

EVALUASI PERSAMAAN INFILTRASI KOSTIAKOV DAN PHILIP SECARA EMPIRIK UNTUK TANAH REGOSOL COKLAT KEKELABUAN

Empirical Evaluation Of Kostiakov And Philip Infiltration Equation On Greyish Brown Regosol

M. Riza Januar¹ dan Nora H. Pandjaitan²

Abstract

Infiltration is important to note because it is related to potential surface run-off, flood, erosion, water storage of soil, and stream discharge especially during dry season. However, because the infiltration equation is valid for certain condition of the land measured, it is important to collect infiltration data on all types of soil manually.

This research is mainly to evaluate constants of infiltration equation formulated by Kostiakov (constants K and n) and Philip (constants C and D) in relation with initial soil water content. The measurements are on vegetated soil and bare soil.

The evaluation shows that strong relationship occurs between initial soil water content with (a) constant K in both the vegetated soil and bare soil at the average depth; (b) constant D in the vegetated soil at the average depth, and in bare soil the depth 0- 10 cm. However, the constant K in the vegetated soil at the average depth showed the strongest relationship.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Infiltrasi merupakan proses masuknya air ke dalam tanah melalui sebagian atau seluruh permukaan tanah. Infiltrasi berhubungan dengan kandungan air dalam tanah yang tersedia untuk tanaman.

Laju infiltrasi perlu diketahui untuk memperhitungkan maksimum infiltrasi pada suatu tanah yang

disebut juga dengan kapasitas infiltrasi (daya serap). Dengan mengetahui besarnya kapasitas infiltrasi suatu tanah, maka dapat diperhitungkan besarnya air hujan yang mempunyai potensi untuk melimpas setelah mencapai permukaan tanah, yang dapat menyebabkan banjir dan erosi.

Persamaan kapasitas infiltrasi yang ada sekarang ini tidak bersifat umum karena hanya berlaku untuk kondisi tanah tertentu saja (di mana telah dilakukan pengukuran).

¹ Alumni Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian – IPB

² Staf Pengajar di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian – IPB

Persamaan kapasitas infiltrasi **sangat tergantung** pada kondisi **tanah** (sifat fisik **tanah**) yaitu kelembaban awal, porositas total, porositas drainase, tekstur dan **struktur tanah** (Purwowidodo, 1986).

Mengingat **hal tersebut** perlu adanya pengumpulan data untuk setiap kondisi **tanah** dan **tempat** sehingga nantinya dapat ditentukan suatu persamaan infiltrasi yang berlaku secara umum, untuk berbagai kondisi **tanah** dan **tempat**.

B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi konstanta-konstanta pada persamaan infiltrasi **Kostiakov** dan **Philip** terhadap kadar air **tanah** awal **tanah regosol** coklat kekelabuan.

METODOLOGI

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di tepi Sungai **Ciapus**, Kampus IPB Darmaga, **Bogor**. Jenis **tanah** di lokasi penelitian adalah **regosol** coklat kekelabuan berdasarkan Peta **Tinjau Mendalam** Sekitar **Bogor** (LPT dalam **Nelliza**, 1996). Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 1997 sampai April 1998.

B. Bahan dan Alat

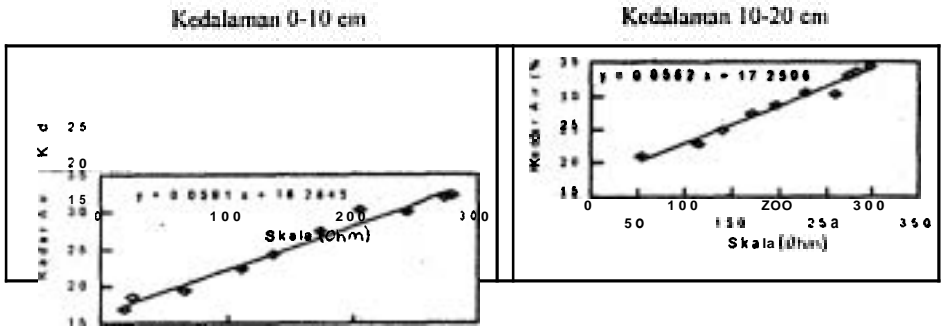
Penelitian ini menggunakan petakan lahan berukuran 3 m x 3 m dengan dua kondisi yaitu (1) lahan yang tidak ditanami vegetasi apapun dan (2) lahan bervegetasi **rumpun**.

