

# Identifikasi Penaksir Retensi Air Tanah pada Inceptisols Indonesia

## *Identification of Predictors for Soil Water Retention of Indonesian Inceptisols*

Y. SULAEMAN<sup>1</sup>, HIKMATULLAH<sup>1</sup>, DAN H. SUBANDA<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membangun basisdata digital sifat hidrolik tanah dan melakukan identifikasi penaksir retensi air tanah pada ordo Inceptisols menggunakan data dari basisdata tanah yang telah dikembangkan. Laporan-laporan survei tanah telah dikumpulkan dan data sifat hidrolik tanah telah disimpan dalam *spreadsheet*. Sebanyak 230 *dataset* ordo Inceptisols telah dipisahkan dari basisdata ini sebagai bahan studi identifikasi penaksir menggunakan teknik Banin-Amiel dan teknik Stepwise. Basisdata sifat hidrolik tanah digital yang dihasilkan menyimpan 832 *dataset* yang berasal dari Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Pulau Flores, Pulau Lombok, dan Gorontalo. *Dataset* didominasi oleh tanah Inceptisols dan tanah bertekstur halus. Korelasi antara retensi air tanah dan setiap sifat tanah lainnya serta urutan keefektifan penaksir bervariasi dengan potensial matrik (tingkat pF) yang dipengaruhi oleh rejim kelembaban tanah dan tipe pedogenesis. Ruang pori total dan kapasitas tukar kation (KTK) adalah penaksir potensial, selain sebaran ukuran butir, karbon organik, dan berat jenis untuk tanah Inceptisols. Basisdata sifat hidrolik tanah digital, selain menyimpan hasil-hasil penelitian juga menyediakan bahan-bahan dasar untuk berbagai studi yang berkaitan dengan sifat hidrolik tanah. Penyusunan *dataset* untuk pengembangan fungsi pedotransfer pada Inceptisols hendaknya memperhatikan rejim kelembaban tanah dan tipe pedogenesis.

*Kata kunci* : Basisdata sifat hidrolik tanah, Inceptisols, Retensi air, Teknik Stepwise, Teknik Banin-Amiel

### ABSTRACT

This study aimed to build a soil hydraulic properties digital database and to identify predictors for soil water retention of Inceptisols using data from developed database. Soil survey reports were compiled and soil hydraulic properties were entered into a spreadsheet. As many as 230 datasets of Inceptisols were extracted from developed database to identify predictors for soil water retention using Banin-Amiel and Stepwise techniques. Currently, the Soil Hydraulic Properties Digital Database stores 832 datasets from Central Kalimantan, East Kalimantan, Flores Island, Lombok Island, and Gorontalo District. The dataset is dominated by Inceptisols and fine soils. The correlation between soil water retention and other soil properties, and the order of predicting effectiveness varies with matrix potential (pF) which influenced by soil moisture regime and pedogenesis type. Total pores and cation exchange capacity are potential predictors for soil water retention of Inceptisols in addition to particle size distribution, organic carbon, and bulk density. The Soil Hydraulic Properties Digital Database stores research results and provides data for any study regarding soil hydraulic properties. The dataset selection for developing pedotransfer function of Inceptisols should consider both soil moisture regime and pedogenesis type.

*Keywords* : Soil hydraulic properties database, Inceptisols, Water retention, Stepwise technique, Banin-Amiel technique

### PENDAHULUAN

Retensi air tanah (*soil water retention*) khususnya pada pF 2,54 dan pF 4,2 menentukan indeks kecukupan air yang selanjutnya menentukan pemilihan waktu tanam komoditas pertanian (Allen *et al.*, 1998; Eagleman, 1971) dan menentukan teknik pengelolaan konservasi tanah dan air. Namun demikian, pengukuran sifat hidrolik ini menyita banyak waktu dan biaya serta memerlukan pekerja yang banyak (Tietje dan Tapkenhinrich, 1993).

