

PROSIDING
SEMINAR DAN KONGRES NASIONAL X
HIMPUNAN ILMU TANAH INDONESIA

TANAH UNTUK KEHIDUPAN
YANG BERKUALITAS

Universitas Sebelas Maret Surakarta, 6 - 8 Desember 2011



PENYUNTING :

Vita Ratri Cahyani, Dwi Priyo Ariyanto
Widyatmani Sih Dewi, Suwardi, dan Budi Mulyanto

didukung oleh:



sinarmas

Bakti Pendidikan
DJARUM foundation



DITERBITKAN OLEH :
JURUSAN ILMU TANAH FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
BEKERJASAMA DENGAN
HIMPUNAN ILMU TANAH INDONESIA



PROSIDING

SEMINAR DAN KONGRES NASIONAL X

HIMPUNAN ILMU TANAH INDONESIA

(HITI)

“Tanah Untuk Kehidupan Yang Berkualitas”

**Universitas Sebelas Maret
Surakarta, 6-8 Desember 2011**

PENYUNTING :
Vita Ratri Cahyani
Dwi Priyo Ariyanto
Widyatmani Sih Dewi
Suwardi
Budi Mulyanto



**JURUSAN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN UNS**



**HIMPUNAN ILMU TANAH
INDONESIA**

Sitasi:

Vita Ratri Cahyani, Dwi Priyo Ariyanto, Widyatmani Sih Dewi, Suwardi, dan Budi Mulyanto (Ed.). 2012. Prosiding Seminar dan Kongres Nasional X Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI): Tanah untuk Kehidupan yang Berkualitas. Surakarta, 6-8 Desember 2011. Buku 2. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.

Diterbitkan oleh:

Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNS

Jl. Ir. Sutami 36a Ketingan, Jebres, Surakarta 57126

Telp./Fax.: 0271 – 632477

Email: ilmutanahuns@yahoo.com

bekerjasama dengan

Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI)

©JIT FP UNS 2012.

* COPYRIGHT:

All right of the papers in this book are reserved to the individual authors, and all rights of the other parts to the Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNS and HITI

** DISCLAIMER:

Papers are published here unedited, as submitted by their authors. The conference does not necessarily endorse their contents.

*** No part of this publication may be reproduced in any form or by any means, electronically, mechanically, by photocopying, recording or other wish without the prior permission of the copyright owners.

ISBN BUKU 1: 978-602-99713-2-3

ISBN BUKU 2: 978-602-99713-3-0

ISBN BUKU 3: 978-602-99713-4-7

PERGERAKAN AIR DI LAHAN KERING SEBAGAI SALAH SATU INDIKATOR DEGRADASI LAHAN
(Water Movement in Upland as an Indicators of Land Degradation)

Enni Dwi Wahjunie dan Kuku Murtillaksono

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB

e-mail : edwiwahjunie@yahoo.com

ABSTRAK

Degradasi lahan kering yang diindikasikan oleh penurunan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah, dapat disebabkan oleh faktor alam maupun campur tangan manusia. Dengan makin terdegradasinya tanah/lahan, maka fungsi tanah sebagai penghasil pangan maupun sandang makin menurun. Salah satu faktor penentu dalam produksi tanaman yang dipengaruhi oleh tingkat degradasi lahan adalah ketersediaan air. Ketersediaan air, terutama di lahan kering, sangat tergantung pada curah hujan dan distribusinya dalam tanah. Distribusi air dalam tanah sangat dipengaruhi oleh karakter pergerakannya. Karakter pergerakan air di berbagai macam penggunaan lahan di lahan kering dengan curah hujan sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan sehingga mempengaruhi ketersediaan airnya bagi tanaman. Untuk melihat karakter pergerakan air tersebut, dilakukan serangkaian penelitian pergerakan air di lahan kering, terutama untuk tanaman pangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pergerakan air di lahan kering berbeda-beda tergantung karakter tanah. Keseimbangan pergerakan air ke atas dan ke bawah di zona perakaran terjadi pada kedalaman tanah yang berbeda-beda. Begitu juga besarnya kadar air yang menyebabkan pergerakan air ke atas maupun ke bawah di zona perakaran terjadi pada nilai yang berbeda-beda. Perbedaan dalam pergerakan air dapat menyebabkan perbedaan dalam ketersediaan air bagi tanaman, sehingga mempengaruhi produksi tanaman. Apabila pergerakan air di lahan kering tidak dapat mendistribusikan air secara merata di zona perakaran, maka dapat diindikasikan tanah mulai terdegradasi.

