.*, 1996).

### c. Stabilitas agregat tanah

Stabilitas agregat tanah adalah ikatan partikel tanah yang saling mengikat satu sama lain, stabilitas agregat dapat dijadikan sebagai indikator kemampuan agregat tanah dalam menahan gangguan yang datang contohnya erosi oleh air ataupun angin (Esmailzadeh & Ahangar, 2014). Stabilitas agregat penting sebagai indikator awal kualitas tanah, sebab stabilitas agregat tanah dapat mengalami perubahan yang disebabkan oleh faktor-faktor contohnya iklim, praktik pengelolaan tanah serta kualitas dan kuantitas bahan organik yang diberikan kedalam tanah, pada lahan yang mengalami pengelolaan intensif, akan dapat menghancurkan stabilitas agregat tanah (Wohlenberg *et al.*, 2004). Hasil penelitian Zhao *et al.* (2017) pada penggunaan lahan padi dan hutan di Cina Selatan didapatkan bahwa perbedaan penggunaan lahan mempengaruhi stabilitas dan ukuran agregat tanah yang dipengaruhi oleh intensitas atau pengelolaan budidaya yang tinggi.

Stabilitas agregat tanah dapat dijadikan indikator kadar bahan organik, aktivitas biologi, dan siklus hara dalam tanah. Pada umumnya partikel tanah dengan agregat kecil (DMR <0.25 mm) terikat oleh bahan organik yang lebih tua dan lebih stabil, sedangkan untuk agregat besar (DMR >2-5mm) kurang begitu stabil, karena agregat besar ini lebih sensitif terhadap adanya pengaruh pengelolaan bahan organik (Arshad *et al.*, 1996). Agregat tanah yang stabil dapat menciptakan berbagai macam ruang pori diantara agregat, termasuk pori mikro dan pori makro (Gambar 3). Ruang pori yang tersedia sangat penting untuk proses masuknya air, udara kedalam tanah, pergerakan nutrisi, serta aktivitas biota tanah (Wang *et al.*, 2017).



Gambar 3. Struktur Tanah (Mikroskopis) dan Bagian-Bagiannya (USDA, 2008)

Pori makro merupakan rongga tanah dengan ukuran diameter 75  $\mu\text{m}$  – 5000  $\mu\text{m}$  (Zaffar & Lu, 2015). Sebagai liang cacing masuk, saluran perakaran yang melalui profil tanah (Helliwell *et al.*, 2013). Pori makro sangat penting untuk transportasi nutrisi dan pergerakan biota tanah (Larsbo & Jarvis, 2003). Pori makro tanah pada agregat yang stabil dapat mendukung tingkat infiltrasi yang tinggi dan aerasi yang baik bagi pertumbuhan tanaman, agregat tanah yang tidak stabil dapat berpengaruh pada pertumbuhan dan penetrasi akar (Arshad *et al.*, 1996).

Agregat yang tidak stabil apabila terkena gangguan maka agregat tanah tersebut mudah hancur, butiran halus hasil hancuran dapat menghambat pori-pori tanah sehingga bobot isi tanah meningkat yang menyebabkan infiltrasi menjadi lambat dan meningkatkan limpasan permukaan pada tanah. Kemampuan agregat tanah untuk bertahan dari adanya gaya perusak dari luar dapat ditentukan secara kuantitatif melalui *Agregate stability index (ASI)* (Niewczas & Witkowska, 2003) dan diameter masa rerata (DMR). Cara ini merupakan penilaian secara kuantitatif terhadap kemantapan agregat tanah, berikut stabilitas agregat tanah berdasarkan DMR (Tabel 2).

Tabel 2. Stabilitas Agregat Diameter Masa Rerata (DMR)

NO	DMR (%)	DMR (mm)	Kategori *)
1	>200	>2,00	Sangat stabil sekali
2	80 - 200	0,80 – 2,00	Sangat stabil
3	66 - 80	0,66 – 0,80	Stabil
4	50 - 66	0,50 – 0,66	Agak stabil
5	40 - 50	0,40 – 0,50	Kurang stabil
6	<40	<0,40	Tidak stabil