Karena itu, para peneliti telah mengembangkan fungsi pedotransfer (FPT) untuk menaksir retensi air tanah menggunakan sifat-sifat tanah yang telah tersedia (Rawls *et al.*, 1991; Cosby *et al.*, 1984; Gupta dan Larson, 1979; Saxton *et al.*, 1986; Bruand *et al.*, 2003; Vereecken *et al.*, 1989; De Jong *et al.*, 1983; dan Tomasella *et al.*, 2000). Model-model tersebut telah dievaluasi di beberapa lokasi geografis dan skala kajian. Ahuja *et al.* (1985), contohnya, melaporkan bahwa FPT yang dikembangkan pada skala regional cenderung *over estimate* pada skala *watershed*. Sementara itu di Brazil, Tomasella *et al.* (2000) menyimpulkan bahwa FPT dari daerah *temperate* kurang baik dibandingkan model yang dikembangkan dari tanah Brazil. FPT bersifat spesifik tanah dan lingkungan.

Di Indonesia, pembuatan FPT belum berkembang. Beberapa faktor menghambat upaya ini

1. Peneliti pada Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor
2. Peneliti pada Balai Penelitian Tanah, Bogor

termasuk kondisi data dan penguasaan alat. Data mungkin ada tetapi tidak dengan serta merta dapat digunakan untuk studi itu. Biasanya data hidrolik tanah tersimpan dalam laporan yang seringkali tidak dapat diakses dengan mudah karena arsiparis yang tidak baik. Sementara itu, alat-alat untuk analisis termasuk statistik, matematik, dan penambangan data (*data mining*) sudah tersedia namun sangat sedikit para peneliti tanah yang berminat untuk mempelajarinya. Dari kedua faktor itu, kondisi data yang tidak terorganisasi dengan baik merupakan penyebab utama sulit berkembangnya pembuatan fungsi pedotransfer.

Identifikasi dan pemilihan peubah penaksir adalah langkah awal yang penting dalam pembuatan FPT karena akan menentukan keefektifan FPT yang dihasilkan dalam menaksir retensi air tanah. Penaksir potensial dapat diidentifikasi menggunakan pendekatan apriori atau pendekatan pembelajaran dari pola data. Pada teknik pertama, peneliti menentukan peubah penaksir berdasarkan hasil-hasil studi terdahulu dan berdasarkan pemahamannya akan hubungan antara peubah, sedangkan pada teknik kedua peneliti memperoleh masukan dari komputer tentang penaksir yang bisa digunakan. Pendekatan kedua bisa dilakukan apabila *dataset* berukuran besar tersedia.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun suatu basisdata digital sifat hidrolik tanah dari data hasil survei tanah dan untuk mengidentifikasi penaksir-penaksir potensial retensi air tanah ordo Inceptisols.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data retensi air dari hasil survei tanah. Data retensi air tanah dan sifat-sifat tanah lainnya dalam laporan-laporan survei tanah disimpan ke dalam perangkat lunak *spreadsheet*. Sifat-sifat tanah yang dimasukkan terdiri atas: retensi air pada pF 1, pF 2, pF 2,54, dan pF 4,2; persentase pasir, debu, liat; kandungan karbon organik, berat jenis tanah, kelas tekstur tanah, persentase total ruang pori, dan KTK.

Selain itu, data lokasi observasi juga dimasukkan, yang meliputi kode observasi, nomor lapisan, serta nama desa, kecamatan, kabupaten, dan provinsi.

Sebanyak 230 *dataset* sifat hidrolik tanah yang termasuk ordo Inceptisols diekstrak dari basisdata sifat hidrolik tanah yang telah dibuat untuk bahan studi korelasi dan identifikasi penaksir retensi air tanah. Ringkasan statistik disajikan pada Tabel 1. *Dataset* itu kemudian dibagi menjadi beberapa *subdataset* berdasarkan rejim kelembaban tanah untuk melihat pengaruh rejim kelembaban terhadap efektivitas penaksiran, tipe pedogenesis untuk mengetahui pengaruh pedogenesis terhadap efektivitas penaksiran, dan kombinasinya untuk mengetahui kombinasi pengaruh antara rejim kelembaban dan tipe pedogenesis. Berdasarkan rejim kelembaban tanah, *dataset* dikelompokkan menjadi : Aquepts (*dataset* yang mempunyai rejim kelembaban akuat), Udepts (*dataset* yang mempunyai rejim kelembaban udik), dan Ustepts (*Dataset* yang mempunyai rejim kelembaban Ustik). Berdasarkan tipe pedogenesis, *dataset* dibedakan atas: Topsoil (*dataset* dari kedalaman 0-30 cm) dan Subsoil (*dataset* dari kedalaman 30-60 cm). Karena keterbatasan data, kombinasi hanya dibedakan atas: Udepts-Top (*dataset* mempunyai rejim kelembaban udik dari kedalaman 0-30 cm), dan Udepts-Sub (*dataset* mempunyai rejim kelembaban udik dari kedalaman 30-60 cm). Selain itu, *dataset all* menunjukkan semua data sebelum dibagi lebih lanjut.

