

PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP SIFAT BIOFISIK TANAH DAN KAPASITAS INFILTRASI DI KOTA MALANG

Sugeng Utaya

Jurusan Geografi FMIPA Universitas Negeri Malang
Jalan Surabaya 6 Malang
E-mail: sugengutaya@yahoo.com

ABSTRACT

Land use management causes the changes of the function of the land in the city. The change of the function of uncultivated land to be cultivated land has a potential to change soil biophysical characteristic, and at the same time, it decreases the absorption of soil water. This research aims: (1) to study the influence of the landuse change towards soil biophysical characteristics, (2) to study the correlation between soil biophysical characteristics and infiltration capacity, and (3) to study the influence of the landuse change towards the infiltration capacity. The landuse change is studied by comparing the on going mapping documents. Soil biophysical characteristics consist of root biomass, number of worms, soil organic matter (SOM), and porosity. The root biomass is obtained by root density, the number of worms is identified with monolith and hand sorting method, the SOM is identified with fraction analysis, and the porosity is identified with cylinder and pignometer method. The water absorption is measured with the plot experiment. The influence of the landuse towards soil biophysical traits is analyzed T-test and the influence of landuse change towards infiltration capacity is analyzed correlatively. This research gains the results that: (1) the landuse change causes the change of soil biophysical traits, too, and the soil biophysical traits change causes, furthermore, the declining of the land capability in absorbing water, and (2) the amount of the infiltration capacity is caused by soil biophysical traits, mostly by root biomass, number of worms, and the SOM, and (3) the landuse change causes the declining of infiltration capacity.

Keywords: *landuse change, landuse management, soil biophysical characteristic, infiltration capacity.*

PENDAHULUAN

Perkembangan fisik perkotaan mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun. Perubahan penggunaan lahan tersebut cenderung mengubah lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian, sehingga mengakibatkan luas lahan pertanian di kota semakin berkurang dan luas lahan non-pertanian semakin bertambah (Sunartono, 1995). Perubahan penggunaan lahan akan terus berlangsung sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi, sehing-

ga di masa mendatang diperkirakan perubahan penggunaan lahan kota akan terus terjadi dengan kecepatan tinggi (Djunaedi, 1990). Menurut Suryantoro (2002) cepatnya perubahan penggunaan lahan dapat menimbulkan kesulitan dalam pengendalian tata ruang, dan pada gilirannya mengakibatkan terjadinya ketidaksesuaian di dalam penggunaan lahan kota.

Perkembangan fisik Kota Malang dalam kurun waktu 4 tahun dari tahun 1997-2001 mengakibatkan terjadi penyusutan lahan pertanian sebesar 1,08 % per-

tahun dari total luas wilayah (Bappedalda Kota Malang, 2002). Perubahan penggunaan lahan terbesar di Kota Malang berupa penambahan lahan permukiman seluas 72,07 ha (47,7%) dan sarana perhubungan seluas 22,37 ha (14,8%). Perubahan penggunaan lahan tersebut berasal dari konversi lahan sawah seluas 91,20 ha (60,4%) dan tegalan seluas 27,56 ha (18,2%). Sebagai akibat perubahan saat ini sisa lahan terbuka yang berfungsi sebagai penyangga lingkungan adalah lahan sawah seluas 2.352,6 ha (21,4%), tegalan seluas 2.662,9 ha (24,2%), tanah kosong seluas 496,4 ha (4,5%), lapangan olah raga/taman seluas 105,7 ha (1%), kuburan seluas 103,96 ha (0,9%), dan tempat hiburan/rekreasi seluas 7,9 ha (0,07%).

Perubahan penggunaan lahan selain menambah proporsi luas lahan terbangun, juga mengubah tutupan lahan/vegetasi pada lahan terbuka yaitu dari lahan sawah/tegalan menjadi rumput/pekarangan. Perubahan tutupan lahan ini mengakibatkan perubahan sifat biofisik tanah, karena setiap jenis vegetasi memiliki sistem perakaran yang berbeda (Winanti, 1996). Hasil penelitian Widiyanto *et al.* (2004) menunjukkan bahwa alih guna lahan hutan menjadi kopi monokultur di Lampung mengakibatkan perubahan sifat tanah permukaan berupa penurunan bahan organik dan jumlah ruang pori. Alih guna lahan tersebut juga mengakibatkan penurunan makroporositas tanah (Suprayogo *et al.*, 2004) dan menurunkan ketebalan seresah dan jumlah pori makro tanah (Hairiah *et al.*, 2004). Terkait dengan perubahan sifat biofisik tanah tersebut, Liedloff (2003) menyatakan bahwa perubahan tutupan lahan mempengaruhi keberadaan biota tanah berupa penyusutan jumlah makroinvertebrata di dalam tanah.

Perubahan sifat biofisik akibat dapat mengganggu karakteristik hidrologi lahan di kota. Perubahan sifat biofisik akibat alih fungsi lahan terbuka bervegetasi menjadi lahan terbangun dapat meminimalkan kapasitas resapan air ke dalam tanah (Anonim, 2001). Hal ini terjadi karena hilangnya fungsi vegetasi yang secara efektif dapat mengabsorpsi air hujan, mempertahankan laju infiltrasi (Foth, 1984), meningkatkan laju infiltrasi (Schwab, 1997), dan kemampuan dalam menahan air (kapasitas retensi air/KRA). Resapan air lebih efektif pada lahan yang ditumbuhi vegetasi, karena vegetasi dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi (Sosrodarsono dan Takeda, 2003). Menurut Agus (2004) nilai KRA lahan bervegetasi relatif lebih besar dibanding lahan tidak bervegetasi, dan nilai KRA lahan bervegetasi bervariasi menurut jenis vegetasinya. Nilai KRA sawah sebesar 80 mm, nilai KRA lahan yang didominasi pepohonan sebesar 92 mm, KRA lahan tegalan 48 mm, dan KRA lahan permukiman sebesar 20 mm.

Perubahan penggunaan lahan dapat mengancam keberadaan air tanah di kota. Hal ini disebabkan perubahan penggunaan lahan menurunkan umpan air tanah di kota (Suripin, 2002); padahal sumber utama air tanah berasal dari air hujan (Travis dan Etnier, 1984). Resapan air hujan melalui infiltrasi memegang peran penting karena menentukan keberlanjutan sistem air tanah (Wu *et al.*, 1996), sehingga terganggunya resapan air dapat berdampak pada penurunan potensi air tanah di kota. Pelaksanaan pembangunan tata ruang Kota Malang dari tahun 1984 sampai tahun 2003 telah meningkatkan luas lahan terbangun sebesar 28,97%. Hal ini berdampak pada penurunan resapan air di Kota Malang sebesar 21,65% (rata-rata 1,14% per-tahun).