Keterangan \*) Islami & Utomo, 1996

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan agregat adalah pengolahan tanah, aktivitas biota tanah, dan tutupan tajuk tanaman pada permukaan tanah yang dapat mencegah *splash erosion* atau erosi percik yang diakibatkan curah hujan yang tinggi sehingga air hujan yang jatuh tidak langsung memukul tanah, namun tertahan oleh tajuk tanaman (Wuddivira *et al.*, 2009). Agregat tanah dapat terbentuk karena adanya proses flokulasi dan fragmentasi. Flokulasi dapat terjadi jika ada partikel tanah yang pada awalnya dalam keadaan terdispersi kemudian bergabung membentuk agregat, sedangkan fragmentasi terjadi jika tanah dalam keadaan masif, kemudian terpecah-pecah membentuk agregat yang lebih kecil

(Kemper & Rosenau, 1986). Kriteria Indikator kualitas tanah secara biologi pada umumnya diukur meliputi kadar bahan organik tanah, keanekaragaman mikroorganisme (jamur dan bakteri) atau makroorganisme tanah (cacing, serangga) yang berpengaruh terhadap ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman (Feller *et al.*, 2001).

#### d. Jenis Pori Pada Tanah

Tanah memiliki komposisi ruang pori yang berbeda, komposisi ruang pori pada tanah umumnya dipengaruhi oleh nilai bobot isi tanah, sebaran perakaran tanaman, serta aktivitas biota tanah. Apabila nilai bobot isi tanah tinggi, maka akan mempengaruhi sebaran ruang pori makro, meso dan mikro dalam tanah. Ruang pori pada tanah bermanfaat dalam infiltrasi air, pertukaran udara, pergerakan perakaran tanaman dan aktivitas organisme tanah.

Pori pada tanah umumnya terbagi menjadi tiga kelas, yaitu pori makro, pori meso dan pori mikro, ke-3 kelas ini memiliki karakteristik yang berbeda, terutama pada ukuran diameter pori (Tabel 3). Tanah dengan dominan pori makro memiliki sifat drainase cepat yang dicirikan dengan kapasitas infiltrasi yang cepat, sehingga dapat mengurangi terjadinya limpasan permukaan yang berpotensi menimbulkan erosi. Hal ini berbeda dengan pori meso dan mikro, pori ini memiliki sifat yaitu lebih lama menahan air dan mampu menyediakan air dan nutrisi yang dibutuhkan tanaman, sehingga perlu adanya komposisi pori yang beragam.

Zangiabadi *et al.* (2017) melaporkan bahwa pada tanah yang memiliki keragaman ukuran pori yang beragam ( $0,1 - >75 \mu\text{m}$ ) memiliki lebih banyak air dibanding keragaman ukuran pori ( $<0,1 \mu\text{m}$ ) yang rendah, sehingga dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Untuk itu perlu adanya keseimbangan komposisi pori dalam tanah baik pori makro, meso dan mikro. Berikut karakteristik ukuran diameter pori pada tanah.

Tabel 3. Kategori dan ukuran diameter pori (Zaffar & Lu, 2015)

No	Klass	Ukuran diameter pori ( $\mu\text{m}$ )
1	Pori makro	$>75$
2	Pori meso	30-75
3	Pori mikro	5-30
4	Pori ultra mikro	0,1 – 5
5	Pori kripto	$<0,1$

#### e. Cacing Tanah

Cacing tanah merupakan hewan yang memiliki beragam fungsi yang berpengaruh terhadap sifat tanah maupun pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung, sebab cacing tanah adalah *engineer* ekosistem bagi tanah dengan hasil galiannya (Lavelle *et al.*, 2006). Pada proses pembuatan lubang oleh cacing tanah, terdapat proses penghancuran dan pengangkatan liat dan bahan-bahan lain dari horizon argilik ke lapisan atas, serta proses pencampuran tanah dan bahan organik lapisan atas dan bawah. Selain itu, melalui aktivitas tersebut, bahan organik dapat di distribusikan ke lapisan lebih dalam (Subowo, 2008).

Lubang yang dibuat oleh cacing tanah tidak hanya untuk mendukung pergerakan cacing, tetapi juga sebagai tempat menyimpan dan mencerna makanan. Cacing tanah dapat meningkatkan aerasi tanah karena aktivitasnya, dan meningkatkan proses dekomposisi, mencampurkan bahan organik dan mineral tanah (Parmelee *et al.*, 1998). Secara umum cacing berfungsi dalam meningkatkan stabilitas agregat tanah dari kascing yang berisi nutrisi dari bahan organik tanah, kascing cacing tanah anesik dapat membentuk agregat makro, sedangkan cacing tanah endogeik berperan dalam stabilitas agregat (Lavelle *et al.*, 2006). Sistem drainase atau pori makro yang dibentuk cacing tanah memiliki ketahanan yang lebih tinggi, karena cacing akan mengeluarkan mucus (hasil ekskresi dari permukaan tubuhnya) untuk merekatkan partikel di dinding saluran agar tidak rubuh (Edwards & Bohlen, 1996).