Masing-masing *subdataset* diekspor ke perangkat statistik STATISTIKA (StatSoft Inc., 1999). Analisis korelasi sederhana dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara pasangan sifat tanah lainnya dengan retensi air untuk ketiga tingkat pF. Dari analisis ini diperoleh nilai koefisien korelasi setiap pasangan untuk setiap *subdataset*. Selanjutnya, analisis multiple regresi stepwise dilakukan untuk mengukur nilai BETA dan korelasi gabungan antara sifat-sifat tanah lainnya dengan retensi air untuk ketiga tingkat pF.

Identifikasi peubah penaksir menggunakan teknik Banin-Amiel (Banin dan Amiel, 1970) dan teknik

**Tabel 1. Ringkasan statistik sifat-sifat hidrolik tanah Inceptisols***Table 1. Statistical summary of soil hydraulic properties of Inceptisols*

Parameter	P	D	L	OK	BJ	RPT	KTK	Retensi air		
								pF 2	pF 2,54	pF 4,2
Max	84	73	91	8,55	1,64	81,9	65,9	75,4	65,2	36,6
Min	0	9	0	0,12	0,48	38	3,5	20,2	15,7	4,3
Rerata	27	35,9	37	1,65	1,12	56,53	22,7	41,4	36,0	19,92
Median	23,3	35	35	1,19	1,12	56,25	19,6	41,6	36,6	19,7
Std. dev	21,7	14,1	20	1,48	0,21	7,46	13,0	9,3	9,20	7,64
CV	0,81	0,39	0,5	0,84	0,18	0,13	0,57	0,22	0,26	0,38

Keterangan :

P = persentase fraksi pasir (0,05-2 mm); D = persentase fraksi debu (2-50  $\mu\text{m}$ ); persentase fraksi liat (< 2  $\mu\text{m}$ ), OK = persentase kandungan karbon organik tanah; BJ = berat jenis tanah (dalam  $\text{g cm}^{-3}$ ); RPT = persentase ruang pori total; KTK = kapasitas tukar kation (dalam  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ); CV = koefisien keragaman (%)

Stepwise (Draper dan Smith, 1981). Banin dan Amiel (1970) telah menggunakan nilai koefisien korelasi minimal 0,7 untuk seleksi peubah penaksir sifat tanah tertentu. Jadi, apabila nilai koefisien korelasi antara sifat tanah dengan retensi air 0,7 atau lebih maka sifat tanah itu dapat dijadikan sebagai peubah penaksir. Sementara itu, teknik stepwise menyeleksi peubah penaksir dengan cara memilih peubah penaksir yang nyata memiliki kontribusi terbesar pada nilai koefisien determinan, seperti yang ditunjukkan oleh nilai koefisien BETA. Koefisien BETA yang nyata berbeda dari 0 (nol) untuk suatu sifat tanah mengindikasikan bahwa sifat tanah itu berkontribusi besar terhadap keragaman retensi air tanah, sehingga dapat dijadikan sebagai peubah penaksir.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Basisdata digital sifat hidrolik tanah

Basisdata digital yang dihasilkan menyimpan sebanyak 834 *dataset* yang berasal dari daerah yang beriklim basah, yaitu daerah Samarinda, Kutai, Kapuas, Kotawaringin di P. Kalimantan dan dari daerah beriklim kering yaitu P. Flores, dan P. Lombok. Berdasarkan ordo tanah, *dataset* paling banyak berasal dari ordo Inceptisols, yaitu tanah yang banyak dimanfaatkan untuk lahan pertanian dan menempati penyebaran terluas secara nasional.