Sumber penurunan resapan air berasal dari perubahan penggunaan lahan yaitu peningkatan lahan terbangun dan penyusutan lahan sawah dan tegalan. Peningkatan lahan terbangun sebesar 28,97% mengakibatkan penurunan resapan air sebesar 11,12%. Penyusutan lahan sawah sebesar 23,84% mengakibatkan penurunan resapan air sebesar 16,18% dan penyusutan lahan tegalan sebesar 7,29% mengakibatkan penurunan resapan air sebesar 6,53% (Utaya, 2008). Penurunan resapan air akan terus meningkat jika tidak dilakukan upaya pengendalian perubahan penggunaan lahan.

Berdasarkan uraian masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap sifat biofisik tanah dan kapasitas infiltrasi, dengan sub-tujuan: (1) mengkaji perbedaan sifat biofisik tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan, (2) mengkaji hubungan sifat biofisik tanah dengan infiltrasi, dan (3) mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap infiltrasi.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanah aluvial di Kota Malang. Pemilihan sampel lokasi pengukuran infiltrasi dan sampel tanah dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*), yang didasarkan pada pertimbangan persebaran ruang dan ketersediaan jenis tutupan lahan yang dibutuhkan. Pengukuran infiltrasi dan pengambilan contoh tanah dilakukan pada tempat yang sama yaitu di Kelurahan Sumpersari, Klojen, Jatimulyo, Arjosari, Purwantoro, dan Janti. Waktu penelitian mulai bulan Januari 2006 sampai bulan Januari 2007.

Perubahan Penggunaan Lahan

Analisis perubahan penggunaan lahan menggunakan data penggunaan lahan tahun 1984 yang diperoleh dari interpretasi foto udara pankromatik hitam putih skala 1:10.000, dan data penggunaan lahan tahun 2004 yang diperoleh dari interpretasi citra landsat. Pemilihan kedua jenis citra karena selain alasan ketersediaan citra, kedua jenis citra memiliki resolusi spasial cukup tinggi dan sesuai untuk interpretasi landuse di perkotaan. Perubahan penggunaan lahan dianalisis secara deskriptif yang dilakukan dengan komparasi data penggunaan lahan Kota Malang tahun 1984 dan tahun 2004. Analisis secara spasial menggunakan program Arc-view.

Sifat Biofisik Tanah

Sifat biofisik tanah meliputi tekstur, biomassa akar, bahan organik total (BOT), jumlah cacing, dan porositas. Identifikasi sifat biofisik tanah dilakukan pada lahan rumput, pekarangan, hutan kota, tegalan, dan semak belukar. Identifikasi sifat biofisik tanah dilakukan secara sampling dengan jumlah sampel 30 buah yang diambil pada 5 jenis penggunaan lahan di 10 lokasi dengan pengulangan 3 kali. Pengambilan Sampel tanah dalam bentuk tanah utuh dan tanah terganggu. Sampel tanah utuh digunakan untuk penetapan porositas dan biomassa akar, sedangkan sampel tanah terganggu digunakan untuk penetapan jumlah tekstur, bahan organik total, dan cacing dalam tanah.

Metode analisis sifat biofisik tanah adalah sebagai berikut: (1) analisis tekstur dilakukan dengan metode pipet; (2) analisis berat biomassa akar dilakukan dengan cara pengamatan kepadatan perakaran. Metode ini dipilih karena kepadatan perakaran menentukan kemampuan tanah dalam mengabsorpsi air (Priyono, 2000). Identifi-

kasi biomassa akar dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah dengan pipa pralon (diameter 10 cm) sedalam antara 10—20 cm, kemudian dianalisis kepadatan perakarannya; (3) analisis BOT dilakukan dengan analisis fraksionasi berdasar ukuran partikel (Hairiah, 1996). Analisis BOT dilakukan pada tanah dengan kedalaman 0—20 cm; (4) analisis porositas tanah dihitung dengan persamaan $P = (1 - BI / BJ) \times 100\%$, dimana P = porositas (%), BI = bobot isi (gram/cm^3), dan BJ = berat jenis (gram/cm^3). Analisis penetapan bobot isi menggunakan metode silinder, sedangkan analisis penetapan berat jenis menggunakan metode pignometer; dan (5) analisis jumlah cacing dilakukan dengan metode sampling monolit dan hand sorting. Alat yang digunakan berupa bingkai kuadrat dari besi (*ring blok*) ukuran 25x25x10 cm. Langkah identifikasi cacing di lapang adalah: a) menanam ring block sedalam 10 cm, b) membongkar tanah di dalam ring blok, dan c) mengidentifikasi dan menghitung jumlah cacing dalam tanah bongkaran.

Kapasitas Infiltrasi

Kapasitas infiltrasi diukur secara langsung di lapang dengan menggunakan alat double ring infiltrometer. Pengukuran kapasitas infiltrasi dilakukan pada 5 jenis penggunaan lahan yaitu rumput, hutan kota, pekarangan, tegalan, dan semak belukar. Lahan tertutup bangunan tidak diukur infiltrasinya, karena tidak dapat meresapkan air dan dianggap infiltrasinya 0. Pengukuran kapasitas infiltrasi setiap penggunaan lahan dilakukan pengulangan sebanyak 1 kali. Pengukuran infiltrasi menggunakan metode Horton dengan rumus perhitungan: $F = fc + (fo - fc) e^{-kt}$, dimana F = tingkat infiltrasi (cm/hari), fc = tingkat infiltrasi setelah konstan (cm/

hari), fo = tingkat infiltrasi awal (cm/hari), konstanta (2,78), t = waktu awal konstan (jam), dan $k = 1/m \log e$.

