

Dr. Agr. Eko Setiawan, S.P., M.Si.
D. B. Rendy Astid P., S.Pd., M.Pd.
Rony Azmi Faisal, S.T., M.Sc.



KEBUTUHAN MINERAL PADA LAHAN KERING



KEBUTUHAN MINERAL PADA LAHAN KERING

- Dr. Agr. Eko Setiawan, S.P., M.Si.
- D.B. Rendy Astid P., S.Pd., M.Pd.
- Rony Azmi Faisal, S.T., M.Sc.

Penerbit KBM Indonesia

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku-buku penulis di tanah air indonesia, serta menjadi media *sharing* proses penerbitan buku

KEBUTUHAN MINERAL PADA LAHAN KERING

Copyright @2025 by Dr. Agr. Eko Setiawan, S.P., M.Si., dkk

All rights reserved

KARYA BAKTI MAKMUR (KBM) INDONESIA

Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

NO. IKAPI 279/JTI/2021

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)

081357517526 (Tlpn/WA)

Penulis

Dr. Agr. Eko Setiawan, S.P., M.Si.

D.B. Rendy Astid P., S.Pd., M.Pd.

Rony Azmi Faisal, S.T., M.Sc.

Editor

Dr. Muhamad Husein Maruapey, Drs., M.Sc

Desain Sampul

Aswan Kreatif

Tata Letak

Ara Caraka

15,5 x 23 cm, iv + 178 halaman

Cetakan ke-1, Agustus 2025

ISBN 978-634-202-631-1

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit

Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di

DJKI-Kemenkumham dan isi buku dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau

Memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini

Tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

Website

<https://penerbitkbm.com>, www.penerbitbukumurah.com

Instagram

@penerbit.kbmindonesia, @penerbitbukujogja

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

- (i) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (ii) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (iii) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (iv) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur kami panjatkan selalu kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah yang sudah diberikan sehingga kami bisa menyelesaikan buku yang berjudul **"Kebutuhan Mineral Pada Lahan Kering"**

Lahan kering menjadi permasalahan di beberapa daerah yang memiliki karakteristik tanah kapur dan grumusol. Salah satu daerah yang mengalami permasalahan tanah kering adalah pulau Madura. Pertanian dan perkebunan di Madura bergantung pada curah hujan. Sebagian besar lahan pertanian dan perkebunan menjadi tadah hujan dalam proses penanamannya. Hal ini menjadi masalah utama dalam mengatasi lahan kering yang terjadi di Pulau Madura. Buku ini merupakan ini juga membahas pentingnya mineral tanah sebagai komponen utama dalam menjaga kesuburan lahan kering.

Terdapat banyak pihak yang sudah berjasa dalam membantu kami di dalam menyelesaikan buku ini. Terima kasih kami sampaikan kepada Dirjen DIKTI yang telah memberikan Program Dana Padanan Kedaireka Tahun 2024. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Tim MBKM Pupuk Saring (Silika Anti Kering) 2024 yang telah bekerja keras di lapang, ada Abd. Hamid, Itsna Imroatus Sholihah Ramadani, R'Maya Inky Febrianti, Anggun Wijayati, dan Luluk Mahmudah.

Juga kami sampaikan terima kasih kepada Sdr. Ahmad Fakhruddin dan Sdr. Ludfi Afandi dan Yayasan Agro Taman Mulia (ATM) yang telah berkenan menjadi mitra dan tempat MBKM. Kami sangat berterima kasih kepada Laboratorium Terpadu UTM, khususnya Bu Ratri D.M. yang telah mendampingi mahasiswa MBKM

dalam analisis abu ampas tebu. Kami berharap semoga buku ini memberikan manfaat kepada pembaca.