Sementara itu, menurut kelas tekstur, *dataset* didominasi oleh tanah bertekstur halus, yakni liat dan lempung berliat.

Deskripsi statistik dari sifat-sifat hidrolik tanah yang ada dalam basisdata disajikan dalam Tabel 2. Data ini merupakan gabungan data lapisan atas (0-30 cm) dan lapisan bawah (30-60 cm). Kadar karbon organik tanah, contohnya, berkisar dari 0 sampai 10,9, dengan nilai rata-rata 1,72 dari total 600 contoh tanah. Kadar karbon organik tertinggi berasal dari tanah-tanah yang termasuk grup Humitropepts yaitu tanah yang kaya akan humus.

Kebanyakan sifat-sifat hidrolik tanah, kecuali retensi air pada pF 2,54 dan pF 4,2 nampak menyebar secara tidak normal, seperti ditunjukkan oleh nilai *skewness* yang tidak mendekati nol (Tabel 2). Analisis statistik parametrik mengasumsikan data menyebar secara normal. Karena itu, data sifat-sifat hidrolik tanah perlu ditransformasi terlebih dulu sehingga mendekati penyebaran normal sebelum analisis statistik parametrik dilakukan (Gomez dan Gomez, 1984).

### Pengaruh lingkungan pada korelasi antara retensi air tanah dan sifat tanah lainnya

Pada pengujian menggunakan semua *dataset*, semua sifat tanah, kecuali persentase debu, berkorelasi linier secara nyata dengan retensi air pada pF 2 dan pF 4,2 (Tabel 3), yang berarti bahwa

**Tabel 2. Deskripsi statistik sifat-sifat hidrolik tanah Indonesia**

*Table 2. Statistic description of soil hydraulic properties of Indonesian soils*

Sifat tanah	N	Max	Min	Rata-rata	Median	Std. dev	Skew
Fraksi pasir (%)	834	98	0	32,4	29,8	22,3	0,6
Fraksi debu (%)	834	77	1	32,3	31,0	13,9	0,5
Fraksi liat (%)	834	92	0	35,2	34,1	18,6	0,5
Karbon organik (%)	600	10,9	0	1,72	1,3	1,5	2,2
Berat jenis (g cm <sup>-3</sup> )	832	6,9	0	1,13	1,1	0,3	6,9
Ruang pori total (%)	812	86,1	0	54,8	55,6	9,6	-2,5
KTK (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	535	78,2	0,6	23,0	20,0	13,9	0,9
RA pF 1 (% berat)	226	69,9	0	41,7	43,7	13,9	-1,2
RA pF 2 (% berat)	814	81,2	0	39,9	40,6	11,2	-0,5
RA pF 2,54 (% berat)	814	74,5	0	34,5	35,1	10,7	-0,3
RA pF 4,42 (% berat)	814	39,4	0	20,0	19,7	9,2	0,0

Keterangan : KTK = kapasitas tukar kation, RA = retensi air

nilai koefisien korelasi antara peubah ini tidak sama dengan nol pada taraf uji 5%. Koefisien yang nyata berbeda dari nol menunjukkan bahwa hubungan antara kadar air tanah dengan setiap sifat tanah bersifat linear. Jadi, kadar air tanah pada pF 2 dan pF 2,54 dengan sifat tanah lainnya mempunyai hubungan yang linear. Sementara itu, kadar air tanah pada pF 4,2 berhubungan linear hanya dengan persentase pasir, persentase liat, atau KTK.

Pengelompokkan data berdasarkan rejim kelembaban tanah ternyata menyebabkan perubahan pada koefisien korelasi antara ketujuh sifat tanah dengan kadar air tanah (Tabel 3). Sebagai contoh, pada pengujian menggunakan seluruh *dataset*, bobot isi menunjukkan hubungan yang tidak linear dengan kadar air tanah pada pF 4,2. Tetapi, bobot isi ternyata berhubungan secara linear dengan kadar air pada pF 4,2 pada *dataset* Aquepts (Inceptisols dengan rejim kelembaban akuik) dan pada Ustepts (Inceptisols dengan rejim kelembaban ustik). Sebaliknya, berat jenis menunjukkan hubungan tidak linear dengan kadar air tanah pada pF4,2 untuk *dataset* Udepts (Inceptisols dengan rejim kelembaban udik).