Analisis Statistika

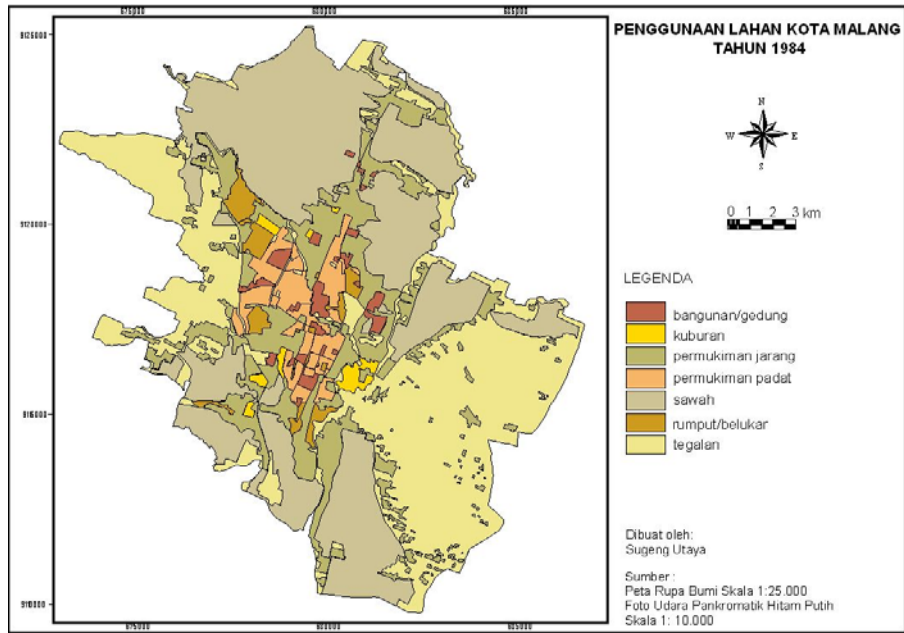
Uji beda (dengan menggunakan ANOVA-one way) digunakan untuk menganalisis perbedaan sifat biofisik tanah dan kapasitas infiltrasi. Analisis korelasi digunakan untuk menganalisis hubungan sifat biofisik tanah (biomassa akar, BOT, jumlah cacing, dan porositas) dengan kapasitas infiltrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

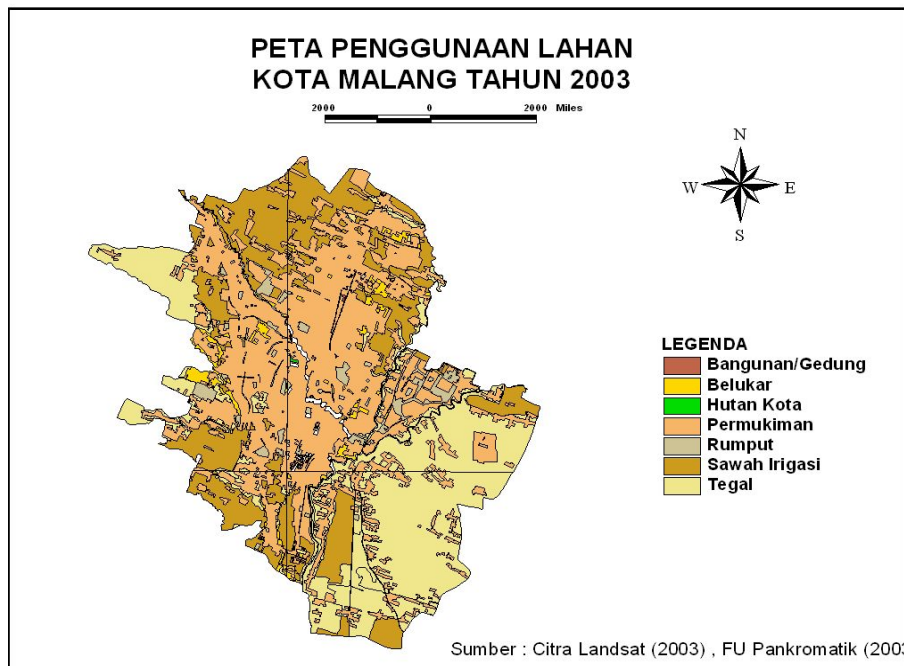
Penggunaan Lahan dan Sifat Biofisik Tanah

Selama kurun waktu 19 tahun dari tahun 1984-2003 di Kota Malang terjadi peningkatan luas lahan terbangun sebesar 28,13% (rata-rata 1,48% per-tahun) yaitu dari 19,81% (tahun 1984) menjadi 47,94% (tahun 2003). Peningkatan luas lahan terbangun mengakibatkan bertambahnya luas lahan rumput dan pekarangan, karena di sekitar lahan terbangun hampir selalu disediakan ruang terbuka untuk areal taman dengan tanaman rumput dan tanaman campuran (pekarangan). Pertambahan lahan terbangun tersebut mengakibatkan peningkatan lahan tertutup bangunan seluas 2.152,5 Ha (19,56%), lahan terbuka rumput/taman seluas 693,67 Ha (6,30%), dan lahan pekarangan seluas 249,56 Ha (2,27%). (lihat gambar 1 dan gambar 2).

Peningkatan luas lahan terbangun mengakibatkan penyusutan luas lahan sawah dan tegalan, yang mengalami penyusutan masing-masing lahan sawah sebesar 23,86% (rata-rata 1,26% per-tahun) dan lahan tegalan sebesar 7,29% (0,38% per-tahun). Penyusutan luas lahan ini disebabkan oleh



Gambar 1. Penggunaan Lahan Kota Malang Tahun 1984



Gambar 2. Penggunaan Lahan Kota Malang Tahun 2003

adanya alih fungsi lahan terbuka menjadi lahan terbangun sebagai akibat perkembangan fisik kota. Di luar areal terbangun terjadi perubahan tata guna lahan berupa peningkatan luas lahan rumput sebesar 0,75%,

lahan pekarangan 0,02%, dan lahan semak belukar sebesar 2,45%. Peningkatan luas lahan rumput dan pekarangan di luar kawasan terbangun sebagai akibat maraknya pembangunan RTH di dalam kota, sedangkan

peningkatan luas lahan semak belukar sebagai akibat banyaknya lahan kosong diperuntukkan (terutama perumahan) yang belum dilakukan pembangunannya. Data perubahan tata guna lahan Kota Malang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Secara umum perubahan penggunaan lahan terbuka di kota dari lahan sawah, tegalan, dan semak belukar menjadi lahan taman dan pekarangan (Sunartono, 1996) mengakibatkan perubahan sifat biofisik tanah. Perubahan sifat biofisik tanah berlangsung melalui suatu proses yang kompleks. Mekanisme proses perubahan sifat biofisik tanah dijelaskan Suprayogo, *et al.* (2004) yaitu pada awalnya perubahan penggunaan lahan merubah ketersediaan sere-sah/bahan organik tanah. Bahan organik tanah tersebut dapat melindungi pori makro dan mempengaruhi keberadaan biota tanah. Keberadaan biota mempengaruhi struktur tanah dan struktur tanah mempengaruhi porositas tanah.