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah (1) infiltrometer silinder ganda (double ring *infiltrimeter*), yang berdiameter 30

cm dan 60 cm, (2) alat pengukur kelembaban **tanah** atau gypsum block, (3) alat pengambil sampel **tanah** atau ring sample, (4) alat pengukur **kedalaman** air yaitu penggaris, (5) ~~alat~~ pengukur waktu yaitu stop watch, (6) neraca berketelitian **0.001** gram, (7) oven, (8) alat pengaduk **tanah**, ember, palu dan corong penyemprot air.

C. Metode Penelitian

1. Penyiapan lahan penelitian; dilakukan persiapan dua kondisi lahan **berukuran** 3 m x 3 m (1) lahan tidak **bervegetasi** (2) lahan bervegetasi **rumpun**.
2. Kalibrasi Gypsum block; dilakukan di Laboratorium Fisika dan Mekanika **Tanah**, Jurusan Teknik Pertanian IPB sebelum digunakan di **lapang**, dengan menggunakan contoh **tanah**, pada lahan yang akan digunakan. Jumlah alat yang akan dikalibrasi sebanyak **empat** buah pada kedalaman 10 cm dan 20 cm.
3. Pengukuran di **lapang**; **infiltrometer** silinder ganda **dimasukkan** ke dalam **tanah** sedalam 20 cm. Pada bagian yang tidak tertanam dimasukkan air ke **dalamnya** dengan ketinggian tertentu. **Penurunan** muka air diukur setiap selang waktu 2, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 **menit**. Air ditambahkan ke dalam silinder secara berkala agar infiltrasi **selalu berlangsung** dari kedalaman yang sama.
4. Analisa tekstur (dilakukan sebelum pengukuran), **Porositas** dan Kadar air (sebelum



Gambar 1. Kurva hubungan antara skala (ohm) dengan kadar air tanah awal (%berat) pada lahan bervegetasi (hasil kalibrasi)

dan sesudah pengukuran); dengan menggunakan sampel tanah dari lokasi yang akan diukur. Alat ukur kelembaban tanah yang telah dikalibrasi ditanam pada kedalaman yang telah diten-tukan dalam silinder ber-ukuran kecil. Pengukuran dilakukan pada tahap awal pengukuran infiltrasi yaitu sebelum air dimasukkan ke dalam silinder. Hasil yang didapatkan (skala yang ter-tera) diinterpolasikan dengan hasil kalibrasi alat ini sebelumnya sehingga didapatkan besarnya kadar air tanah awal.

5. Pendekatan persamaan infiltrasi Pendugaan kapasitas infiltrasi dilakukan dengan menggunakan dua persamaan infiltrasi yaitu :

Persamaan Infiltrasi Kostiakov

$$fp = Kt^n \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

fp = kapasitas infiltrasi (mm/menit)
 K,n = konstanta yang dipengaruhi

oleh faktor lahan dan kadar air tanah awal

t = waktu (menit)

Persamaan infiltrasi Philip

$$fp = C + Dt^{0.5} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

fp = kapasitas infiltrasi (mm/menit)

C,D = konstanta yang dipengaruhi oleh faktor lahan dan kadar air tanah awal

t = waktu (menit) Keduanya diintegrasikan guna memperoleh infiltrasi kumulatif. Infiltrasi kumulatif dapat dicari untuk periode tertentu, mulai dari t=0 sampai dengan t=t.