Pengelompokkan *dataset* berdasarkan tipe pedogenesis, yakni *dataset* Topsoil (Inceptisols pada lapisan atas) dan Subsoil (Inceptisols pada lapisan bawah), juga menunjukkan perubahan pada koefi-

sien korelasi antara ketujuh sifat tanah dengan kadar air tanah. Topsoil mengindikasikan proses pedogenesis yang sedang aktif berlangsung seperti dekomposisi bahan organik dan mineralisasi, sedangkan subsoil mengindikasikan proses pedogenesis yang telah terjadi pada masa lampau. Ruang pori total berhubungan tidak linear dengan kadar air tanah pada pF 4,2, namun setelah data dikelompokkan menurut proses pedogenesis ternyata ruang pori total berhubungan tidak linear dengan kadar air tanah pada pF 4,2 pada *dataset* topsoil tetapi berkorelasi linear pada *dataset* subsoil.

**Penaksir retensi air tanah**

Teknik Banin-Amiel ini mampu mengidentifikasi penaksir untuk retensi air pada pF 4,2 (Tabel 3) pada *dataset* Ustepts dan Udepts-sub. Untuk *dataset* lainnya, koefisien korelasi antara sifat tanah dan retensi air kurang dari 0,7 sehingga tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh teknik ini. Pada *dataset* Ustepts, koefisien korelasi retensi air pada pF 4,2 dan persentase pasir dan persentase liat adalah masing-masing 0,7 dan 0,72. Karenanya, persentase pasir dan persentase liat merupakan penaksir potensial untuk menduga retensi air tanah pada pF 4,2. Sementara itu, pada *dataset* Udepts-Sub, koefisien korelasi antara retensi air pada pF 4,2 dan persentase liat adalah sebesar 0,7. Karenanya,

**Tabel 3. Koefisien korelasi antara retensi air tanah dan beberapa sifat tanah Inceptisols lainnya***Table 3. Coefficient correlation between soil water retention and other soil properties of Inceptisols*

Retensi air	P	D	L	OK	BI	RPT	KTK
All (n = 230)							
W <sub>2</sub>	-0,33*	-0,04	0,40*	0,28*	-0,35*	0,28*	0,17*
W <sub>2,54</sub>	-0,38*	-0,04	0,45*	0,25*	-0,30*	0,24*	0,20*
W <sub>4,2</sub>	-0,46*	-0,03	0,53*	0,11	-0,04	0,04	0,23*
Aquepts (n = 51)							
W <sub>2</sub>	-0,12	-0,17	0,20	-0,07	-0,56*	0,61*	-0,05
W <sub>2,54</sub>	-0,12	-0,19	0,21	-0,07	-0,57*	0,61*	0,00
W <sub>4,2</sub>	0,04	-0,12	0,04	-0,29*	-0,31*	0,38*	0,00
Ustepts (n = 47)							
W <sub>2</sub>	-0,51*	0,22	0,57*	0,27	0,13	-0,09	0,63*
W <sub>2,54</sub>	-0,51*	0,22	0,57*	0,22	0,12	-0,09	0,66*
W <sub>4,2</sub>	<u>-0,67*</u>	0,31	<u>0,72*</u>	0,16	0,41*	-0,39*	0,61*
Udepts (n = 132)							
W <sub>2</sub>	-0,35*	0,04	0,40*	0,39*	-0,37*	0,21*	0,22*
W <sub>2,54</sub>	-0,39*	0,04	0,45*	0,32*	-0,30*	0,16	0,21*
W <sub>4,2</sub>	-0,44*	-0,03	0,57*	0,16	-0,08	0,03	0,20*
Topsoil (n = 140)							
W <sub>2</sub>	-0,39*	-0,06	0,48*	0,26*	-0,28*	0,24*	0,17*
W <sub>2,54</sub>	-0,41*	-0,07	0,51*	0,24*	-0,26*	0,23*	0,21*
W <sub>4,2</sub>	-0,44*	-0,09	0,55*	0,16	-0,06	0,03	0,22*
Subsoil (n = 90)							
W <sub>2</sub>	-0,22*	0,00	0,24*	0,41*	-0,59*	0,49*	0,17*
W <sub>2,54</sub>	-0,31*	0,03	0,33*	0,35*	-0,48*	0,41*	0,19*
W <sub>4,2</sub>	-0,49*	0,11	0,47*	0,13	-0,20	0,23*	0,27*
Udepts-Topsoil (n = 83)							
W <sub>2</sub>	-0,39*	0,01	0,46*	0,39*	-0,30*	0,19	0,16
W <sub>2,54</sub>	-0,40*	0,00	0,50*	0,34*	-0,25*	0,15	0,15
W <sub>4,2</sub>	-0,39*	-0,11	0,57*	0,19	-0,03	0,02	0,16
Udepts-Subsoil (n = 49)							
W <sub>2</sub>	-0,26	0,12	0,24	0,48*	-0,62*	0,40*	0,38*
W <sub>2,54</sub>	-0,35*	0,18	0,32*	0,38*	-0,51*	0,35*	0,34*
W <sub>4,2</sub>	-0,53*	0,17	0,67*	0,17	-0,25	0,21	0,30*