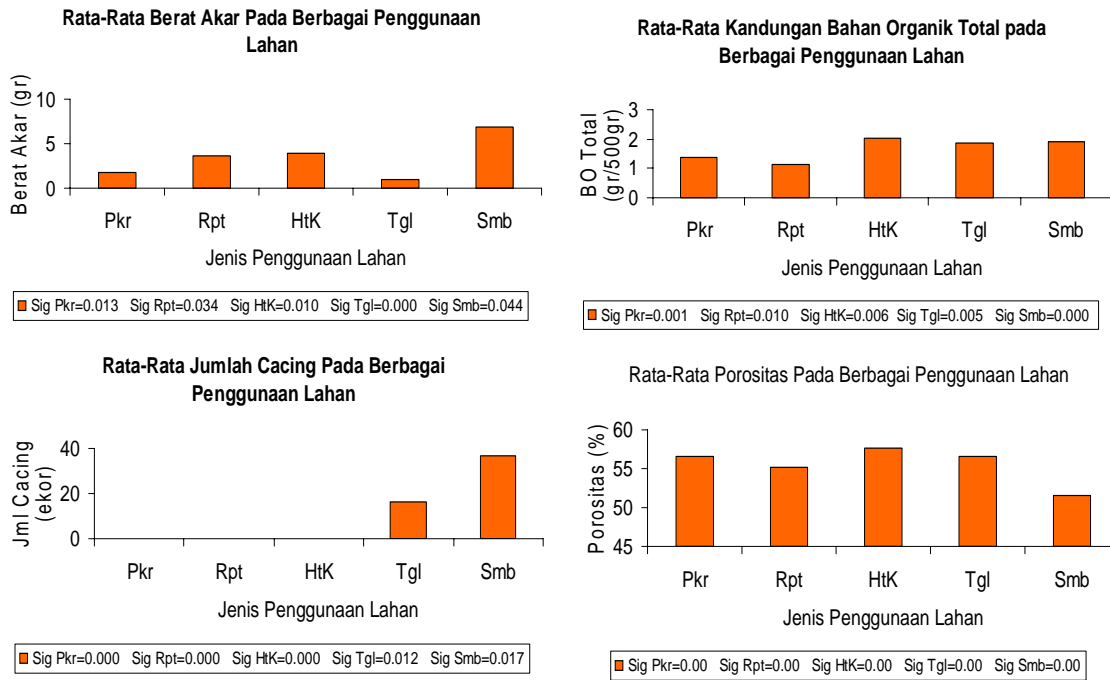
Identifikasi lapang dan analisis laboratorium parameter sifat biofisik tanah

pada berbagai jenis penggunaan lahan memperoleh hasil sebagai berikut: (1) Berat biomassa akar tertinggi terdapat pada semak belukar (6,95 gr/500 gr), sedangkan berat terendah pada lahan tegalan (0,95 gr/500 gr), (2) Jumlah BOT pada setiap jenis penggunaan lahan relatif tidak menunjukkan banyak perbedaan, tetapi jumlah terbanyak terdapat pada lahan hutan kota (2,04 gr/500 gr) dan terendah pada rumput (1,15 gr/500 gr), (3) Cacing hanya ditemukan pada lahan semak belukar (36,6 ekor/m²) dan tegalan (16 ekor/m²) sedangkan pada lahan lain nihil, dan (4) Porositas total tanah permukaan juga tidak menunjukkan banyak perbedaan, tetapi porositas tertinggi terdapat pada lahan hutan kota (57,6%) dan terendah (51,6%) pada semak belukar (lihat gambar 3).

Lahan hutan kota dengan komposisi vegetasi kompleks meliputi pohon, perdu, dan rumput memiliki biomassa akar lebih besar dibanding rumput dan tegalan yang ditempati vegetasi sejenis. Perbedaan tersebut dipertegas oleh hasil analisis one-way ANOVA biomassa akar berdasar jenis

Tabel 1. Perubahan Komposisi Tata Guna Lahan Kota Malang dari tahun 1984 sampai tahun 2003 (Foto udara,1984; Citra Iconos, 2003).

No	Penggunaan Lahan	1984		2003		Perubahan	
		Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%	Luas (Ha)	%
1	Terbangun/Permukiman	2.180,7	19,81	5.276,4	47,94	+3.095,7	+28,13
2	Rumput/taman	23,5	0,21	105,9	0,96	+82,4	+0,75
3	Pekarangan	101,5	0,92	103,9	0,94	+2,4	+0,02
4	Hutan kota	20,9	0,19	1,7	0,02	-19,2	-0,17
5	Tegalan	3.465,9	31,49	2.663,2	24,20	-802,7	-7,33
6	Sawah	4.968,8	45,15	2.342,7	20,80	-2.626,1	-23,86
7	Semak Belukar	244,4	2,22	511,7	4,65	+267,3	+2,45
	Kota Malang	11.005,6	100,00	11.005,6	100,00		



Gambar 3. Sifat biofisik tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan

penggunaan lahan yang memperoleh nilai T-hitung=11,43; Oleh karena nilai T-tabel ($\alpha=5\%$)=5,12 yang berarti T-hitung > T-tabel; maka kandungan biomassa akar pada berbagai penggunaan lahan berbeda secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil analisis uji beda ini secara statistik menunjukkan bahwa biomassa akar pada lahan bervegetasi heterogen cenderung lebih tinggi dibanding lahan homogen. Perbedaan biomassa akar ini sesuai dengan hasil penelitian Suprayogo *et al* (2004) pada lahan perkebunan kopi di Sumberjaya Lampung, yang menyimpulkan bahwa diversifikasi jenis tanaman dapat meningkatkan jumlah dan sebaran sistem akar. Hasil penelitian Hairiah *et al* (2004) yang dilakukan di tempat yang sama menyimpulkan bahwa penanaman tumpangsari pada lahan kebun kopi dapat meningkatkan jumlah akar dalam tanah.