#### f. C-Organik

Karbon merupakan komponen utama dari bahan organik. Bahan organik merupakan segala bahan atau sisa-sisa yang berasal dari tanaman, manusia, hewan yang terdapat di permukaan tanah atau dalam permukaan tanah dengan tingkat pelapukan yang berbeda (Hasibuan, 2006). Bahan organik dapat bermanfaat dalam meningkatkan agregasi tanah melalui aktivitas biologi tanah, sehingga terjadi peningkatan infiltrasi air dan mudahnya akar tanaman menembus tanah (Evanylo & McGuinn, 2009). Akar tanaman dapat memberikan kontribusi terhadap kelimpahan bahan organik tanah dan kemantapan agregat tanah secara langsung

melalui material akar tersebut dan secara tidak langsung melalui aktivitas mikroorganisme di daerah sekitar perakaran (Watt *et al.*, 1993).

Bahan organik dapat membantu dalam pembentukan agregat tanah, pemberian bahan organik pada tanah dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah baik *fungi* dan *actinomycetes*, dimana miselia *fungi* dan *actinomycetes* berperan sebagai “tali perekat” butir-butir partikel tanah yang akan membentuk agregat tanah. Hasil penelitian Denef & Six (2005) melaporkan bahwa pengembalian residu tanaman ke tanah dapat mendorong pembentukan agregat makro dan pengelolaan lahan serta masukan dari residu tanaman berpengaruh terhadap kadar bahan organik pada tanah (Novara *et al.*, 2016).

Secara umum persediaan bahan organik tanah dapat meningkat dengan meningkatkan masukan serasah dan mengurangi intensitas pengelolaan lahan yang intensif (Álvaro *et al.*, 2009). Karbon dari bahan organik tanah terdiri dari 10-20% karbohidrat, karena fungsinya yang sangat penting maka tidak heran bahan organik dapat mempengaruhi produktivitas tanah (Paul & Clark, 1989). Namun apabila bahan organik yang diberikan tidak stabil dan cepat terdegradasi oleh mikroorganisme tanah maka tidak akan berpengaruh terhadap pengembangan agregat tanah dan peningkatan struktur tanah (Senesi *et al.*, 2007). Kriteria C-organik tanah dapat di kategorikan berdasarkan sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi (Tabel 4).

Tabel 4. Kriteria C-organik Tanah (Puslittan, 1983)

NO	Nilai C-organik (%)	Kategori
1	<1	Sangat rendah
2	1-2	Rendah
3	2-3	Sedang
4	3-5	Tinggi
5	>5	Sangat tinggi

## 2.2 Agroforestri

Agroforestri adalah suatu sistem penggunaan lahan yang mengkombinasikan tanaman kayu-kayuan (pepohonan, bambu, dan lainnya) dengan tanaman tidak berkayu contohnya rumput atau sayur-sayuran (Huxley, 1999). Terkadang dalam sistem agroforestri terdapat komponen ternak atau hewan yang saling berinteraksi secara ekologis dan ekonomis antara tanaman berkayu dengan komponen lainnya didalam agroforestri. Agroforestri secara sederhana didefinisikan sebagai interaksi

berbagai spesies baik dalam hal jumlah maupun jenis dalam suatu sistem agroekologi. Pada umumnya lebih dikenal dengan integrasi tanaman pohon dalam lahan pertanian, saat ini lahan yang telah dikelola dengan sistem agroforestri di seluruh dunia lebih dari 630 juta hektar termasuk lahan tidak produktif yang di konversikan menjadi agroforestri (Somarriba *et al.*, 2013)

Pemanfaatan sistem agroforestri dapat memberikan keuntungan baik secara ekologi maupun ekonomi atau keduanya (Cornell, 2007), dengan banyaknya petani diseluruh dunia berpotensi mengembalikan lahan yang terdegradasi dengan sistem agroforestri. Agroforestri dapat memperbaiki lingkungan dan meningkatkan pendapatan petani dengan beragamnya komoditas yang ditanam dan dapat melindungi permukaan tanah dari pukulan air hujan, melindungi daerah tangkapan air (Reubens, 2011). Dan dengan keanekaragaman lanskap dan banyaknya pepohonan dapat meningkatkan keanekaragaman hayati secara keseluruhan (Nerlich *et al.*, 2013).