Infiltrasi kumulatif dari Kostiakov

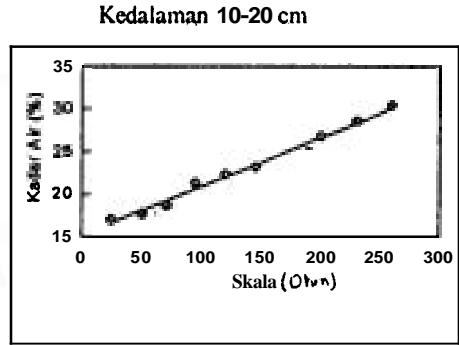
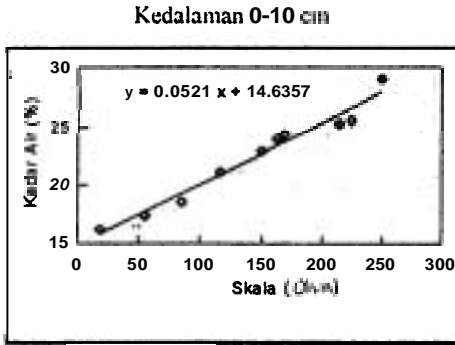
$$F = \int_0^t (Kt^n) dt = \{ (K/(n+1)) \}. t^{n+1} \dots\dots\dots (3)$$

Infiltrasi kumulatif dari Philip

$$F = \int_0^t (Dt^{0.5} + C).dt = C.t + 2.D.t^{1.5} \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

F = kapasitas infiltrasi (mm)



Gambar 2. Kurva hubungan antara skala dengan kadar air tanah awal (%berat) pada lahan terbuka (hasil kalibrasi)

C, D, K, n = konstanta infiltrasi
 t = waktu (menit)

Kemudian dicari persamaan kapasitas infiltrasi.

1. **Pengepasan/fitting** persamaan infiltrasi **Kostiakov**

Jika persamaan infiltrasi kumulatif dari **Kostiakov** dilogarithmakan:

$$\log F = \log \frac{K}{n+1} + (n+1) \log t \dots (5)$$

maka persamaan tersebut akan menghasilkan garis lurus (linier). Nilai K dan $(n+1)$ dapat dihitung dengan cara regresi linier.

Dari grafik tersebut, nilai $(n+1)$ adalah kemiringan dari garis yang dapat dihitung, sehingga nilai n dapat ditemukan. Nilai dari $K/(n+1)$ dapat dihitung sehingga nilai K dapat diperoleh dan persamaan kapasitas infiltrasi dapat dicari.

2. **Pengepasan/fitting** persamaan infiltrasi **Philip**.

Persamaan infiltrasi kumulatif Philip dapat dituliskan:

$$F - C \cdot t = 2 \cdot D \cdot t^{0.5} \dots (6)$$

Proses pengepasan dari persamaan di atas dapat dilakukan dengan menggunakan data dari dua interval waktu yaitu t_1 dan t_2 serta dua nilai dari infiltrasi kumulatif pada interval tersebut yaitu F_1 dan F_2 sehingga:

$$F_1 - C t_1 = 2 D t_1^{0.5} \dots (7)$$

$$F_2 - C t_2 = 2 D t_2^{0.5} \dots (8)$$

Untuk mendapatkan nilai D maka dilakukan eliminasi :

$$(F_1 - C t_1 = 2 D t_1^{0.5}) \times t_2$$

$$(F_2 - C t_2 = 2 D t_2^{0.5}) \times t_1$$

$$F_1 - C \cdot t_1 \cdot t_2 = 2 D \cdot t_1^{0.5} \cdot t_2$$

$$F_2 - C \cdot t_1 \cdot t_2 = 2 D \cdot t_2^{0.5} \cdot t_1$$

$$F_1 \cdot t_2 - F_2 \cdot t_1 = 2 D (t_1^{0.5} \cdot t_2 - t_2^{0.5} \cdot t_1).$$

Sehingga:

$$D = \frac{F_1 t_2 - F_2 t_1}{2(t_1^{0.5} t_2 - t_2^{0.5} t_1)} \dots (9)$$

Nilai D lalu dimasukkan ke dalam persamaan (6) dan (7) hingga diperoleh nilai C . Nilai C dan D kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Philip. Kemu-

dian diplotkan di atas kertas grafik dan dibandingkan dengan hasil gambar dari persamaan Kostiakov. Pilih persamaan Philip hasil kombinasi dari pemilihan titik yang paling mendekati gambar persamaan Kostiakov.