Keterangan :

P = fraksi pasir (%); D = fraksi debu (%); L = fraksi liat (%), OK = karbon organik tanah (%); BI = bobot isi tanah ( $\text{g cm}^{-3}$ ); RPT = ruang pori total (%); KTK = kapasitas tukar kation ( $\text{cmolc kg}^{-1}$ ); W<sub>2</sub> = retensi air pada -10 kPa; W<sub>2,54</sub> = retensi air pada -33 kPa; dan W<sub>4,2</sub> = retensi air pada -1.500 kPa

\*) Nyata lebih dari nol pada pengujian menggunakan taraf 5%. Angka yang digaris bawah menunjukkan bahwa peubah itu adalah penaksir potensial menurut Teknik Banin-Amiel.

persentase liat adalah penaksir retensi air pada pF 4,2 untuk data Udepts-Sub.

Tabel 4 menyajikan koefisien BETA untuk setiap sifat tanah. Nilai BETA merupakan nilai koefisien regresi yang telah dibakukan (*standardized*), sehingga

memungkinkan untuk membandingkan data yang satu dengan data yang lainnya (Statsoft Inc., 1999). Sebagai contoh, retensi air pada pF 4,2 dapat ditaksir dengan persentase debu, persentase liat, dan bobot isi tanah dengan koefisien korelasi R =

**Tabel 4. Koefisien BETA dan koefisien korelasi ganda antara retensi air tanah dan sifat-sifat tanah Inceptisols lainnya**

*Table 4. BETA coefficient and multiple correlation coefficients between soil water retention and other soil properties of Inceptisols*

Retensi air	P	D	L	OK	BI	RPT	KTK	R
All (n = 230)								
W <sub>2</sub>		0,09	0,45*	0,06	-0,67*	-0,30		0,59
W <sub>2,54</sub>		-0,10	0,51*		-0,63*	-0,28		0,59
W <sub>4,2</sub>		-0,10	0,50*		-0,11			0,54
Aquepts (n = 51)								
W <sub>2</sub>			0,17	-0,15		0,61*		0,65
W <sub>2,54</sub>			0,18	-0,14		0,62*		0,65
W <sub>4,2</sub>			1,14*	-0,37*	0,72*		0,16	0,56
Udepts (n = 47)								
W <sub>2</sub>	-0,12		0,32*	0,13	0,61*	-0,29*		0,62
W <sub>2,54</sub>	-0,12		0,39*		-0,65*	-0,35*		0,60
W <sub>4,2</sub>			0,59*		-0,14			0,59
Ustepts (n = 132)								
W <sub>2</sub>			0,31*				0,45*	0,68
W <sub>2,54</sub>			0,28*				0,49*	0,69
W <sub>4,2</sub>		0,13	0,41*		0,24*		0,35*	0,81
Topsoil (n = 140)								
W <sub>2</sub>		0,08	0,53*		-0,66*	-0,33		0,60
W <sub>2,54</sub>		0,08	0,56*		-0,58*	0,26		0,60
W <sub>4,2</sub>			0,56		-0,09			0,55
Subsoil (n = 90)								
W <sub>2</sub>	-0,25*			0,23*	-0,56*			0,69
W <sub>2,54</sub>	-0,34*			0,18*	-0,47*			0,63
W <sub>4,2</sub>	-0,36*		0,20		-0,25*			0,57
Udepts-Topsoil (n = 83)								
W <sub>2</sub>			0,47*	0,18	-0,33*			0,62
W <sub>2,54</sub>			0,54*		-0,04	-0,33		0,61
W <sub>4,2</sub>			0,59		-0,12			0,59
Udepts-Subsoil (n = 49)								
W <sub>2</sub>	-0,24*				-0,81*	-0,30	0,17	0,71
W <sub>2,54</sub>	0,38*				-0,71*	-0,27		0,64
W <sub>4,2</sub>		0,16	0,54*		-0,22			0,62

