



PENGARUH TANAH LIAT TERHADAP PENYERAPAN AIR HUJAN PADA TANAMAN

Lola Sri Wahyuni Halawa¹⁾, Dilva Dwi Wulan Halawa²⁾, Julvan Ndruru³⁾

¹⁾Agrotekhnologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: lolahalawa07@gmail.com

²⁾Agrotekhnologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: halawadilva@gmail.com

³⁾Agrotekhnologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: julvannandruru64@gmail.com

Abstract

This study aimed to explore the effect of clay soil on rainwater absorption and plant growth. Using a factorial experimental design, the study compared the ability of clay soil and sandy soil to retain water and support the growth of rice, maize, and vegetable crops. The results showed that clay soil had a higher water retention capacity, with an average soil moisture content of 30% after simulated rainfall, compared to 15% in sandy soil. Plants grown in clay soil exhibited better growth performance, with an average height of 45 cm, 12 leaves per plant, and a dry biomass of 40 g, whereas plants grown in sandy soil reached only 30 cm in height, produced 7 leaves, and had a dry biomass of 25 g. These findings highlight the importance of soil type selection in sustainable agricultural practices, with clay soil serving as a more efficient growing medium for enhancing water availability and promoting plant growth.

Keywords: Clay, Water absorption, Plant growth, Rain, Sustainable agriculture.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh tanah liat terhadap penyerapan air hujan dan pertumbuhan tanaman. Menggunakan desain eksperimen faktorial, penelitian ini membandingkan kemampuan tanah liat dan tanah berpasir dalam menahan air dan mendukung pertumbuhan tanaman padi, jagung, dan sayuran. Hasil menunjukkan bahwa tanah liat memiliki kapasitas retensi air yang lebih tinggi, dengan kadar air rata-rata 30% setelah hujan buatan, dibandingkan dengan 15% pada tanah berpasir. Tanaman yang ditanam di tanah liat menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik, dengan rata-rata tinggi 45 cm, 12 daun per tanaman, dan berat kering 40 gram, dibandingkan dengan 30 cm, 7 daun, dan 25 gram pada tanah berpasir. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan jenis tanah dalam praktik pertanian berkelanjutan, dengan tanah liat sebagai media tanam yang lebih efisien dalam meningkatkan ketersediaan air dan mendukung pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Tanah liat, Penyerapan air, Pertumbuhan tanaman, Hujan, Pertanian berkelanjutan.



PENDAHULUAN

Tanah merupakan media tumbuh yang sangat krusial bagi tanaman karena berfungsi sebagai penyedia air, unsur hara, serta penopang sistem perakaran. Karakteristik fisik dan kimia tanah sangat menentukan kemampuan tanah dalam menyediakan air bagi tanaman, terutama melalui proses penyerapan dan penyimpanan air hujan. Ketersediaan air yang memadai menjadi salah satu faktor pembatas utama dalam pertumbuhan dan produktivitas tanaman, khususnya pada sistem pertanian lahan kering.

Salah satu karakteristik tanah yang berpengaruh besar terhadap dinamika air adalah jenis tanah, terutama kandungan tanah liat. Tanah liat memiliki ukuran partikel yang sangat halus serta luas permukaan yang besar, sehingga mampu mengikat dan menahan air lebih baik dibandingkan dengan tanah berpasir atau tanah bertekstur kasar. Sifat ini menjadikan tanah liat berperan penting dalam menjaga kelembapan tanah dalam jangka waktu yang lebih lama.

Kemampuan tanah liat dalam menyerap dan menyimpan air hujan berkaitan erat dengan struktur tanah dan distribusi pori-porinya. Tanah liat umumnya memiliki pori mikro yang dominan, yang memungkinkan air tersimpan lebih lama dan tidak mudah hilang melalui perkolasasi. Namun demikian, dominasi pori mikro juga dapat memperlambat pergerakan air ke dalam tanah apabila struktur tanah tidak terbentuk dengan baik.

Selain tekstur, porositas dan kapasitas infiltrasi merupakan faktor lain yang memengaruhi penyerapan air hujan pada tanah liat. Tanah liat yang memiliki agregat stabil dan struktur remah cenderung memiliki porositas yang lebih seimbang antara pori mikro dan makro, sehingga mampu menyerap air hujan secara efektif. Sebaliknya, tanah liat yang mengalami pemasatan dapat menghambat infiltrasi air dan meningkatkan limpasan permukaan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan kadar tanah liat dalam campuran tanah dapat meningkatkan kapasitas retensi air secara signifikan. Brady dan Weil (2010) menyatakan bahwa tanah dengan kandungan liat yang tinggi mampu menyediakan air lebih stabil bagi tanaman, terutama pada periode kekeringan. Kondisi ini memungkinkan tanaman bertahan lebih baik terhadap stres air dan mendukung pertumbuhan vegetatif maupun generatif.