Evaluasi dilakukan terhadap konstanta-konstanta persamaan Kos-tiakov (K dan n) dan Philip (C dan D) yang diperoleh dari hasil pengukuran infiltrasi untuk berbagai kadar air tanah awal di lapang. Dari evaluasi ini akan ditentukan hubungan antara konstanta-konstanta dari kedua persamaan tersebut dengan kadar air tanah awal. Hubungan tersebut dapat diperhitungkan terhadap kadar air tanah awal pada dua kedalaman dan rata-rata dari keduanya (Dhalhar, 1972).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalibrasi Alat Ukur Kelembaban Tanah (*Gypsum Block*).

Hasil kalibrasi *gypsum* bock dari sampel tanah pada lahan bervegetasi dan tidak bervegetasi digunakan untuk mendapatkan persamaan regresi liniernya, yang menggambarkan hubungan skala (Ohm) dan kadar air tanah (Gambar 1 dan 2).

Hasil perhitungan regresi linier untuk masing-masing kondisi tersebut

mempunyai nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati 100 %. Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan hubungan antara skala (Ohm) dan kadar air tanah terukur sehingga tidak mengurangi ketelitian dalam penentuan nilai kadar air tanah awal.

B. Analisis Sifat Fisik Tanah

1. Tekstur Tanah

Tekstur tanah dilihat dari proporsi tiga partikel pembentuk tanah yaitu partikel liat, debu dan pasir. Dari hasil analisa tersebut diperoleh bahwa lokasi penelitian memiliki jenis tanah lempung berpasir.

2. Porositas Total Tanah

Dari hasil analisa, porositas total tanah sebelum penelitian infiltrasi memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan setelah penelitian infiltrasi. Hal tersebut diduga akibat adanya proses pemanfaatan dan penutupan pori-pori tanah setelah pemberian air secara terus-menerus selama pengukuran infiltrasi dilakukan.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa tanah bervegetasi memiliki persentase porositas total yang relatif lebih kecil dibandingkan tanah terbuka. Hal ini karena tanah terbuka memiliki persen-tase liat

Tabel 1. Hasil analisis porositas total tanah

No	Kedlman (cm)	Sebelum penelitian		Sesudah penelitian	
		Kondisi lahan		Kondisi lahan	
		Bervegetasi (%)	Terbuka (%)	Bervegetasi (%)	Terbuka (%)
1.	10	66.4	69.1	64.8	67.6
2.	20	71.7	75.5	67.5	70.2

yang relatif besar daripada **tanah** bervegetasi. Ditinjau dari segi **kedalamannya**, persentase pori total lebih tinggi pada kedalaman 10 - 20 cm dibanding dengan kedalaman 0 - 10 cm. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan liat yang lebih tinggi dan kandungan **pasir** yang relatif lebih **rendah** pada kedalaman 10 - 20 cm dibandingkan dengan kedalaman 0 - 10 cm. Dengan demikian, diduga pori-pori makro lebih **banyak** terdapat pada kedalaman 0 - 10 cm dan **menyebabkan** terbawanya **partikel tanah** yang lebih halus dari permukaan ke dalam **tanah** ketika dilakukannya pemberian air. **Partikel tersebut mengendap** di bagian **tanah** yang lebih dalam dan menimbulkan per-sentase pori-pori total yang **lebih rendah** setelah dilakukannya penelitian infiltrasi.

3. Porositas Drainase **Tanah**.

Hasil **analisa** menunjukkan bahwa **tanah** bervegetasi memiliki porositas drainase cepat yang lebih **kecil** dan porositas drainase **lambat** yang lebih besar dibanding **tanah** terbuka, namun nilainya **tidak** jauh **berbeda** jika dibanding pada lahan terbuka. Hal ini terutama dilihat pada kedalaman 10 - 20 cm. Dengan demikian, walau kandungan lahan bervegetasi **lebih** tinggi dibanding lahan terbuka, namun **jumlah** porositas drainase cepat lahan **bervegetasi** **lebih** **rendah** dibandingkan pada lahan **terbuka**.