Kata kunci : degradasi lahan, distribusi air, karakter pergerakan air, dan ketersediaan air.

ABSTRACT

Upland degradation which is indicated by the decreased quality of physical, chemical, and biological soil, can be caused by natural factors as well as human intervention. Because of increasing of land/soil degradation, the soil functions as the producer of food and clothes are decline. One decisive factor in crop production which is affected by the level of land degradation is water availability. Water availability, especially in dry land, is highly dependent on rainfall and its distribution in the soil. The water distribution in the soil is strongly influenced by the water movement characteristic. The water movement characteristic in various land use on dry land with equal rainfall shows very significant differences, which affects the water availability to plants. To see the characters of the water movement, it was conducted a series research of water movement on upland, especially for food crops. The results showed that the rate of water movement in upland varies, depending on soil characteristic. The balance of the upward and downward water movement in the root zone occurs at different soil depths. Likewise the soil moisture content that causes the upward or downward water movement in the root zone occurs at different values. The differences in the water movement can lead to differences in water availability to plants. These differences affect crop production. If the water movement in upland can not be distributed in the root zone, it indicates the occurrence of land degradation.

Key word: land degradation, water availability, water distribution, water movement characteristic.

PENDAHULUAN

Ketersediaan lahan kering yang sesuai untuk pengembangan pertanian masih cukup luas (Las dan Mulyani, 2008). Lahan tersebut umumnya memiliki produktivitas rendah karena kekurangan air. Kekurangan air di lahan kering selain akibat pemenuhan kebutuhan airnya hanya mengandalkan hujan, juga disebabkan oleh rendahnya kualitas tanah dalam menyerap, mengikat, dan mendistribusikan air di zona perakaran selama periode pertumbuhan tanaman, sehingga

produktivitas tanaman makin menurun. Produktivitas tanaman yang semakin menurun dapat mengakibatkan petani semakin miskin dan dampak berikutnya adalah petani tidak dapat mengelola lahan dengan baik sehingga mempercepat proses degradasi lahan.

Rendahnya ketersediaan air bagi tanaman di lahan kering akibat karakter tanah yang tidak baik dalam mengikat dan menghantarkan air di zona perakaran dapat disebabkan oleh penurunan kualitas fisik tanah, seperti struktur dan porositas tanah. Kedua sifat fisik tanah tersebut menentukan kemampuan tanah dalam menghantarkan air. Laju pergerakan air ditentukan oleh konduktivitas hidrolik (di lahan kering merupakan hantaran hidrolik tak jenuh) dan daya penggerak (Hillel, 1998), yang keduanya sangat ditentukan oleh kualitas fisik tanah seperti yang telah disebut di atas.

Berbagai cara pengelolaan lahan yang telah dilakukan petani di lahan kering telah mengakibatkan berbagai macam kondisi yang dapat menurunkan produktivitas tanah, terutama kurangnya ketersediaan air bagi tanaman. Ketersediaan air bagi tanaman di lahan kering ditentukan oleh besarnya *storage* di setiap titik pada setiap saat di zona perakaran (Allen *et al.*, 1998). Besarnya *storage* di setiap titik pada setiap saat di zona perakaran ditentukan oleh laju pergerakan air di setiap titik. Apabila laju pergerakan air telah menurunkan ketersediaan air secara drastis dan tidak mencukupi kebutuhan tanaman, maka dapat dikatakan lahan tersebut mulai terdegradasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pergerakan air di lahan kering yang telah dikelola dengan berbagai macam sistem pertanian, dalam menyediakan air bagi tanaman. Apabila pergerakan air tidak dapat mendistribusikan dan menyediakan air bagi tanaman, sementara lahan dengan cara pengelolaan berbeda masih mampu mendistribusikan dan menyediakan air, dapat dikatakan lahan tersebut mulai terdegradasi.