Keterangan :

P = persentase fraksi pasir (0,05-2 mm); D = persentase fraksi debu (2-50 µm); persentase fraksi liat (< 2 µm), OK = persentase kandungan karbon organik tanah; BI = bobot isi tanah (g cm<sup>-3</sup>); RPT = persentase ruang pori total; KTK = kapasitas tukar kation (dalam cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>); W<sub>2</sub> = retensi air pada pF 2; W<sub>2,54</sub> = retensi air pada pF 2,54; dan W<sub>4,2</sub> = retensi air pada pF 4,2; R = nilai koefisien korelasi ganda (*coefficient of multiple correlation*)

\*) Koefisien dari penaksir tersebut nyata lebih dari nol pada pengujian menggunakan taraf 5%.

0,54 (Tabel 4). Namun demikian, kontribusi setiap penaksir dalam menentukan nilai R ini berbeda-beda seperti ditunjukkan oleh nilai BETA untuk setiap peubah yang juga berbeda-beda. Semakin besar nilai BETA, semakin besar kontribusi penaksir dalam menentukan nilai R. Karena itu, peubah penaksir dapat diurutkan menurut tingkat kepentingannya sebagai berikut: persentase liat > bobot isi > persentase debu.

Data pada Tabel 4 juga memberikan informasi tentang penaksir-penaksir kunci yang bisa terdiri atas satu, dua, atau lebih sifat tanah. Penaksir kunci adalah sifat-sifat tanah yang koefisien regresinya nyata tidak sama dengan nol pada taraf uji tertentu, dalam kasus ini taraf uji 5%. Sebagai contoh, persentase liat, bobot isi, dan KTK adalah penaksir-penaksir kunci kadar air tanah pada pF 4,2 untuk *dataset* Ustepts (Tabel 4).

Data pada Tabel 4 tidak hanya mendukung penggunaan sebaran ukuran butir partikel tanah, berat jenis tanah, dan bahan organik tanah sebagai penaksir retensi air dalam FPT-FPT yang sudah ada, tetapi juga menyarankan penaksir retensi air baru pada tanah Inceptisols, yaitu KTK dan persentase ruang pori total. KTK merupakan penaksir kunci untuk tanah Ustepts dan nampak lebih penting dibanding persentase liat, seperti ditunjukkan oleh nilai BETA KTK yang lebih tinggi dibanding nilai BETA persentase liat. Sementara itu, persentase ruang pori total merupakan penaksir kunci pada Aquepts dan Udepts, meskipun tidak sepenting penaksir kunci lainnya, seperti ditunjukkan oleh nilai BETA seringkali lebih rendah dibanding penaksir kunci lainnya.