### **2.2.1 Jenis Agroforestri**

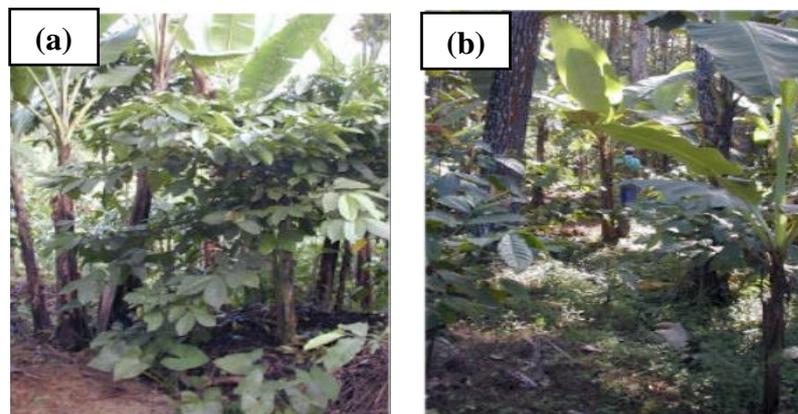
Berdasarkan penggunaannya menurut De Foresta & Michon (1996) agroforestri dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks, dimana agroforestri sederhana adalah penggunaan lahan yang didalamnya terdapat jenis tanaman pohon yang sedikit dan dipadukan dengan tanaman satu atau lebih jenis tanaman semusim sedangkan agroforestri kompleks adalah penggunaan lahan yang terdapat banyak jenis tanaman pohon yang tumbuh secara alami ataupun ditanam dan dikelola oleh petani yang pola tanamnya mirip dengan hutan.

#### **2.2.1.1 Agroforestri Sederhana**

Agroforestri sederhana merupakan sistem pertanian yang dilakukan secara tumpangsari antara tanaman pepohonan dengan satu atau lebih tanaman semusim. Tanaman pepohonan yang ditanam bisa dimanfaatkan sebagai tanaman pagar yang mengelilingi lahan tanaman semusim atau secara acak pada lahan tanam. Jenis pohon yang ditanam pada sistem ini bisa beragam dari yang bernilai ekonomi tinggi

contohnya (cengkeh, jati, mahoni, pinus) atau yang bernilai rendah contohnya (lamtoro, dadap) (Hairiah *et al.*, 2003).

Tanaman semusim yang ditanam, pada umumnya berkisar pada tanaman pangan ataupun sayur-sayuran. Sistem jenis ini banyak ditemukan di Pulau Jawa, yang mana pengelola mengizinkan petani dalam mengelola kawasan dengan menanam tanaman semusim contohnya sayuran. Contoh agroforestri sederhana yang ada di daerah Ngantang, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur, pada lahan tersebut petani diijinkan untuk menanam tanaman semusim di antara pinus. Hasil tanaman semusim diambil oleh petani, namun petani tidak diperbolehkan menebang atau merusak pohon pinus dan semua pohon tetap menjadi milik Perum Perhutani (Hairiah *et al.*, 2003) (Gambar 4).



Gambar 4. Sistem agroforestri sederhana di Ngantang, Malang Jawa Timur: (a) Kopi dan pisang ditanam oleh petani diantara pohon pinus milik Perum Perhutani. (b) Gliricidia dan pisang ditanam sebagai naungan pohon kopi (Foto: Meine van Noordwijk)

#### 2.2.1.2 Agroforestri Kompleks; Hutan dan Kebun

Sistem agroforestri ini merupakan sistem pertanian yang lahannya melibatkan banyak jenis tanaman pohon, baik tumbuh alami ataupun ditanam oleh petani, sistem ini pengelolaannya menyerupai hutan, karena banyak jenis tanaman pohon di dalam lahan. Ciri utama dari sistem ini yaitu kenampakan fisik dan proses didalamnya yang menyerupai ekosistem hutan, oleh karena itu sistem ini dapat pula dikatakan sebagai agroforestri (ICRAF, 1996).