BAHAN DAN METODE

Lokasi

Penelitian dilakukan pada Inceptisol lahan kering di kecamatan Kemang, Bogor. Lokasi penelitian dipilih dari lahan kering dari tiga macam sistem pengelolaan, yaitu lahan kering yang digunakan untuk hortikultura berakar dangkal (lahan A), lahan kering yang dirotasikan dengan sawah di musim hujan (B), dan lahan kering yang digunakan untuk palawija (C). Ketiga lahan tersebut memiliki sifat-sifat fisik tanah (porositas, struktur, dan konduktivitas hidrolik baik jenuh maupun tak jenuh) yang berbeda dan tanpa adanya lapisan kedap pada solum tanah (Wahjunie *et al.*, 2008). Analisis tanah dilakukan di laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Faperta IPB.

Percobaan Lapangan

Percobaan lapangan dilakukan di lahan yang memiliki karakter fisik berbeda seperti yang telah dikemukakan Wahjunie *et al.* (2008). Pada ke tiga blok lahan masing-masing di buat 10 petak dengan ukuran 5mx5m dan ditanami jagung manis. Penakar hujan otomatis dan *soil moisture meter* dipasang untuk mengamati curah hujan dan kadar air tanah harian. Pengukuran kadar air dengan *soil moisture meter* dilakukan tiap jarak kedalaman 10 cm dari permukaan tanah tiap hari, dan satu minggu sekali dilakukan pengukuran secara gravimetrik sekaligus untuk kalibrasi. Pengukuran curah hujan dilakukan tiap hari apabila terjadi hujan. Irigasi suplemen tidak dilakukan pada lahan percobaan.

Analisis Data

Perhitungan laju pergerakan air dilakukan dengan menetapkan fluks aliran air untuk seluruh zona perakaran (kedalaman 50 cm) maupun tiap zona 10 cm kedalaman tanah. Besarnya fluks pada suatu kedalaman tanah tertentu menurut Hanks dan Ashcroft (1986) dan Koorevaar, Menelik, dan Dirksen (1983) adalah:

$$q = -K \frac{\Delta \psi h}{\Delta z} \dots\dots\dots(1)$$

dimana q = fluks aliran air sepanjang jarak kedalaman Δz (antara z_1 dan z_2) yang memiliki perbedaan potensial hidrolik sebesar $\Delta \psi h$. Apabila dalam kolom tanah terjadi aliran *transient*, maka terjadi perubahan fluks aliran air antara ujung pemasukan dan pengeluaran air selama jarak waktu tertentu.

Dengan demikian tiap jarak satu hari pengukuran kadar air tanah terjadi perbedaan fluks aliran air, sehingga Hanks dan Ashcroft (1986) dan Koorevaar *et al.* (1983) menetapkan

$$\frac{\Delta q}{\Delta z} = - \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \dots\dots\dots(2)$$

di mana $\Delta q/\Delta z$ = perubahan fluks aliran air sepanjang kedalaman lapisan tanah z cm, dapat diukur dari perubahan kadar air selama waktu tertentu ($\Delta\theta/\Delta t$), yaitu selisih antara kadar air tanah suatu hari dengan kadar air hari sebelumnya.