Kandungan BOT pada berbagai penggunaan lahan menunjukkan bahwa

kandungan BOT tertinggi terdapat pada hutan kota, dan kemudian diikuti semak belukar, tegalan, pekarangan, dan rerumputan. Hal ini menunjukkan kecenderungan semakin kompleks komposisi vegetasi semakin tinggi kandungan BOT. Namun demikian pada lahan tegalan ternyata kadar BOT nya justru lebih tinggi dibanding lahan pekarangan. Temuan ini memiliki kesamaan dengan hasil penelitian Hairiah *et al.* (2004) yang menyimpulkan bahwa pola tanam tumpang sari dengan komposisi vegetasi beraneka dapat meningkatkan jumlah bahan organik dalam tanah. Perbedaan jumlah BOT tersebut terjadi secara nyata, terbukti dari uji beda jumlah BOT berdasarkan jenis penggunaan lahan memperoleh nilai T-hitung=5,42 yang lebih besar dibanding T-tabel ($\alpha=5\%$)=5,12. Hal ini berarti secara signifikan terdapat perbedaan kadar BOT pada berbagai jenis penggunaan lahan dengan taraf kepercayaan 95%.

Perbedaan jumlah cacing yang ditemukan pada beberapa penggunaan lahan, menunjukkan bahwa perbedaan jenis dan kondisi vegetasi penutup mengakibatkan perbedaan kadar bahan organik tanah. Hal ini karena bahan organik merupakan bahan makanan cacing, sehingga semakin banyak jumlah bahan organik akan semakin banyak ditemukan cacing tanah (Hairiah *et al.*, 2004). Menurut Liedloff (2003) semakin rapat dan beraneka vegetasi, akan semakin banyak jumlah bahan organik, dan tentunya akan semakin banyak ditemukan cacing dalam tanah. Namun demikian uji statistik one-way ANOVA hasil penelitian ini memperoleh nilai T-hitung 3,65, padahal nilai T-tabel ($\alpha=5\%$)=5,12. Oleh karena nilai T-hitung < T-tabel maka dapat dikatakan bahwa jumlah cacing pada berbagai penggunaan lahan tidak berbeda secara signifikan. Dengan kata lain keberadaan cacing di daerah penelitian tidak ditentukan oleh jenis penggunaan lahan, tetapi mungkin dipengaruhi oleh variabel lain seperti tekstur, struktur, dan porositas tanah.

Nilai porositas berdasarkan jenis penggunaan lahan dari tertinggi ke terendah yaitu hutan kota, tegalan, pekarangan, rumput, dan semak belukar. Perbedaan porositas ini memberi gambaran bahwa perubahan penggunaan lahan kota dari lahan bervegetasi kompleks dan rapat (hutan kota) dan lahan pertanian (tegalan) menjadi lahan budidaya (rumput dan pekarangan) dapat menurunkan porositas tanah. Hasil uji beda porositas total pada berbagai jenis penggunaan lahan memperoleh nilai T-hitung = 5,60, sedangkan nilai T-tabel ($\alpha=5\%$)=5,12; Oleh karena nilai T-hitung > T-tabel maka dapat disimpulkan bahwa porositas total pada berbagai jenis penggunaan lahan berbeda

secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95%. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian Widiyanto *et al.* (2004) yang menyimpulkan bahwa alih guna lahan hutan menjadi lahan kopi monokultur telah menurunkan jumlah ruang pori, dan penelitian Suprayogo *et al.* (2004) dan Hairiah *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa alih guna lahan hutan tersebut telah menurunkan makroporositas tanah.

Kapasitas Infiltrasi dan Sifat Biofisik Tanah

Hasil pengukuran lapang menunjukkan adanya perbedaan kapasitas infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan. Kapasitas infiltrasi tertinggi terdapat pada lahan semak belukar (68,99 mm/jam), kemudian berturut-turut diikuti oleh lahan hutan kota (38,20 mm/jam), pekarangan (35,11 mm/jam), tegalan (28,48 mm/jam), dan rumput (13,99 mm/jam). Dilihat dari klasifikasi Kohnke (1968; dalam Lee, 1990), kapasitas infiltrasi lahan semak belukar tergolong sedang cepat (65—125 mm/jam), kapasitas infiltrasi lahan pekarangan, hutan kota, dan tegalan tergolong sedang (20—65 mm/jam), dan kapasitas infiltrasi lahan rumput tergolong sedang lambat (5—20 mm/jam). Hasil pengukuran dan perhitungan kapasitas infiltrasi disajikan pada tabel 2.

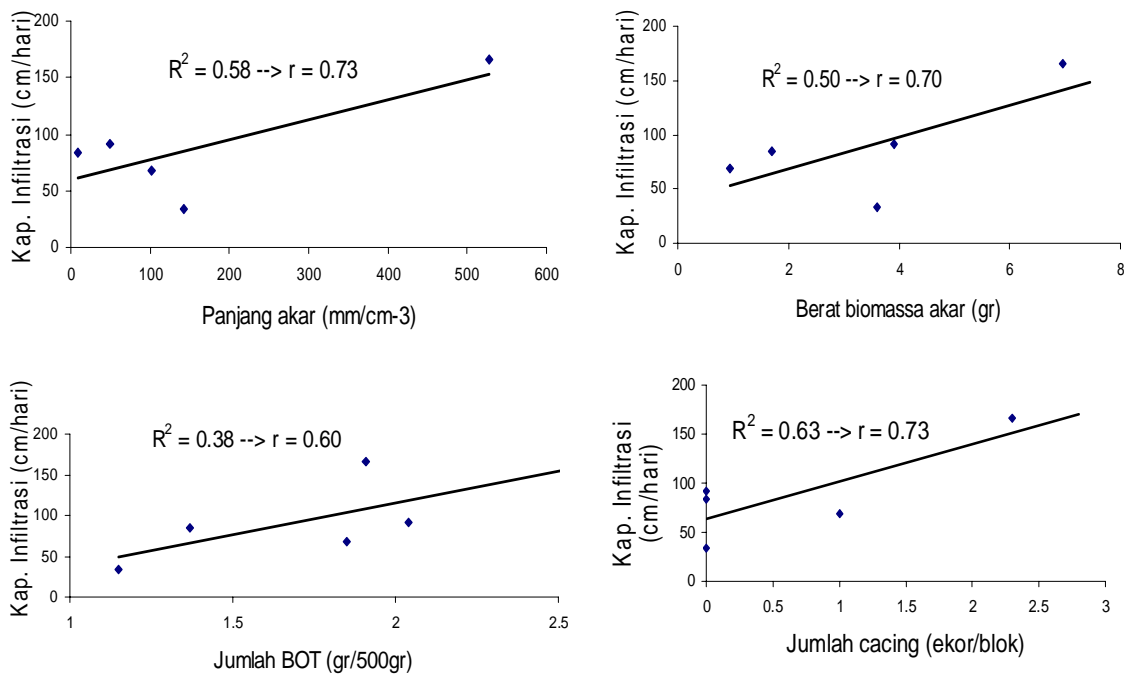
Variasi kapasitas infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan tersebut mengindikasikan adanya pengaruh faktor sifat biofisik tanah terhadap kapasitas infiltrasi. Pengaruh sifat biofisik tanah terhadap kapasitas infiltrasi ditunjukkan oleh hasil analisis korelasi sifat biofisik tanah dengan kapasitas infiltrasi, yaitu variabel jumlah cacing dan panjang akar berkorelasi positif dengan kapasitas infiltrasi. Kedua variabel memberi

Tabel 2. Penggunaan lahan, sifat biofisik tanah, dan kapasitas infiltrasi.