C. Hasil Pengukuran **Infiltrasi**

Hasil pengukuran **infiltrasi** pada lahan bervegetasi dan lahan terbuka menunjukkan bahwa laju infiltrasi akan semakin berkurang dengan semakin bertambahnya waktu. Hal ini karena pada saat **tanah** belum jenuh, terdapat gaya **hisapan** matrik dan gaya gravitasi yang bekerja. Namun semakin lama, **tanah** semakin mendekati jenuh, maka gaya **hisapan** matriknya menjadi semakin kecil dan **hanya** gaya gravitasi yang bekerja. Akibatnya laju infiltrasi **berkurang** dengan bertambahnya waktu hingga mencapai minimum dan konstan.

Adapun terjadinya penurunan kapasitas infiltrasi pada waktu tertentu adalah disebabkan oleh proses pembasahan secara terus **menerus** pada partikel **tanah**. Proses pembasahan **tersebut** menyebabkan lepasnya ikatan butir-butir **tanah**, kemudian butiran **tersebut** menutupi atau mengisi ruang pori **tanah**. Akibatnya terjadi penurunan jumlah air yang terinfiltrasi.

Ditinjau dari pengaruh tekstur dan porositas tanah terhadap kapasitas infiltrasi, maka semakin kasar tekstur **tanah** cenderung akan semakin **banyak** memiliki pori berdiameter besar. Dengan demikian, kapasitas infiltrasi **tanah** bertekstur kasar, akan lebih besar dibandingkan kapasitas infiltrasi pada **tanah** bertekstur halus.

Pada **hasil** pengukuran infiltrasi terlihat bahwa kadar air **tanah** awal **rata-rata** relatif sama yaitu 26.9 % (pada hari ke 9 untuk lahan bervegetasi, dan pada hari ke 1 untuk lahan terbuka) infiltrasi kumulatif lahan bervegetasi adalah sebesar 192 mm dan pada lahan terbuka adalah

sebesar 443 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa infiltrasi kumulatif dan **kapasitas infiltrasi** pada lahan terbuka memiliki nilai yang lebih **besar** dibandingkan pada lahan bervegetasi. Hal tersebut dapat **di-sebabkan** oleh **jumlah porositas** drainase cepat relatif **lebih** besar pada lahan terbuka dibandingkan pada lahan bervegetasi, walau tekstur lahan terbuka memiliki kandungan **pasir** yang relatif lebih **rendah** dibandingkan lahan bervegetasi.

Ditinjau dari segi kadar air **tanah**, terlihat bahwa nilai infiltrasi kumulatif akan menjadi semakin kecil dengan semakin **besarnya** kadar air **tanah** awal, sehingga akan **mem-percept** tercapainya laju infiltrasi konstan. Hal ini karena semakin tinggi kadar air, maka semakin **banyak pori** yang **telah** diisi dengan air sehingga mengurangi air yang **terinfiltrasi**.

D. Hasil Pengepasan (Fitting) Persamaan Infiltrasi

1. Hasil Pengepasan persamaan infiltrasi Kostiakov

Pengepasan persamaan **infiltrasi** Kostiakov dilakukan dengan **cara regresi** linier terhadap nilai **logaritma** waktu (t) dan infiltrasi kumulatif (F). Dari persamaan linier yang dihasilkan dapat dihitung nilai K dan n .

Dari hasil perhitungan, nilai koefisien K dan n **serta** hasil persamaan Kostiakov **untuk** lahan bervegetasi, dan hasil perhitungan nilai koefisien K dan n **untuk** lahan terbuka, terlihat bahwa nilai K dan n semakin kecil dengan semakin tingginya kadar air **tanah awal**.

2. Hasil pengepasan persamaan infiltrasi Philip.

Persamaan Philip **ditentukan** berdasarkan hasil **kom-binasi** dari pemilihan titik yang paling mendekati persamaan Kostiakov. Kombinasi titik **tersebut** yang **dipilih** adalah kombinasi 2-240, 5-240, 10-240, 2-180 dan 5-180. **Setelah** dianalisa terlihat bahwa titik kombinasi $t_1=5$, dan $t_2=180$ yang paling mendekati persamaan Kostiakov. Dengan demikian nilai C dan D dihitung berdasarkan persamaan kombinasi titik tersebut. Semakin **bertambahnya** kadar air **tanah** awal, maka nilai konstanta C dan D semakin **menurun**. Namun terlihat **hu-bungan** yang lebih erat antara kadar air **tanah** awal rata-rata dengan nilai konstanta C .