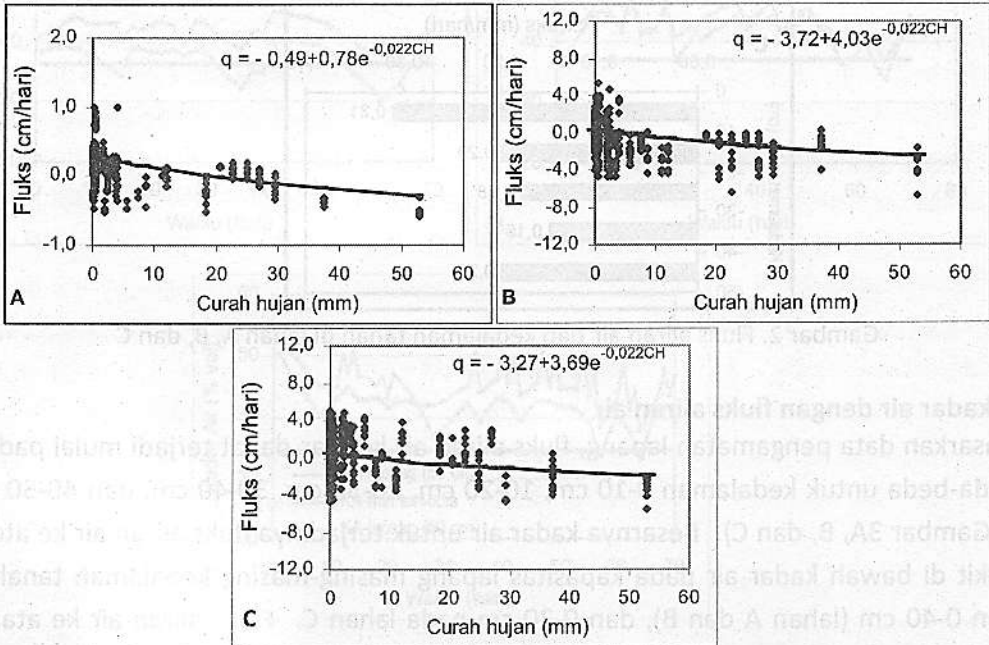
Untuk melihat kedalaman air dimana terjadi keseimbangan pergerakan air ke atas dan ke bawah di dalam solum tanah (zona perakaran), ditetapkan besarnya fluks terendah dari seluruh kedalaman tanah selama satu musim pengamatan akibat pengaruh curah hujan. Untuk melihat apakah aliran air bergerak ke bawah atau ke atas dalam zona perakaran, dilakukan dengan membuat kurva hubungan kadar air dengan laju pergerakan air (fluks aliran air). Peranan pergerakan air dalam menyediakan air bagi tanaman dapat dilihat dengan cara menentukan ketersediaan air bagi tanaman selama satu musim yang tidak menimbulkan defisit bagi tanaman. Apabila pergerakan air dalam tanah sangat lambat dan tidak dapat menyediakan air dalam jumlah cukup selama musim tanam, tanah dapat diindikasikan mulai terdegradasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju pergerakan air di lahan kering

Laju pergerakan air dalam tanah dapat ditentukan dengan fluks aliran air. Semakin besar fluks aliran air di zona perakaran dapat meningkatkan konservasi air. Karena sumber air utama di lahan kering hanya berasal dari hujan, maka besarnya fluks aliran air dalam tanah sangat tergantung pada besarnya hujan. Fluks aliran air sampai kedalaman 50 cm meningkat dengan makin besarnya jumlah hujan dengan koefisien korelasi sebesar 0,73, 0,71, dan 0,74 masing-masing untuk lahan A, B, dan C, (Gambar 1). Pada saat tidak ada hujan, kadar air dalam tanah rendah, sehingga air diikat kuat oleh matrik tanah dan fluks aliran air sangat rendah (mendekati nol). Kadar air yang rendah di permukaan tanah akibat pemanasan sinar matahari menyebabkan perbedaan gradient hidrolik sehingga terjadi pergerakan air ke atas (fluks positif).

Pada waktu hujan dengan jumlah rendah, sebagian besar air mengisi pori mikro tanah yang menyebabkan aliran air melalui matrik tanah, sehingga membasahi tanah secara berangsur. Peningkatan jumlah hujan menyebabkan peningkatan potensial air di permukaan tanah, sehingga daya penggerak air juga makin besar dan fluks aliran air makin besar. Sugita *et al.* (2004) menyatakan bahwa hujan besar dapat menyebabkan pergerakan air hanya melalui pori-pori makro tanpa menembus matrik tanah.