No	Penggunaan Lahan	Biomassa Akar (gr)	BOT (gr/500gr)	Jumlah Cacing (ekor/blok)	Porositas Total (%)	Rerata kapasitas Infiltrasi		
						cm/hr	mm/jam	Sig($\alpha=5\%$)
1	Pekarangan	1,69	1,37	0	56,5	84,26	35,11	0,01
2	Rumput	3,60	1,15	0	55,2	33,58	13,99	0,10
3	Hutan Kota	3,90	2,04	0	57,6	91,69	38,20	0,07
4	Tegalan	0,95	1,85	1	56,5	68,35	28,48	0,00
5	Semak Blkr	6,95	1,91	2,3	51,6	165,58	68,99	0,10

pengaruh cukup kuat terhadap kapasitas infiltrasi dengan nilai $r=0,73$. Variabel berat biomassa akar juga berkorelasi positif dengan kapasitas infiltrasi dengan nilai $r=0,70$, sedangkan variabel BOT berpengaruh secara substansial terhadap kapasitas infiltrasi dengan nilai $r=0,60$. Hasil analisis korelasi sifat biofisik tanah dengan kapasitas infiltrasi dapat dilihat pada gambar 4.

Hasil analisis hubungan sifat biofisik tanah dengan kapasitas infiltrasi tersebut menunjukkan bahwa variabel panjang akar, biomassa akar, BOT, dan jumlah cacing secara substansial berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Hal ini berarti setiap perubahan nilai panjang akar, berat biomassa akar, jumlah BOT, dan jumlah cacing secara positif akan diikuti oleh perubahan nilai kapasitas infiltrasi. Dengan



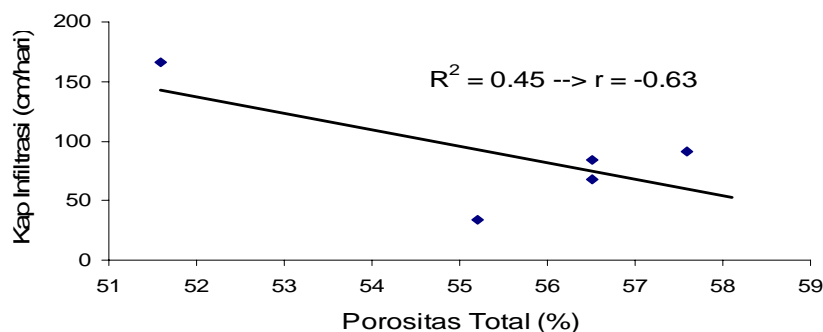
Gambar 4. Hubungan sifat biofisik tanah dengan kapasitas infiltrasi

kata lain besar-kecilnya kapasitas infiltrasi ditentukan oleh sifat biofisik tanah yang terdiri dari panjang akar, berat biomassa akar, jumlah BOT, dan jumlah cacing dalam tanah.

Sementara itu analisis korelasi porositas total dengan kapasitas infiltrasi menunjukkan bahwa kedua variabel secara substansial memiliki korelasi negatif dengan $r = -0,63$. Hasil uji korelasi ini tidak sesuai dengan pendapat Lee (1990) yang menyatakan bahwa besarnya nilai porositas total menentukan besarnya kapasitas infiltrasi. Nilai r yang negatif tersebut mungkin disebabkan porositas total tanah aluvial yang bertekstur lempung berliat di daerah penelitian lebih didominasi oleh pori mikro yang tidak mendukung terhadap proses infiltrasi (Wild, 1993). Menurut Stothoff *et al.* (1999) dan Suprayogo, *et al.* (2004) kapasitas infiltrasi tidak ditentukan oleh pori mikro tetapi oleh jumlah pori makro dalam tanah. Fenomena ini sesuai dengan pendapat Foth (1988) yang menyatakan bahwa tanah pasir mempunyai porositas total lebih kecil dibanding tanah liat. Akan tetapi karena tanah pasir memiliki proporsi ruang pori makro lebih banyak, maka pergerakan air di dalam tanah dapat

berlangsung cepat; sebaliknya tanah dengan tekstur halus walaupun mempunyai ruang pori total lebih banyak, tetapi karena sebagian besar tersusun atas pori mikro maka air bergerak lebih lambat. Hubungan porositas total dengan kapasitas infiltrasi disajikan pada gambar 5.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa adanya perbedaan kapasitas infiltrasi pada berbagai jenis penggunaan lahan disebabkan setiap jenis penggunaan lahan memiliki sifat biofisik tanah yang berbeda-beda. Hal ini sesuai pendapat Asdak (2002) yang mengatakan bahwa masuknya air ke dalam tanah tergantung pada kondisi biofisik permukaan tanah. Mengenai peran sifat fisik tanah, Carrow dan Waltz (1985) dan Winanti (1996) menyatakan bahwa tekstur, struktur, porositas, dan kepadatan tanah merupakan faktor utama yang menentukan besar-kecilnya kapasitas infiltrasi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kapasitas infiltrasi lahan terbuka di daerah penelitian ditentukan oleh sifat biofisik tanah terutama jumlah biomassa akar, BOT, dan jumlah cacing; sedangkan pengaruh porositas terhadap infiltrasi lebih diperankan oleh faktor tekstur tanah.