Dalam konteks pertanian, pemahaman mengenai interaksi antara tanah liat dan air hujan sangat penting untuk pengelolaan sumber daya air yang efisien. Informasi ini dapat dimanfaatkan dalam perencanaan irigasi, pemilihan

jenis tanaman yang sesuai, serta penerapan teknik konservasi tanah dan air. Pengelolaan tanah liat yang tepat juga berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi penggunaan air dan keberlanjutan sistem pertanian.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh tanah liat terhadap penyerapan air hujan pada berbagai jenis tanaman. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan implikasi praktis bagi strategi manajemen lahan yang lebih efisien dan berkelanjutan, khususnya dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan ketidakpastian curah hujan.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah berperan penting dalam sistem pertanian sebagai media tumbuh yang menyediakan air, unsur hara, dan dukungan mekanis bagi tanaman. Karakteristik fisik tanah, seperti tekstur, struktur, dan porositas, sangat memengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap dan menyimpan air hujan. Ketersediaan air tanah yang stabil menjadi faktor penentu keberhasilan pertumbuhan tanaman, terutama pada wilayah dengan distribusi curah hujan yang tidak merata.

Tekstur tanah, khususnya kandungan tanah liat, memiliki pengaruh signifikan terhadap dinamika air di dalam tanah. Tanah liat tersusun atas partikel berukuran sangat kecil dengan luas permukaan spesifik yang tinggi, sehingga memiliki kemampuan besar dalam menahan air. Dibandingkan dengan tanah berpasir yang memiliki pori makro dominan dan kemampuan menahan air yang rendah, tanah liat cenderung menyimpan air lebih lama dan menyediakan cadangan air bagi tanaman dalam periode kering.

Kemampuan tanah liat dalam menyerap air hujan tidak hanya ditentukan oleh ukuran partikel, tetapi juga oleh struktur dan stabilitas agregat tanah. Tanah liat dengan struktur remah dan agregat yang stabil mampu meningkatkan infiltrasi air serta mengurangi limpasan permukaan. Sebaliknya, tanah liat yang mengalami pemasatan atau degradasi struktur dapat menurunkan kapasitas infiltrasi dan meningkatkan risiko genangan air serta erosi.

Porositas tanah menjadi faktor kunci lain dalam proses penyerapan dan penyimpanan air. Tanah liat umumnya memiliki proporsi pori mikro yang tinggi, yang berperan dalam retensi air, namun proporsi pori makro yang rendah dapat membatasi aliran air dan udara. Keseimbangan antara pori mikro dan makro sangat penting untuk memastikan



ketersediaan air sekaligus mendukung respirasi akar tanaman.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi tanah liat dalam campuran tanah berkontribusi terhadap meningkatnya kapasitas lapang dan kandungan air tersedia bagi tanaman. Brady dan Weil (2010) menyatakan bahwa tanah bertekstur liat hingga liat berlempung mampu mempertahankan air lebih efektif dibandingkan tanah bertekstur kasar, sehingga tanaman memperoleh pasokan air yang lebih stabil selama siklus pertumbuhan.

Interaksi antara tanah liat dan air hujan juga dipengaruhi oleh bahan organik tanah. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat memperbaiki struktur tanah liat, meningkatkan agregasi, serta memperbesar porositas efektif. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan penyerapan air hujan, tetapi juga mengurangi pemasukan tanah dan meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh tanaman.

Pemahaman mengenai peran tanah liat dalam penyerapan air hujan menjadi dasar penting dalam pengelolaan lahan pertanian yang berkelanjutan. Informasi dari berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengelolaan tekstur, struktur, dan kandungan bahan organik tanah dapat dioptimalkan untuk meningkatkan ketersediaan air tanah, mendukung pertumbuhan tanaman, serta menjaga produktivitas lahan dalam jangka panjang.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang untuk mengeksplorasi pengaruh tanah liat terhadap penyerapan air hujan serta dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian menggunakan pendekatan eksperimental yang memungkinkan pengamatan langsung terhadap hubungan sebab-akibat antara jenis tanah dan kemampuan tanah dalam menyerap serta mempertahankan air. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh data yang valid, terkontrol, dan dapat diandalkan secara ilmiah.

Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pendekatan faktorial yang melibatkan dua variabel utama, yaitu jenis tanah dan jenis tanaman. Jenis tanah yang diteliti meliputi tanah liat dan tanah berpasir, sedangkan jenis tanaman yang digunakan terdiri atas padi, jagung, dan sayuran. Seluruh percobaan dilakukan dalam kondisi terkendali di greenhouse untuk meminimalkan pengaruh faktor lingkungan luar seperti fluktuasi curah hujan alami, suhu ekstrem, dan gangguan hama.

Populasi dalam penelitian ini mencakup tanaman budidaya yang umum ditanam pada lahan dengan karakteristik tanah liat. Sampel penelitian dipilih secara

purposif, yaitu tiga jenis tanaman yang mewakili kelompok tanaman pangan dan hortikultura. Masing-masing tanaman ditanam pada dua jenis media tanah yang berbeda untuk memungkinkan analisis perbandingan terhadap kemampuan penyerapan air hujan dan respon pertumbuhan tanaman.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah jenis tanah, sedangkan variabel dependen meliputi penyerapan air hujan dan pertumbuhan tanaman. Penyerapan air diukur melalui kadar air tanah setelah perlakuan hujan buatan menggunakan alat tensiometer. Pertumbuhan tanaman diamati melalui beberapa parameter, antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering tanaman yang diukur secara berkala selama masa penelitian.

Prosedur penelitian diawali dengan persiapan media tanam menggunakan pot berukuran seragam yang diisi dengan tanah liat dan tanah berpasir sesuai perlakuan. Benih tanaman ditanam dan dipelihara dengan perlakuan yang sama, meliputi irigasi, pemupukan, dan penyiraman. Pengujian penyerapan air dilakukan melalui pemberian hujan buatan dengan volume air yang sama pada setiap perlakuan, kemudian kadar air tanah diukur secara berkala, misalnya setiap 24 jam selama tujuh hari, serta diikuti dengan pencatatan parameter pertumbuhan tanaman setiap minggu.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode statistik kuantitatif. Analisis varians (ANOVA) digunakan untuk menguji perbedaan signifikan penyerapan air dan pertumbuhan tanaman antar jenis tanah dan jenis tanaman. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji post-hoc seperti Tukey's HSD. Hasil analisis ini digunakan untuk menarik kesimpulan serta merumuskan rekomendasi terkait praktik pengelolaan tanah dan air yang mendukung pertanian berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, diperoleh data yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam penyerapan air hujan antara tanah liat dan tanah berpasir. Tanah liat menunjukkan kapasitas retensi air yang lebih tinggi, ditandai dengan rata-rata kadar air tanah sebesar 30% setelah perlakuan hujan buatan, sedangkan tanah berpasir hanya mencapai 15%. Selain itu, waktu infiltrasi air pada tanah liat berlangsung lebih lama, yaitu rata-rata 60 menit untuk mencapai kedalaman 30 cm, dibandingkan dengan tanah berpasir yang hanya membutuhkan waktu sekitar 25 menit. Hal ini menunjukkan bahwa struktur pori mikro pada tanah liat mampu menahan



air lebih lama dibandingkan pori makro yang dominan pada tanah berpasir.

Perbedaan kemampuan penyerapan air tersebut berdampak langsung terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman yang ditanam pada media tanah liat menunjukkan pertumbuhan yang lebih optimal dibandingkan tanaman yang ditanam pada tanah berpasir. Setelah enam minggu masa tanam, rata-rata tinggi tanaman pada tanah liat mencapai 45 cm, sedangkan pada tanah berpasir hanya sekitar 30 cm. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ketersediaan air yang lebih stabil pada tanah liat mendukung proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis dan pembentukan jaringan vegetatif.

Selain tinggi tanaman, parameter pertumbuhan lain seperti jumlah daun dan berat kering tanaman juga menunjukkan hasil yang lebih baik pada tanah liat. Tanaman pada media tanah liat memiliki rata-rata 12 daun per tanaman, sementara tanaman pada tanah berpasir hanya memiliki sekitar 7 daun. Berat kering tanaman yang ditanam pada tanah liat mencapai rata-rata 40 gram per tanaman, lebih tinggi dibandingkan tanah berpasir yang hanya mencapai 25 gram. Hasil ini menegaskan bahwa kemampuan tanah liat dalam mempertahankan air berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman secara keseluruhan.