Sistem ini biasanya terdapat pada lahan bekas hutan alami yang telah terjadi penebangan dan pengurangan vegetasi di atasnya, yang kemudian dilakukan penanaman tanaman semusim contohnya cabai. Tetapi sistem ini tidak berlangsung

secara terus karena setelah panen biasanya akan ditanam tanaman pohon contohnya damar atau tanaman keras lainnya. Sistem agroforestri kompleks yang mirip hutan memiliki keunggulan dari segi ekologi, meliputi perlindungan sumber daya tanah dan air karena beragamnya tanaman pohon bisa melestarikan flora maupun fauna yang berasal dari hutan alam dan dengan beragamnya vegetasi yang ada di atasnya dibandingkan dengan agroforestri sederhana (Hairiah *et al.*, 2003).

### **2.3 Kadar Bahan Organik Pada Berbagai Penggunaan Lahan**

Pada kawasan hutan yang memiliki keragaman biodiversitas tinggi terdapat masukan bahan organik yang cukup tinggi, dengan beragamnya vegetasi pada permukaan tanah akan menghasilkan residu yang lebih, yang secara umum dapat digunakan untuk agregat tanah dan kestabilan agregat (Six *et al.*, 2000). Residu yang dihasilkan dapat digunakan oleh biota tanah sebagai sumber energi, yang mana biota tanah akan mendekomposisikan residu tanaman yang dihasilkan menjadi bahan organik yang penting bagi tanah, aktivitas dekomposer tanah ditentukan oleh komunitas dekomposer (mikroorganisme dan fauna), serta parameter lingkungan (tekstur tanah, struktur tanah, nutrisi yang tersedia, pH) (Russell *et al.*, 2015).

Peran faktor lingkungan meliputi sifat tanah, jenis tanaman, suhu dan kelembaban sangat menentukan dalam kadar bahan organik pada ekosistem dan menentukan seberapa tinggi proses dekomposisi bahan organik (Polláková *et al.*, 2011). Sifat bahan organik pada ekosistem hutan dapat ditentukan dari batuan induk, jenis tanah, iklim, ketinggian, jenis pengelolaan, serta jenis tanaman pohon yang ada (Ussiri & Johnson, 2007).

Bahan organik tanah berperan dalam menjaga kualitas tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi. Bahan organik pada lahan hutan pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan lahan agroforestri dan lahan semusim, hal ini disebabkan oleh tingginya keragaman vegetasi pada hutan yang merupakan komponen utama sumber bahan organik. Untuk menilai tinggi rendahnya bahan organik dapat dilakukan pengukuran C-organik sebagai indikator bahan organik (Gerson, 2007).

## 2.4 Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Stabilitas Agregat Tanah

Stabilitas agregat tanah didefinisikan sebagai ketahanan agregat tanah terhadap pukulan butir air hujan atau penggenangan air sehingga tidak mudah hancur. Stabilitas agregat tanah bergantung pada ketahanan tanah melawan daya dispersi dan kekuatan sementasi atau pengikatan (Notohadiprawiro, 1998). Menurut Utomo (1985), struktur tanah merupakan susunan partikel-partikel dalam tanah yang membentuk agregat-agregat serta agregat satu dengan yang lainnya dibatasi oleh bidang alami yang lemah. Struktur merupakan salah satu indikator penentu kesuburan tanah dan produktivitas pertanian, struktur tanah dipengaruhi oleh (batuan induk, jenis tanah, pembentuk agregat, pengelolaan tanah, dan kondisi lingkungan yang dapat menentukan kesuburan tanah). Struktur tanah sebagai tempat penetrasi akar, pergerakan air dan udara dalam tanah, penyedia nutrisi dan tempat aktivitas biologi yang dapat menunjang produktivitas pertanian (Bronick & Lal, 2005).

Agregat tanah merupakan kesatuan partikel tanah yang melekat antara satu dengan yang lainnya lebih kuat dibandingkan dengan partikel sekitarnya (Kemper & Rosenau, 1986). Stabilitas agregat tanah dapat digunakan untuk mengevaluasi kemampuan tanah dalam menahan erosi dan pengerasan tanah (Cerdà, 2000; Barthès & Roose, 2002). Penelitian mengenai stabilitas agregat tanah dapat dijadikan penanda awal peringatan adanya kerentanan tanah dan dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak penggunaan lahan serta pengendali erosi (Cammeraat & Imeson, 1998). Stabilitas agregat dapat dipelajari dengan memeriksa proses terbentuknya agregat atau faktor yang dapat menstabilkan agregat (Bissonnais, 1996). Stabilitas agregat umumnya dapat meningkat dengan kadar liat, bahan organik dalam tanah dan aktivitas mikroorganisme (*fungi*, bakteri, *actinomycetes*) tanah yang terlibat dalam proses agregasi dan stabilisasi tanah. Miselia *fungi* dan *actinomycetes* berperan sebagai “tali perekat” butir-butir partikel tanah yang akan membentuk agregat tanah (Wuddivira & Camps, 2007).