Gambar 1. Hubungan curah hujan dengan fluks aliran air di lahan A, B, dan C

Besarnya fluks aliran air meningkat terus sampai menuju nilai yang konstan karena besarnya aliran air yang masuk ke dalam tanah dikendalikan oleh laju infiltrasi tanah. Pengaruh besarnya hujan terhadap fluks aliran air dalam tanah dapat dimodelkan sebagai berikut:

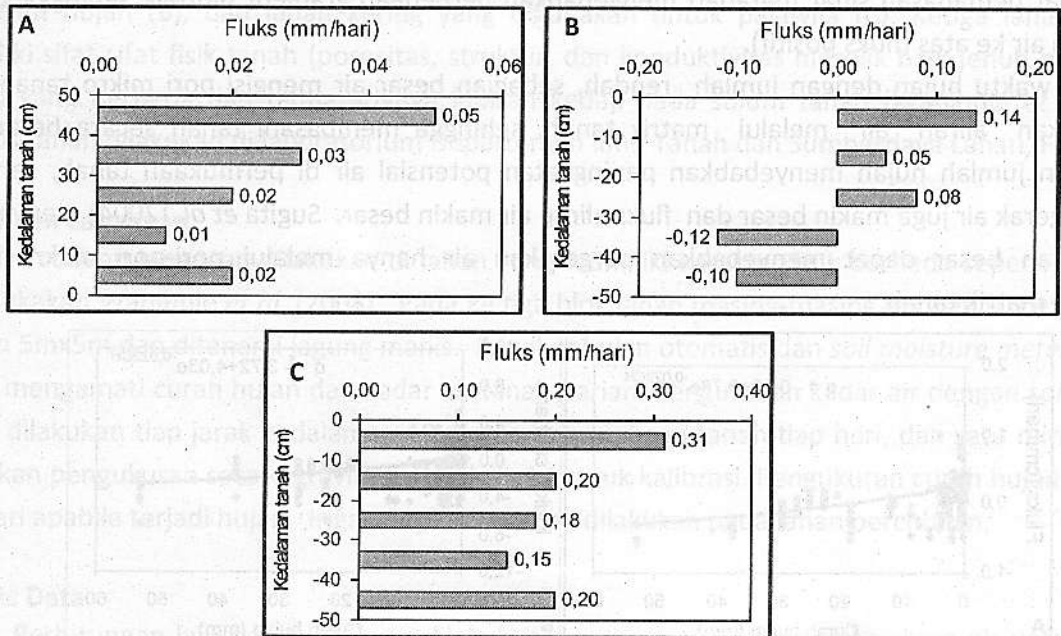
$$q = q_{\min} + (q_0 - q_{\min}) e^{-0.022CH} \dots\dots\dots(2)$$

- di mana: q = fluks aliran air (cm/hari);
- $q_{\min}$ = fluks aliran air pada nilai minimum (konstan);
- q_0 = fluks aliran air pada waktu tidak ada hujan, tergantung kadar air awal

Besarnya fluks aliran air pada waktu tidak ada hujan (q_0), tergantung pada kondisi kadar air awal. Apabila kadar air awal rendah, maka fluks aliran air rendah dan apabila kadar air awal tinggi maka fluks aliran air tinggi (makin negatif). Fluks aliran air pada nilai maksimum (negatif paling besar, $q_{\max}$), ditentukan oleh laju infiltrasi tanah, di mana laju infiltrasi tanah tersebut dipengaruhi oleh konduktivitas hidrolik, tekstur, struktur, dan heterogenitas profil tanah. Fluks aliran air mencapai nilai maksimum konstan, apabila keadaan *steady* yang bisa terjadi bila laju infiltrasi telah mencapai konstan dan kadar air pada kedalaman tanah yang diperhitungkan (50 cm) telah mencapai konstan (jenuh).