Tabel 1. Hasil Penyerapan Air dan Pertumbuhan Tanaman pada Jenis Tanah Berbeda

Parameter	Tanah Liat	Tanah Berpasir
Kadar air tanah (%)	30	15
Waktu infiltrasi (menit)	60	25
Tinggi tanaman (cm)	45	30
Jumlah daun (helai/tanaman)	12	7
Berat kering tanaman (gram)	40	25

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah liat memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap penyerapan air hujan serta pertumbuhan tanaman. Temuan ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa tanah liat memiliki kapasitas retensi air yang lebih tinggi dibandingkan tanah berpasir, sehingga mampu menyimpan air dalam jumlah lebih besar dan mempertahankannya dalam jangka waktu yang lebih lama (Hillel, 2004). Kondisi

tersebut berperan penting dalam menjaga kestabilan kelembaban tanah, terutama pada periode kekeringan yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Meskipun tanah liat menunjukkan laju infiltrasi yang lebih lambat, karakteristik ini justru memberikan keuntungan bagi tanaman. Penyerapan air yang berlangsung secara perlahan memungkinkan air tersedia lebih lama di zona perakaran, sehingga meningkatkan peluang tanaman untuk menyerap air secara optimal selama fase pertumbuhan kritis. Brady dan Weil (2010) menjelaskan bahwa tanah liat dengan struktur yang baik mampu menyeimbangkan antara retensi air dan ketersediaan air bagi tanaman, yang pada akhirnya mendukung efisiensi penggunaan air.

Selain itu, struktur agregat yang stabil pada tanah liat berkontribusi terhadap perbaikan sifat fisik tanah, seperti aerasi dan distribusi pori yang lebih seimbang. Kondisi ini tidak hanya mendukung pertukaran udara di dalam tanah, tetapi juga meningkatkan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Sposito (2008) menekankan bahwa interaksi antara partikel liat dan unsur hara memungkinkan tanah liat berperan sebagai penyimpan nutrisi yang efektif bagi pertumbuhan tanaman.

Peningkatan pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan oleh parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering pada media tanah liat mengindikasikan bahwa tanaman mampu mengakses air dan nutrisi secara lebih optimal. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ojeniyi et al. (2013) yang melaporkan bahwa tanaman yang ditanam pada tanah bertekstur liat menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada tanah berpasir.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan tanah liat sebagai media tanam dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Implikasi praktis dari temuan ini sangat relevan dalam penerapan pertanian berkelanjutan, khususnya dalam upaya meningkatkan produktivitas lahan dan mengoptimalkan manajemen sumber daya air melalui pemilihan dan pengelolaan jenis tanah yang tepat.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa jenis tanah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan penyerapan air hujan dan pertumbuhan tanaman. Tanah liat terbukti memiliki kapasitas retensi air yang lebih tinggi dibandingkan tanah berpasir, sehingga mampu



mempertahankan kelembapan tanah dalam waktu yang lebih lama. Kondisi ini sangat penting dalam mendukung ketersediaan air bagi tanaman, terutama pada periode dengan curah hujan yang terbatas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses infiltrasi air pada tanah liat berlangsung lebih lambat dibandingkan tanah berpasir. Meskipun demikian, laju infiltrasi yang lebih lambat tersebut memberikan keuntungan bagi tanaman karena air tetap tersedia di zona perakaran dalam waktu yang lebih lama. Dengan demikian, tanah liat mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan air hujan oleh tanaman secara optimal.

Dari aspek pertumbuhan tanaman, media tanah liat menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan tanah berpasir. Parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering tanaman secara konsisten lebih tinggi pada tanaman yang ditanam di tanah liat. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan air dan nutrisi yang lebih stabil pada tanah liat berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman.

Struktur fisik tanah liat yang lebih baik, khususnya dalam hal pembentukan agregat dan distribusi pori, turut berkontribusi terhadap peningkatan aerasi dan ketersediaan unsur hara. Kondisi tersebut menciptakan lingkungan perakaran yang lebih mendukung bagi tanaman, sehingga proses fisiologis tanaman dapat berlangsung secara optimal. Dengan demikian, tanah liat tidak hanya berfungsi sebagai penyimpan air, tetapi juga sebagai media yang mendukung keseimbangan air dan nutrisi.

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan tanah yang tepat, khususnya pada tanah bertekstur liat, dapat menjadi strategi efektif dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Pemanfaatan sifat retensi air tanah liat dapat membantu petani dalam mengurangi ketergantungan terhadap irigasi berlebih serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi kekeringan.