E. Hubungan Antara Konstanta Dari Persamaan Infiltrasi Kostiakov dan Philip Dengan Faktor Kadar Air Tanah Awal (θ)

1. Hubungan antara konstanta K dari persamaan infiltrasi Kostiakov dengan kadar air **tanah** awal (θ); Nilai koefisien menunjukkan bahwa lahan terbuka mempunyai hubungan yang lebih erat antara konstanta K dengan kadar air **tanah** awal dibandingkan lahan bervegetasi dan terbuka terletak pada kedalaman rata-rata.
2. Hubungan antara konstanta n dari Persamaan Infiltrasi Kostiakov dengan kadar air **tanah** awal (θ); Nilai koefisien determinasi yang diperoleh dari hasil **analisis** regresi linier pada lahan bervegetasi dan terbuka menunjukkan bahwa nilai

koefisien **determinasinya** sangat kecil **yaitu** kurang **dari** 0.5. Hal ini **menunjukkan** bahwa hubungan antara konstanta n dengan kadar air **tanah** awal tidak erat.

3. Hubungan **antara** konstanta C dari **persamaan infiltrasi** Philip dengan kadar air **tanah** awal (θ). Hasil **persamaan** regresi linier **dan** nilai koefisien **determinasi** terlihat hubungan yang lebih erat antara konstanta C dengan kadar air **tanah awal** **terdapat** pada lahan **bervegetasi**. Hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi yang lebih tinggi pada lahan bervegetasi dibandingkan lahan terbuka. **Pada** lahan bervegetasi, hubungan tererat antara konstanta C dengan kadar air **tanah** awal adalah pada kedalaman 10 - 20 cm. Secara keseluruhan antara konstanta C **dan** kadar air **tanah** awal tidak ada **korelasi**.
4. **Hubungan antara konstanta** D pada **persamaan infiltrasi** Philip dengan kadar air **tanah** awal (θ); Dari nilai koefisien determinasi terlihat **bahwa** konstanta D dan kadar air **tanah** awal **memiliki** hubungan yang erat pada lahan bervegetasi maupun pada lahan terbuka. **Pada lahan** bervegetasi, hubungan tererat terlihat pada kedalaman rata-rata.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan **analisis tekstur tanah**, **tanah** di lokasi **penelitian bertekstur** lempung **berpasir**.
2. Nilai porositas **tanah** pada lahan bervegetasi adalah lebih kecil pada

lahan terbuka. Nilai **tersebut** lebih tinggi di kedalaman 10 - 20 cm pada **kedua** jenis **lahan** tersebut. Nilai porositas **tanah** **pada** kedua **lahan** mengalami per-ubahan **setelah** **pengukuran** infiltrasi, di mana nilainya menjadi lebih kecil dibandingkan sebelum **dilakukan** infiltrasi.

3. Nilai porositas drainase **tanah** pada lahan bervegetasi **relatif** lebih kecil dibandingkan pada lahan terbuka. Ditinjau dari **segi kedalamannya**, nilai **porositas drainase** lebih tinggi **dikedalaman** 10 - 20 cm pada kedua **lahan**. Nilai porositas drainase kedua lahan **mengalami** penurunan **setelah** pengukuran infiltrasi. Ditinjau dari nilai porositas cepat, lahan bervegetasi memiliki nilai porositas drainase cepat lebih kecil dibandingkan lahan terbuka. Dilihat dari kedalamannya **maka** pada kedalaman 10 - 20 cm porositas **drainase** cepat memiliki nilai lebih **besar** dibandingkan pada kedalaman 0-10 cm.
4. Laju infiltrasi pada kedua lahan semakin **menurun** dengan semakin bertambahnya waktu. Dari segi **pengaruh** kadar air **tanah** awal, laju infiltrasi pada kedua **lahan** semakin **menurun** dengan semakin tingginya kadar **tanah** awal.
5. Dari **keempat konstanta**, hubungan erat antara konstanta dengan kadar air **tanah** awal adalah (a) hubungan antara konstanta K pada lahan bervegetasi di kedalaman rata-rata dan **pada** lahan terbuka di kedalaman rata-rata; (b) hubungan antara konstanta D pada lahan **bervegetasi** di kedalaman rata-rata, **dan lahan** terbuka di kedalaman 0-10 cm. **Di** antara semua hubungan