Keseimbangan pergerakan air dalam tanah

Fluks aliran air rata-rata tiap kedalaman tanah selama masa pengamatan berbeda-beda nilainya (Gambar 2). Pada seluruh lapisan kedalaman 0-50 cm terjadi fluks positif (pergerakan air ke atas) akibat pengaruh evapotranspirasi. Fluks aliran air pada kedalaman 30-40 cm paling rendah untuk lahan A dan C. Pada lapisan tersebut terjadi keseimbangan antara aliran ke atas dan aliran ke bawah (*zero flux plane*). Pada lahan B, di zona > 30 cm cenderung terjadi aliran ke bawah, disebabkan adanya lapisan tapak bajak di kedalaman kira-kira 20-30 cm. Konduktivitas hidrolik yang sangat rendah di zona tapak bajak menyebabkan air di lapisan 0-30 cm bergerak ke atas dan air di lapisan 30-50 bergerak ke bawah, sehingga kondisi ini mengurangi sumbangan air di zona perakaran waktu tidak ada hujan.

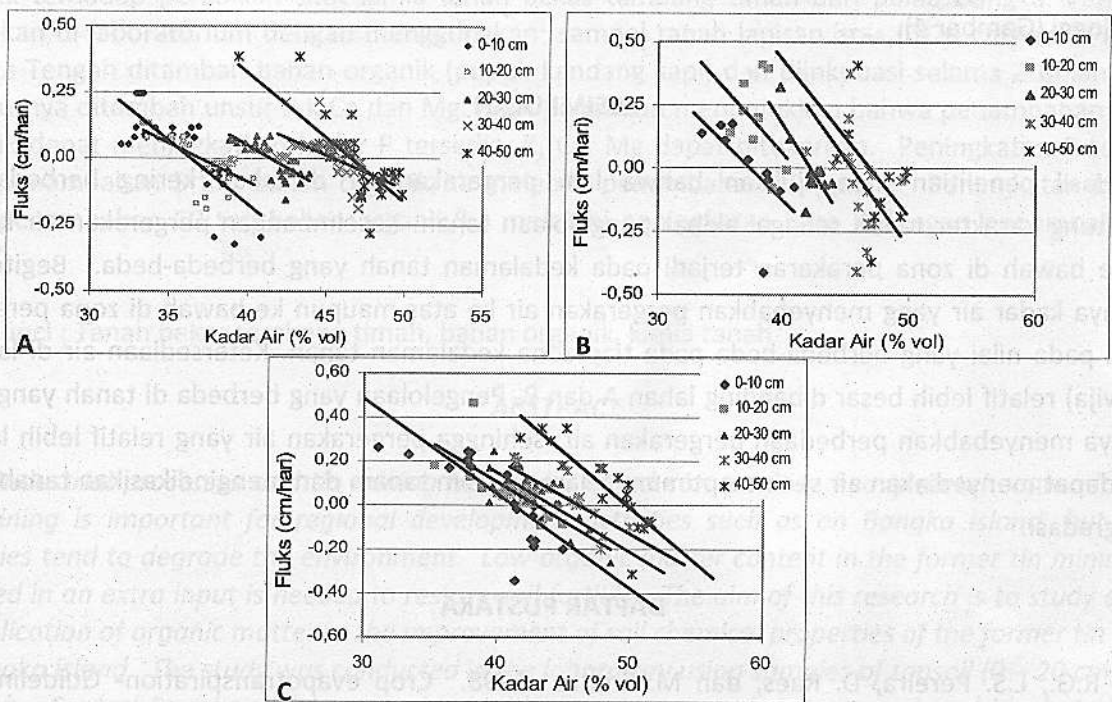


Gambar 2. Fluks aliran air tiap kedalaman tanah di lahan A, B, dan C

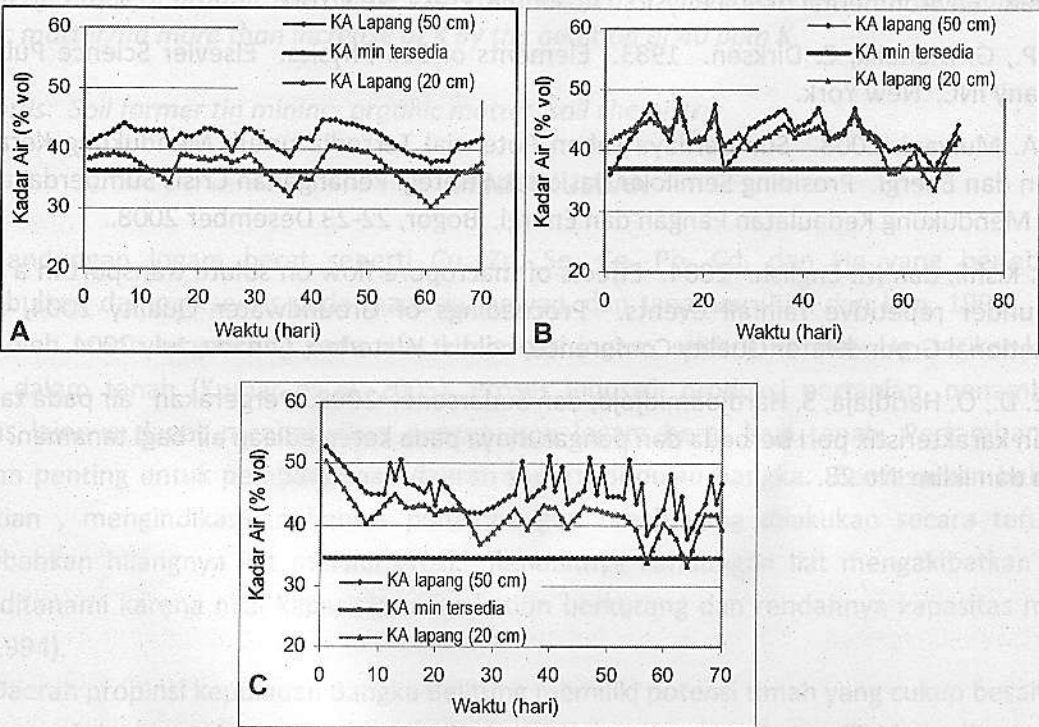
Hubungan kadar air dengan fluks aliran air

Berdasarkan data pengamatan lapang, fluks aliran air ke atas dapat terjadi mulai pada kadar air yang berbeda-beda untuk kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, dan 40-50 cm dari ke tiga lahan (Gambar 3A, B, dan C). Besarnya kadar air untuk terjadinya fluks aliran air ke atas tersebut terjadi sedikit di bawah kadar air pada kapasitas lapang masing-masing kedalaman