#### Pengelolaan data

Basisdata sifat hidrolik tanah digital yang dikembangkan dalam penelitian ini menyediakan beberapa kemudahan dalam penelusuran, akses, pembaharuan, dan penambahan data. Upaya penyusunan basisdata ini pada dasarnya adalah upaya penyelamatan hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan sifat hidrolik tanah. Data sifat hidrolik tanah yang tersimpan dalam naskah laporan sangat rawan akan kerusakan fisik, seperti kotor, sobek, atau lebih fatal lagi hilang, sehingga sulit ditelusuri atau data hilang selamanya. Setelah basisdata digital dibangun, upaya selanjutnya adalah perawatan dan penambahan data hasil penelitian terbaru.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara retensi air pada pF tertentu berubah, demikian juga komposisi penaksir berubah dengan *dataset*. Hal ini menunjukkan bahwa rejim kelembaban tanah mempengaruhi tingkat keeratan hubungan antara retensi air dengan sifat tanah. Selain itu, tipe pedogenesis juga mempengaruhi hubungan antara retensi air dengan sifat tanah lainnya. Bruand *et al.* (2003) juga menyarankan agar tipe pedogenesis diperhatikan dalam penyusunan pedotransfer, namun mereka tidak merinci lebih lanjut tipe-tipe tersebut.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Persentase ruang pori total dan KTK merupakan penaksir potensial retensi air pada Inceptisols, selain sebaran ukuran butir tanah, kadar karbon organik, dan bobot isi tanah.
2. Rejim kelembaban tanah dan pedogenesis perlu diperhitungkan dalam pengelompokkan *dataset* karena mempengaruhi tingkat keeratan hubungan antara retensi air dan sifat-sifat tanah lainnya dan karena menentukan jenis penaksir retensi air tanah.
3. Pengelompokkan data berdasarkan rejim kelembaban, tipe pedogenesis, dan ordo tanah sangat dianjurkan bila *dataset* cukup besar.
4. Basisdata yang dikembangkan perlu diintegrasikan dengan basisdata spasial agar lebih berdaya guna.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua *reviewer* atas saran dan masukan untuk perbaikan manuskrip ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, L.R., J.W. Naney, and R.D. Williams. 1985. Estimating soil water characteristics from simple properties or limited data. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:1100-1105.
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop requirement. FAO Irrigation and Drainage. Paper no. 56, Rome, Italy. 300p.
- Banin, A. and A. Amiel. 1970. A correlative study of the chemical and physical properties of a group of natural soils of Israel. *Geoderma* 3: 185-198.
- Bruand, A., P.P. Fernandez, and O. Duval. 2003. Use of class pedotransfer functions based on texture and bulk density of clods to generate water retention curves. *Soil Use and Management* 19:232-242.

- Cosby, B.J., G.M. Hornberger, R.B. Clapp, and T.R. Ginn. 1984.** A statistical exploration of soil moisture characteristics to the physical properties of soils. *Water Resour. Res.* 20:682-690.
- De Jong, R., C.A. Campbell, and W. Nicholaichuk. 1983.** Water retention equations and their relationship to soil organic matter and particle size distributions for disturbed samples. *Can. J. Soil Sci.* 63:291-302.
- Draper, N.R. and H. Smith. 1981.** *Applied Regression Analysis*, 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons. New York. 709p.
- Eagleman, J.R. 1971.** An experimentally derived model for actual evapotranspiration. *Agricultural Meteorology* 8: 385-394.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1983.** *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley and Sons.
- Gupta, S.C., and W.E. Larson. 1979.** Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter content, and bulk density. *Water Resource. Res.* 15: 1633-1635.
- Rawls, W.J., T.J. Gish, and D.L. Brakensiek. 1991.** Estimating soil water retention from soil physical properties and characteristics. *Adv. Soil. Sci.* 16:213-234.
- Saxton, K.E., W.J. Rawls, J.S. Rombeger, and R.I. Papendick. 1986.** Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 50:1031-1036.
- StatSoft, Inc. 1999.** STATISTICA for Windows. Tulsa, UK.
- Tietje, O. and Tapkenhinrich. 1993.** Evaluation of Pedotransfer function. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:1088-1095.
- Tomasella, J., M.G. Hodnett, and L. Rossato. 2000.** Pedotransfer function for the estimation of soil water retention in Brazilian soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:327-338.
- Vereecken, H., J. Mayes, J. Feyen, and P. Darius. 1989.** Estimating the soil moisture retention characteristics from texture, bulk density, and carbon content. *Soil Sci.* 148:389-403.