Bangkalan, Juli 2025

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
BAB SATU KARAKTERISTIK TANAH KERING	1
• TANAH KERING	3
• LOKASI UMUM TANAH KERING DITEMUKAN	8
• SIFAT-SIFAT TANAH KERING	16
• FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TANAH KERING	23
• DAMPAK TANAH KERING TERHADAP PERTANIAN	26
• STRATEGI PENGOLAHAN LAHAN KERING	29
BAB DUA KANDUNGAN MINERAL DALAM TANAH	33
• PENGERTIAN MINERAL TANAH.....	33
• ASAL-USUL MINERAL TANAH	35
• KLASIFIKASI MINERAL TANAH	38
• MINERAL SILIKA (SIO ₂) SERTA PERANNYA DI DALAM TANAH.....	51
• INTERAKSI MINERAL DENGAN BAHAN ORGANIK.....	56
BAB TIGA FAKTOR GEOGRAFIS PADA LAHAN KERING	59
• PENGARUH IKLIM TERHADAP KETERSEDIAAN MINERAL.....	60
• PENGARUH TOPOGRAFI DAN EROSI TANAH TERHADAP KETERSEDIAAN MINERAL.....	67
• PENGARUH JENIS TANAH DAN KANDUNGAN MINERAL TERHADAP KETERSEDIAAN MINERAL.....	73
• PENGARUH GEOLOGI DAN SUMBER MINERAL ALAMI	77
• PENGARUH KETERSEDIAAN AIR DAN PELAPUKAN MINERAL	81
• PERAN KELEMBABAN TANAH DALAM SIKLUS NUTRISI.....	83
• HUBUNGAN AKTIVITAS MANUSIA DAN DEGRADASI MINERAL	89
• PERBEDAAN REGIONAL LAHAN KERING	93
• TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN LAHAN KERING	96

BAB EMPAT FAKTOR MAKHLUK HIDUP PADA LAHAN KERING 101

- PERAN MAKHLUK HIDUP DALAM SIKLUS MINERAL 101
- KEBUTUHAN MINERAL PADA TANAMAN..... 105
- MINERAL ESENSIAL PADA EKOSISTEM 109
- MIKROORGANISME TANAH DAN PERANNYA 112
- TANTANGAN KETERSEDIAAN MINERAL..... 116
- STRATEGI PEMENUHAN KEBUTUHAN MINERAL 119
- PENGELOLAAN LAHAN KERING DI MADURA BERBASIS
KEBUTUHAN MINERAL..... 122
- STRATEGI PEMENUHAN KEBUTUHAN MINERAL DI LAHAN
KERING..... 125
- INTERAKSI MAKHLUK HIDUP TERHADAP DISTRIBUSI MINERAL
PADA EKOSISTEM LAHAN KERING 128

BAB LIMA STRATEGI MENGATASI LAHAN KERING 133

- TEKNIK KONSERVASI TANAH..... 134
- STRATEGI KONSERVASI AIR DAN TANAH..... 141
- TANTANGAN DAN KENDALA PENGELOLAAN LAHAN KERING 155

DAFTAR PUSTAKA 159**PROFIL PENULIS 177**

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S., Tjahyandari, D., & Idris, K. (2016). Dasar-Dasar Ilmu Tanah. *Tangerang Selatan: Universitas Terbuka*.
- Arifin, Z. (2018). Pupuk Organik dan Mikrobiologi Tanah. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Arsyad, S. (2010). Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press.
- Asdak, C. (2023). Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai. Ugm Press.
- Badan Litbang Pertanian. (2015). Strategi Pengelolaan Lahan Kering Berkelanjutan. Jakarta: Kementan.
- Badan Litbang Pertanian. (2019). Inovasi Teknologi Embung untuk Lahan Kering. *Balitbangtan Press Release*.
- Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. (2019). Peta Tanah Lahan Kering Indonesia. Kementerian Pertanian.
- Balai Penelitian Tanah. (2008). Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Kering di Indonesia. Bogor: Kementerian Pertanian.
- Balai Penelitian Tanah. (2015). Laporan Degradasi Lahan di Jawa Tengah. Kementerian Pertanian.
- Bali, I., Ahmad, A., & Lopulisa, C. (2018). Identifikasi mineral pembawa hara untuk menilai potensi kesuburan tanah. *Jurnal Ecosolum*, 7(2), 81-100.
- Bappenas. (2020). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020–2024*. Kementerian PPN/Bappenas
- Barker, W. W., (1997). Geomicrobiology of silicate mineral weathering. *Geomicrobiology Journal*, 14(1), 119.
- Bationo, A., (2006). Soil Organic Matter Dynamics and Crop Productivity in African Drylands. Springer.