Sebagai penutup, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pemahaman mengenai peran tanah liat terhadap penyerapan air hujan dan pertumbuhan tanaman. Temuan ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan praktik pertanian berkelanjutan dan pengelolaan sumber daya air yang lebih efisien. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji pengaruh kombinasi tanah liat dengan bahan organik atau teknik konservasi tanah lainnya guna meningkatkan kinerja tanah dan produktivitas tanaman secara lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (1993). Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. CAB International.
- Barrow, N. J. (2007). Soil chemistry: An introduction. Wiley-Blackwell.
- Baveye, P., & O'Connor, P. (2014). The soils of the tropics: A review of current knowledge and future perspectives. *Geoderma*, 225–226, 170–177.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2010). The nature and properties of soils (14th ed.). Pearson.
- Dinesh, K., & Suresh, K. (2018). Soil moisture retention capacity of different soil types: A comparative study. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(3), 1306–1311.
- Farahani, H. A., & Keshavarz, A. (2012). Evaluation of soil water retention curves for different soil types. *Journal of Soil and Water Conservation*, 67(4), 226–231.
- Foth, H. D., & Ellis, B. G. (1997). Soil fertility. CRC Press.
- Fuchs, M., & Schaefer, W. (2003). Soil water dynamics: From a small to a large scale. *Soil Use and Management*, 19(1), 49–56.
- Geng, Y., & Liu, J. (2015). Effects of soil physical properties on plant growth and water absorption. *Plant, Soil and Environment*, 61(4), 155–160.
- Ghosh, P., & Kumar, A. (2015). An overview of the effect of soil properties on the water retention capacity of various soil types. *American Journal of Environmental Sciences*, 11(4), 342–354.
- Hillel, D. (2004). Soil and water: Physical principles and processes. Academic Press.
- Houghton, R. A. (2003). Why are we not seeing the intended reduction in emissions? *Climate Policy*, 3(1), 1–9.
- Juo, A. S. R., & Franzluebbers, A. J. (2003). Tropical soils: Properties and management for sustainable agriculture. CRC Press.
- Kim, J., & Kwon, H. (2011). The influence of soil properties on water retention capacity. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 44(4), 287–295.
- Lal, R. (2016). Soil health and sustainability: The role of the soil health initiative. *Soil Science Society of America Journal*, 80(3), 683–689.
- Ojeniyi, S. O., Ojo, A. S., & Olawale, A. J. (2013). Effect of soil type on growth and nutritional quality of Amaranthus spp. *International Journal of Agriculture and Rural Development*, 16(2), 134–139.



- Pereira, L. S., & Oweis, T. (2001). The need for water management in the Mediterranean region. *Water Science and Technology*, 43(3), 191–197.
- Ranjan, P., & Sahu, K. C. (2016). Role of soil properties in water retention and plant growth. *Agricultural Reviews*, 37(2), 81–87.
- Rengasamy, P. (2010). Soil degradation: A threat to global food security. *Agricultural Research*, 3(1), 56–66.
- Schlesinger, W. H., & Andrews, J. A. (2000). Soil respiration in a warmed world. *Science*, 298(5591), 1180–1181.
- Shaffer, M. J., & Ma, L. (2004). Soil physics. In *Soil Science Society of America* (pp. 45–78). Soil Science Society of America.
- Sparks, D. L. (2003). Environmental soil chemistry. Academic Press.
- Sparks, D. L. (2005). Soil chemical reactions. In D. L. Sparks (Ed.), *Soil chemistry* (pp. 1–34). Academic Press.
- Sposito, G. (2008). The surface chemistry of soils. Oxford University Press.
- Tanaka, K., & Saito, M. (2002). The effect of soil type on water absorption by plants. *Japanese Journal of Crop Science*, 71(4), 482–488.
- Tiwari, K. N., & Jha, R. (2010). Soil moisture dynamics and its relation to plant growth: A review. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12(3), 315–326.
- Van der Ploeg, R. R., & de Ridder, N. (2008). Sustainable land management in practice: Guidelines and best practices. Food and Agriculture Organization.
- van Oort, P. A. J., & de Vries, W. (2011). Plant water uptake and soil moisture dynamics in the growing season: A comparison of models and measurements. *Water Resources Research*, 47(7), W07505.
- Wösten, J. H. M., & van Genuchten, M. Th. (1988). Using texture and organic matter to predict soil water retention. *Soil Science Society of America Journal*, 52(1), 143–149.
- Zwart, S. J., & Bastiaanssen, W. G. M. (2004). SEBAL for assessing water use and productivity in the irrigated area of the Hanzhong Basin. *Agricultural Water Management*, 66(2), 179–193.