tanah terutama pada lapisan 0-40 cm (lahan A dan B), dan 0-30 cm pada lahan C. Fluks aliran air ke atas tersebut dapat menyumbangkan air untuk proses evapotranspirasi/ kebutuhan air bagi tanaman. Besarnya kadar air untuk mulai terjadinya fluks aliran air ke atas semakin besar dengan makin dalamnya tanah,

seiring dengan besarnya kadar air kapasitas lapang juga makin besar dengan makin dalamnya tanah. Di lahan A, nilai kadar air mulai terjadinya aliran air ke atas adalah 36 % (0-10 cm), 37% (10-20 cm), 41% (20-30 cm), 45% (30-40 cm), dan 47% (40-50 cm); sementara kadar air pada kapasitas lapang masing-masing kedalaman adalah 38 %, 38%, 45%, 48%, dan 47%. Di lahan B, nilai kadar air mulai terjadinya aliran air ke atas adalah 37 % (0-10 cm), 41% (10-20 cm), 42% (20-30 cm), 45% (30-40 cm), dan 47% (40-50 cm); sementara kadar air pada kapasitas lapang masing-masing kedalaman adalah 45 %, 43%, 46%, 46%, dan 46%. Di lahan C, nilai kadar air mulai terjadinya aliran air ke atas adalah 41 % (0-10 cm), 43% (10-20 cm), 44% (20-30 cm), 46% (30-40 cm), dan 50% (40-50 cm); sementara kadar air pada kapasitas lapang masing-masing kedalaman adalah 40 %, 43%, 40%, 44%, dan 44%. Fluks aliran air pada zona perakaran dapat menunjukkan laju distribusi air hujan pada zona perakaran tersebut. Semakin besar fluks aliran air, memungkinkan pergerakan dan distribusi air sepanjang zona perakaran makin lancar.