Gambar 5. Hubungan porositas total dengan kapasitas infiltrasi

Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kapasitas Infiltrasi

Kemampuan tanah dalam meresapkan air ditentukan oleh sifat tanah dan kondisi permukaan tanah. Jika tanah memiliki sifat relatif sama, maka kapasitas infiltrasi ditentukan oleh faktor kondisi permukaan tanah terutama penggunaan lahan (Haan *et al.*, 1982). Hasil pengukuran kapasitas infiltrasi pada lima jenis penggunaan lahan di Kota Malang menunjukkan adanya perbedaan. Kapasitas infiltrasi tertinggi pada lahan semak belukar dengan nilai rata-rata sebesar 165,58 cm/hari, diikuti lahan hutan kota sebesar 91,69 cm/hari, lahan pekarangan sebesar 84,26 cm/hari, dan lahan tegalan sebesar 68,35 cm/hari. Sedangkan kapasitas infiltrasi lahan rumput memiliki nilai terendah yaitu sebesar 33,58 cm.hari⁻¹. Analisis uji beda kapasitas infiltrasi memperoleh nilai T-hitung 5,15. Oleh karena nilai T-tabel ($\alpha=5\%$)=5,12, maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan berbeda secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95%.

Perbedaan kapasitas infiltrasi tersebut menunjukkan bahwa vegetasi memiliki peran besar dalam menentukan kapasitas infiltrasi; dimana kapasitas infiltrasi pada lahan bervegetasi heterogen (hutan kota, semak belukar, dan pekarangan) cenderung lebih tinggi dibanding pada lahan bervegetasi homogen (tegalan dan rumput). Vegetasi menjadi faktor penentu besarnya kapasitas infiltrasi, yaitu semakin banyak dan besar ukuran vegetasi kapasitas infiltrasi semakin besar (Stothoff *et al.*, 1999). Kapasitas infiltrasi pada lahan rumput dan tegalan yang cenderung rendah disebabkan kedua vegetasi memiliki akar serabut dengan kedalaman sangat terbatas kurang mendukung terjadinya proses infil-

trasi. Sedangkan tingginya kapasitas infiltrasi pada lahan semak belukar disebabkan lahan ini lebih bersifat alami dan memiliki komposisi vegetasi cukup bervariasi terdiri dari rumput liar, perdu, dan tanaman berbatang kayu yang mendukung terjadinya proses infiltrasi. Perbedaan kapasitas infiltrasi tersebut secara scientific benar, karena menurut Winanti (1996) pengaruh vegetasi terhadap infiltrasi ditentukan oleh sistem perakarannya yang berbeda antara tumbuhan berakar pendek, sedang, dan dalam.

Adanya perbedaan kapasitas infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan tersebut menunjukkan bahwa faktor vegetasi (Winanti, 1996; Volk, Barker, dan Richardson, 2003) terutama jenis vegetasi (Leonard dan Andrieux, 1998) memiliki peran besar dalam menentukan kapasitas infiltrasi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kapasitas infiltrasi pada tanah bervegetasi akan cenderung lebih tinggi dibanding tanah yang tidak bervegetasi (Lee, 1990), dan tipe vegetasi (Leonard dan Andrieux, 1998; Lee, 1990) termasuk jenis, komposisi, dan kerapatan vegetasi sangat menentukan besar-kecilnya kapasitas infiltrasi. Peran vegetasi dalam meningkatkan infiltrasi karena keberadaan vegetasi dapat meningkatkan kandungan bahan organik, jumlah dan tebal seresah, dan biota tanah (Lee, 1990; Asdak, 2002) yang mendukung berlangsungnya proses infiltrasi.

Hasil penelitian kapasitas infiltrasi pada berbagai jenis penggunaan lahan tersebut agak berbeda dengan hasil penelitian Winanti (1996) yang dilakukan di daerah dataran. Perbedaan tersebut adalah: (1) Pada penelitian ini semak belukar memiliki nilai kapasitas infiltrasi

tertinggi, sedangkan dalam penelitian Winanti semak belukar berada pada urutan ketiga dengan kemampuan meningkatkan infiltrasi sebesar 2%, (2) Pada penelitian Winanti lahan rumput memiliki kapasitas infiltrasi tertinggi dengan kemampuan meningkatkan infiltrasi sebesar 6%, sedangkan pada penelitian ini rumput berada pada urutan kelima setelah semak belukar, hutan kota, pekarangan, dan tegalan, (3) Pada penelitian ini kapasitas infiltrasi lahan pekarangan berada pada urutan ketiga, sedangkan pada penelitian Winanti nilai kapasitas infiltrasi lahan pekarangan berada di urutan kedua. Perbedaan urutan kapasitas infiltrasi tersebut mungkin disebabkan oleh perbedaan karakteristik lokasi dan metode penelitian yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian di atas diketahui bahwa secara signifikan jenis penggunaan lahan memberi pengaruh pada kapasitas infiltrasi. Urutan nilai kapasitas infiltrasi dari tertinggi sampai terendah adalah lahan semak belukar, hutan kota, pekarangan, tegalan dan rumput. Lahan semak belukar mempunyai kapasitas infiltrasi dengan kategori sedang cepat, dan lahan hutan kota, pekarangan, dan tegalan mempunyai kapasitas infiltrasi dengan kategori sedang; sedangkan lahan rumput taman/lapangan mempunyai kapasitas infiltrasi dengan kategori sedang lambat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahan yang bersifat alami seperti semak belukar dan hutan kota memiliki kemampuan tinggi dalam meresapkan air; sedangkan jenis penggunaan lahan dibudidayakan seperti rumput dan tegalan memiliki kemampuan lebih rendah dalam meresapkan air. Oleh karena perubahan penggunaan lahan di kota cenderung mengubah lahan alami menjadi

lahan budidaya, maka perubahan penggunaan lahan di kota cenderung akan menurunkan kapasitas infiltrasi.

KESIMPULAN

1. Perubahan penggunaan lahan di kota dapat merubah sifat biofisik tanah terutama biomassa akar, BOT, dan jumlah cacing. Penggunaan lahan dengan vegetasi heterogen seperti hutan kota dan semak belukar memiliki biomassa akar dan BOT yang lebih tinggi dibanding pada lahan bervegetasi homogen seperti rumput. Uji one way ANOVA sifat biofisik tanah pada berbagai jenis penggunaan lahan menunjukkan perbedaan yang signifikan pada biomassa akar, BOT, dan porositas, tetapi tidak signifikan pada jumlah cacing.
2. Besarnya kapasitas infiltrasi dipengaruhi oleh sifat biofisik tanah terutama biomassa akar, BOT, dan jumlah cacing. Analisis korelasi sifat biofisik tanah dengan kapasitas infiltrasi menunjukkan bahwa biomassa akar dan jumlah cacing memiliki korelasi cukup tinggi ($r=0,70$) dan variabel BOT memiliki korelasi substansial ($r=0,60$), sedangkan variabel porositas memiliki korelasi substansial negatif ($r=-0,63$). Korelasi negatif porositas dengan infiltrasi disebabkan tanah di daerah penelitian bertekstur lempung berliat yang didominasi pori mikro yang tidak mendukung proses infiltrasi.
3. Perubahan penggunaan lahan terbuka di Kota Malang lahan tegalan dan semak belukar menjadi lahan rumput, pekarangan, dan hutan kota dapat meningkatkan dan menurunkan kapa-

sitas infiltrasi. Hal ini terjadi karena perubahan penggunaan lahan dapat merubah sifat biofisik tanah, dan sifat biofisik tanah dapat memengaruhi kemampuan tanah dalam meresapkan air.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tulisan ini merupakan bagian dari disertasi penulis yang berjudul Perubahan Tata Guna Lahan dan Resapan Air di Kota