terse-but, **hubungan** yang paling erat antara **konstanta dengan kadar air tanah awal ditunjukkan pada (a).**

6. Hubungan erat antara konstanta K dan kadar air tanah awal pada lahan **bervegetasi dikedalaman rata-rata dengan persamaan: $K = 6.45 \times 10^7 (\theta_{\text{rata}})^{-5.0096}$** , dan lahan terbuka **untuk kedalaman rata-rata dengan persamaan: $K = 5.91 \times 10^{19} (\theta_{\text{rata}})^{-13.1141}$** . Antara kedua kondisi lahan, lahan **bervegetasi** menunjukkan hubungan yang lebih erat dibandingkan lahan terbuka.
7. Hubungan erat antara konstanta D dengan kadar air tanah awal adalah pada lahan **bervegetasi untuk kedalaman rata-rata dengan persamaan $D = -0.4680 \theta_{\text{rata}} + 16.4813$** , dan lahan terbuka untuk kedalaman 0 – 10 cm dengan persamaan: $D = -1.9220 \theta + 55.0656$. Antara kedua kondisi lahan, lahan **bervegetasi** memiliki hubungan yang lebih erat dibandingkan lahan terbuka.

B. Saran

1. Perlu **penelitian** seperti ini untuk **tanah** yang akan digunakan atau dikembangkan untuk tujuan **produktif** seperti misalnya **pertanian**.
2. Perlu dikembangkan penelitian yang menghubungkan **perhitungan kapasitas infiltrasi secara teoritis** iai dengan kondisi **nyata di lapang, terutama** untuk tujuan **perencanaan atau pengembangan produktif suatu lahan tertentu**.
3. **Pengukuran terhadap porositas** sebaiknya **tidak hanya** dilakukan sebelum dan **se-sudah pengamatan**

di **lapangan** namun **selama pengamatan dilakukan.**

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. 1983. Pengawetan Tanah dan Air. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Bintari, K. 1996. Evaluasi **Konstanta Persamaan Infiltrasi** Kostiakov dan Philip Secara **Empirik**. Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, **Institut Pertanian Bogor. Bogor.**

Dhalhar, M.A. 1972. Process And Field Evaluation of Infiltration Rate. A "Plan B" Paper for MS, The University of Minnesota. Minnesota (unpublished).

Hardjowigeno, S. 1991. **Pengantar Ilmu Tanah**. Mediyatama Sarana **Perkasa**. Jakarta.

Hartono, R. 1991. **Evaluasi Persamaan Infiltrasi** dari Kostiakov dan Philip di **Lapang**. Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian **Bogor. Bogor.**

Hillel, D. 1971. Soil and Water: Physical Principles and Processes. Academic Press. New York.

Hillel, D. 1980. Application of Soil Physics. Academic Press. New York.

Lembaga Penelitian Tanah. 1979. Penuntun **Analisa Fisika Tanah**. **Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian Tanah. Bogor.**

Nelliza. 1996. Klasifikasi dan Interpretasi Genesis Tiga Jenis Tanah di Wilayah Kampus Darmaga, **Bogor**. Jurusan

- Tanah**, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pamuji, H. 1994. Evaluasi Persamaan Infiltrasi dari Kostiakov dan Philip dengan Metode Pengepasan (Fitting Process) Pada Lahan Pertanian di Cipinang, Sukabumi. Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwowidodo. 1986. Tanah dan Erosi. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Schwab, O. G., R. K. Frevert, T. W. Edminster and K. K. Barnes. 1981 Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley & Sons. New York.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 1985. Hidrologi untuk Perairan. Pradnya Paramita. Jakarta.