Gambar 3. Fluks aliran air pada berbagai kadar air dan kedalaman tanah di lahan A, B, dan C



Gambar 4. Perbandingan kadar air lapang (20 cm), (50 cm), dengan kadar air minimum tersedia menurut Allen et al. (1998) di lahan A, B, dan C

Pergerakan air sebagai indikator degradasi lahan

Sebagai indikator degradasi lahan, pergerakan air yang dapat menurunkan ketersediaan air bagi pertumbuhan tanaman menunjukkan lahan telah terdegradasi. Berdasarkan analisis kebutuhan air bagi tanaman dan kondisi kadar air lapang sampai kedalaman 20 cm dan 50 cm (Gambar 4) menunjukkan bahwa lahan A sudah menunjukkan mulai terdegradasi. Lahan tersebut telah menurun kemampuannya dalam mengkonservasi air dibanding lahan B dan C. Apabila lahan A diusahakan untuk pertanian tanaman berakar pendek seperti sayuran lahan kering dataran rendah (kangkung dan bayam) tanpa adanya tambahan air irigasi, maka produksi tanaman akan menurun drastis.

Apabila diperhatikan, laju pergerakan air di lahan A relatif lebih rendah dibanding lahan B dan C (Gambar 1 dan 2). Gambar 1. juga menunjukkan bahwa dengan jumlah hujan yang sama, lahan A lebih rendah dalam menyerap air dibanding lahan B dan C. Lahan C yang merupakan lahan yang digunakan untuk palawija terus menerus menunjukkan kemampuan dalam mengkonservasi air lebih tinggi (Gambar 1), pergerakan air lebih lancar (Gambar 2 dan 3), dan kemampuan menyediakan air lebih tinggi (Gambar 4).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pergerakan air di lahan kering berbeda-beda tergantung karakter tanah sebagai akibat pengelolaan tanah. Keseimbangan pergerakan air ke atas dan ke bawah di zona perakaran terjadi pada kedalaman tanah yang berbeda-beda. Begitu juga besarnya kadar air yang menyebabkan pergerakan air ke atas maupun ke bawah di zona perakaran terjadi pada nilai yang berbeda-beda pada tiap zona kedalaman tanah. Ketersediaan air di lahan C (palawija) relatif lebih besar dibanding lahan A dan B. Pengelolaan yang berbeda di tanah yang sama jenisnya menyebabkan perbedaan pergerakan air, sehingga pergerakan air yang relatif lebih lambat tidak dapat menyediakan air secara optimum selama musim tanam dan mengindikasikan tanah mulai terdegradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, dan M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration- Guidelines for computing crop water requirement-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO. Rome.
- Hanks, R. J. dan G. L. Ashcroft. 1986. Applied Soil Physics. Springer-Verlag. Heidelberg.
- Hillel, D., 1998. Environmental of Soil Physics. Academic Press. New York.
- Koorevaar, P., G. Menelik, C. Dirksen. 1983. Elements of Soil Physics. Elsevier Science Publishing Company INC. New York.
- Las, I. dan A. Mulyani. 2008. Sumberdaya Lahan Potensial Tersedia untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Energi. Prosiding Semiloka Nasional: Strategi Penanganan Crisis Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi. Bogor, 22-23 Desember 2008.
- Sugita, F., T. Kishii, dan M. English. 2004. Effects of macropore flow on solute transport in a vadose zone under repetitive rainfall events. Proceedings of Groundwater Quality 2004, the 4th International Groundwater Quality Conference, held at Waterloo, Canada, July 2004.
- Wahjunie, E. D., O. Haridjaja, S. Hardjoamidjojo, dan Sudarsono. 2008. Pergerakan air pada tanah dengan karakteristik pori berbeda dan pengaruhnya pada ketersediaan air bagi tanaman. Jurnal Tanah dan Iklim No 28.