Tanah yang memiliki agregasi baik pada umumnya dicirikan dengan tingkat infiltrasi yang cepat, permeabilitas dan ketersediaan air yang tinggi, selain itu tanah tersebut mudah untuk diolah, serta terdapat aktivitas mikrobial tanah. Terdapat beberapa faktor dapat mempengaruhi kemantapan agregat contohnya pengolahan

tanah, aktivitas mikrobia tanah dan tajuk tanaman terhadap permukaan tanah dari hujan (Russel, 1971).

Li *et al.* (2007), menyatakan bahwa budidaya secara monokultur memiliki dampak negatif pada sifat struktur tanah dan kapasitas menahan air. Pada umumnya alih fungsi lahan hutan menjadi penggunaan lahan tanaman semusim akan menyebabkan kerusakan struktur tanah, yaitu diawali dengan penurunan kestabilan agregat tanah sebagai akibat dari pukulan air hujan dan kekuatan limpasan permukaan (Suprayogo *et al.*, 2004). Pada penggunaan lahan semusim yang terdapat aktivitas pengelolaan tanah intensif akan memberikan gangguan pada tanah yang menghancurkan agregat tanah, mencegah akumulasi bahan organik tanah, serta adanya penggunaan pestisida kimiawi dapat membahayakan mikroorganisme tanah yang bermanfaat dalam pembentukan agregat tanah. Hal ini berbeda dengan lahan hutan ataupun agroforestri yang memiliki keanekaragaman vegetasi yang tinggi, sebab dapat menghasilkan sumber bahan organik dan terdapat aktivitas biota tanah baik mikroorganisme maupun makroorganisme tanah yang bermanfaat dalam pembentukan agregat tanah (Wuddivira & Camps, 2007).

## **2.5 Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Makroporositas Tanah**

Pada umumnya perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan pertanian baik secara monokultur maupun polikultur akan dapat menurunkan kadar bahan organik tanah, diversitas biota tanah. Hutan yang dicirikan dengan keanekaragaman vegetasi yang tinggi maka akan memiliki sebaran perakaran yang relatif banyak dan dalam dibandingkan tanaman semusim (Zhang & Xu, 2016). Perakaran tanaman hutan mampu merenggangkan agregat tanah yang dapat memicu terbentuknya pori makro (makroporositas), keadaan ini dapat mempermudah air hujan yang jatuh untuk terinfiltrasi kedalam tanah dan mengurangi limpasan permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya erosi. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian menurunkan keanekaragaman vegetasi yang ada dipermukaan tanah, pembukaan lahan hutan menjadi lahan pertanian dengan cara pembersihan tanaman permukaan tanah dan pembakaran diduga akan menyebabkan struktur tanah menjadi rusak (Hairiah *et al.*, 2004).

Kerusakan struktur tanah akan berdampak terhadap penurunan jumlah pori, terutama pori makro (makroporositas) tanah dan lebih lanjut dapat mengurangi laju infiltrasi dan meningkatkan limpasan permukaan (Hairiah *et al.*, 2004). Hasil penelitian Suprayogo *et al.* (2004) di Kecamatan Sumber Jaya, Lampung Barat, membuktikan bahwa pada tanah hutan memiliki pori makro (makroporositas) relatif lebih banyak 12% dibanding kebun kopi monokultur rata-rata sebesar 3%. Selain itu biota tanah khususnya cacing tanah yang hidup pada tanah hutan, ukuran tubuhnya lebih besar dibandingkan dengan kebun kopi monokultur dan berpengaruh terhadap pembentukan pori makro dalam tanah (Hairiah *et al.*, 2004).

Adanya aktivitas cacing tanah dengan ukuran tubuh yang besar, secara langsung dapat menciptakan pori makro sebagai liang masuk cacing. Selain itu hasil Zhang & Xu (2016) melaporkan bahwa sebaran pori makro pada tanaman berkayu, memiliki kedalaman >5 cm dan memiliki sebaran yang merata dibandingkan dengan tanaman herba, karena sistem perakaran memiliki peran yang signifikan pada sebaran pori makro terutama pada diameter akar yang besar, pori makro berhubungan dengan akar tanaman sebab pada perakaran yang telah membusuk akan meninggalkan jalur perakaran yang akan menjadi pori makro.