(Optimalisasi Resapan Air Dalam Pengelolaan Lahan Kota Malang). Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada Prof. Ir. Wani Hadi Utomo, PhD; Ir. Didik Suprayogo, MSc,PhD; dan Dr. Ir. Zaenal Kusuma, MS yang telah banyak memberi bimbingan dan pengarahan. Serta Sdr. Ngadirin Laboran Lab. Fisika Tanah Unibraw yang banyak membantu dalam pengumpulan dan analisis sampel tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. 2004. Dampak Lingkungan Alih Guna Lahan Sawah. Harian Umum *Tempo*, 21 Desember 2004.
- Anggoro Sigit, Agus. 2007. "Analisis Proses Degradasi Lahan dan Dampaknya terhadap Produktivitas Lahan Pertanian di Kabupaten Klaten". *Forum Geografi*, Volume 21 Nomor 2 Tahun 2007. Hlm 155-173.
- Anonim, 2001. Air Bawah Tanah (Groundwater). <http://www.lablink.or.id/Hidro/air-bawah-tanah.htm>.
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- BAPPEDA Kota Malang, 2001. *Evaluasi/Revisi Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Malang Tahun 2001 – 2010*. BAPPEDA Kota Malang, Malang.
- BAPPEDALDA Kota Malang, 2002. *Neraca Sumberdaya Alam Spasial Daerah Tahun 2002*. Pemerintah Kota Malang, Malang.
- Carrow, R.N. dan Waltz, C. 1985. *Turfgrass Soil & Water Relationships*. Crop and Soil Science Dept., Universty of Georgia , Georgia.
- Djunaedi, 1990. *Pola Tata Guna Tanah Beberapa Ibukota Kecamatan di DIY*. Laporan Penelitian, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Foth, H.D. 1984. *Fundamental of Soil Science*. John Willey and Sons, New York.
- Hairiah, K. dan Aini, F.K., 2005. Praktikum Biologi Tanah. Lab. Biologi Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Haan, C.T., Johnson, H.P., dan Brakensiek, D.L.. 1982. *Hydrologic Modelling of Small Watershed*. American Society of Agriculture Engineers, Michigan.
- Lee, R. 1990. *Hidrologi Hutan*. Gama Press, Yogyakarta.
- Leonard, J dan Andrieux, P. 1998. Infiltration Characteristic of Soil in Mediterranean Vineyards in Southern France. *J. Catena* **32**: 209-233.

- Liedloff, A.C., Ludwig, J.A., dan Coughenour, M.B. 2003. Simulating Overland Flow and Soil Infiltration Using an Ecological Approach, in David A Post (ed), *Proc. Vol. 2. Natural System, Modsim*, Townsville, p. 525-519.
- Priyono, S. 2000. *Petunjuk Analisis Sifat Fisik Tanah*. Lab. Fisika Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Schwab, G.O., Fangmeir, D.D., Elliot, W.J., and Frevert, R.K. 1992. *Soil and Water Conservation Engineering*. Four Edition, John Wiley & Sons. Inc, New York. Susanto, R.H. dan Purnomo, R.H (penterjemah). 1997. *Teknik Konservasi Tanah dan Air*. CFWMS Sriwijaya University, Palembang.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Stothoff, S.A. 1999. The effect of vegetation on infiltration in shallow soil underlain by fissure bedrock. *J. Hydrology* **218**:169-190.
- Sulaiman, W. 2002. *Jalan Pintar Menguasai SPSS*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sunartono. 1995. Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Di Perkotaan Melalui Pembangunan Kawasan Siap Bangun, Makalah disajikan dalam *Seminar Nasional Empat Windu Fakultas Geografi UGM*, Tanggal 2 September 1995, di UGM Yogyakarta.
- Suprayogo, D., Widiyanto, Purnomosidi, P., Widodo, R.H., Rusiana, F., Aini, Z.Z., Khasanah, N., dan Kusuma, Z. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Monokultur: Kajian Perubahan Makroporositas Tanah, *J. Agrivita* **26** (1): 60-68.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Suryantoro, A. 2002. Perubahan Penggunaan Lahan Kota Yogyakarta Tahun 1959 – 1996 Dengan Menggunakan Foto Udara, *Disertasi S-3*, Program Pasca Sarjana-UGM, Yogyakarta.
- Travis, C.C. dan Etnier, E.L. 1984. *Groundwater Pollution*. Westview Press, Inc., Colorado.
- Utaya, Sugeng. 2008. Perubahan Tata Guna Lahan dan Resapan Air di Kota: “Optimalisasi Resapan Air Dalam Pengelolaan Lahan Kota Malang”, *Disertasi S-3*, Program Pasca Sarjana-Unibraw, Malang.
- Volk, J., Barker, W., dan Richardson, J. 2003. Soil Health in Relation to Grazing. Range Science and Soil Science Department. <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/street/2003report/Soil%20Health%20in%20Relation%20to%20Grazing.htm>.
- Winanti, T. 1996. Pekarangan Sebagai Media Peresapan Air Hujan Dalam Upaya Pengelolaan Sumberdaya Air, Makalah disajikan dalam *Konferensi Nasional Pusat Studi Lingkungan BKPSL*, Tanggal 22-24 Oktober 1996 di Universitas Udayana, Denpasar Bali.
- Widiyanto, Suprayogo, D., Noveras, H., Widodo, R.H., Purnomosidi, P., dan Noordwijk, M.V. 2004. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah Fungsi Hidrologis Hutan Dapat Digantikan Sistem Kopi Monokultur?, *J. Agrivita*. **26** (1): 47-52.
- Wild, A. 1993. *Soils and The Environment: An Introduction*. Cambridge University, New York.
- Wu, J., Zhang, R., dan Yang, J. 1996. Estimating Infiltration Recharge Using a Response Function Model. *J. Hydrology* **198**:124-139.