-
- Birkeland, P. W. (1999). *Soils and Geomorphology* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. New York: Springer.
- Bohn, H. L., McNeal, B. L., & O'Connor, G. A. (2001). *Soil Chemistry*. New York: Wiley.
- BPPSDMP. (2020). *Laporan Kinerja Penyuluhan*. Kementerian Pertanian RI.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils* (14th ed.). Pearson.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson.
- Brady, N.C., & Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson Education.
- Brady, N. C., Weil, R. R., & Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soils* (Vol. 13, pp. 662-710). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Brady, N.C., & Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. 14th Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Brantley, S. L., & White, A. F. (2003). Approaches to modeling weathered regolith. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 55(1), 303-326.
- Budi, S., (2021). Pengaruh Aplikasi Silika Terhadap Kualitas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 22(1), 45-52.
- Buol, S. W., Southard, R. J., Graham, R. C., & McDaniel, P. A. (2011). *Soil Genesis and Classification* (6th ed.). Wiley Blackwell.
- FAO. (2019). *Status of the World's Soil Resources: Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

-
- Cakmak, I. (2018). Magnesium in Crop Production. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 181(1), 1-12.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., & Stanca, A.M. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*, 105(1-2), 1-14.
- Chambers, R., & Conway, G. (1992). *Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century*. Brighton: IDS.
- Chambers, R., Pacey, A., & Thrupp, L.A. (1989). *Farmer First: Farmer Innovation and Agricultural Research*. London: Intermediate Technology Publications.
- Chazdon, R. L. (2008). "Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands." *Science*, 320(5882), 14581460.
- Critchley, W., & Siegert, K. (1991). *Water Harvesting: A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production*. FAO.
- Dahlgren, R.A., (1999). "Weathering of basalt and its impact on soil fertility". *Geoderma*, 91(12), 3355.
- Derosari, B., & Basuki, T. (2019). Status dan Perbaikan Sistem Perladangan di Lahan Kering Menuju Pertanian Transisi Maju di NTT. Kesiapan Daerah Mendukung Pertanian Modern, 361-384.
- Diwyanto, K., & Priyanto, D. (2014). Pengembangan pertanian wilayah perbatasan Nusa Tenggara Timur dan Republik Demokrasi Timor Leste. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7(4), 30888.
- Dixon, J. B., & Weed, S. B. (1989). *Minerals in Soil Environments* (2nd ed.). SSSA.
- Djauhari, A., & Syam, A. (1996). Sistem Pengelolaan Lahan Kering di Daerah Aliran Sungai Brantas Bagian Hulu. In *Forum Penelitian Agro Ekonomi* (Vol. 14, No. 1, pp. 24-40).

-
- Drever, J. I. (1997). *The Geochemistry of Natural Waters*. Prentice Hall.
- Eckholm, E. P., Smith, N., Dick, H. W., & Harahap, A. A. (1984). *Krisis Energi Kayu Sumber Daya Pembaharu*. Yayasan Obor Indonesia.
- Barus, W. A., & Rauf, A. (2021). *Budidaya Padi Di Tanah Salin*. umsu press.
- Hasan, F., & Qomariyah, N. (2003). *ILMU USAHATANI*.
- Edwards, C. A. (2004). *Earthworm Ecology* (2nd ed.). CRC Press.
- Eghbal, M. K., (2019). Salt weathering in deserts: Mechanisms and case studies. *Geomorphology*, 331, 112.
- FAO. (2015). *Conservation Agriculture*. Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2015). *Status of the World's Soil Resources*. Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2016). *Coping with Water Scarcity in Agriculture*. Rome: FAO.
- FAO. (2016). *Guidelines for Soil Description and Classification in Drylands*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2018). *Water for Sustainable Food and Agriculture*. FAO Land and Water Division.
- Fauzan, M. (2020). Efisiensi ekonomi usahatani padi lahan kering di Kabupaten Lampung Selatan. *Agrimor*, 5(3), 45-47.
- Foth, H. D. (1990). *Fundamentals of Soil Science* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Foth, H. D., & Ellis, B. G. (1997). *Soil Fertility* (2nd ed.). CRC Press.
- Giller, K. E. (2001). *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems*. CABI Publishing.
- Gindha, N., (2019). Kearifan lokal dalam konservasi sumber daya air. *Jurnal Sosial Humaniora*, 10(2), 199–210.
- Gindha, N., (2019). Kearifan lokal di Timor. *Jurnal Sosial Humaniora*, 10(2), 199–210.

-
- Gleick, P.H. (2000). *The World's Water 2000-2001: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington DC: Island Press.
- Goudie, A. S., & Viles, H. A. (2012). *Weathering and the global carbon cycle*. Cambridge University Press.
- Gould, J., & Nissen-Petersen, E. (1999). *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply*. London: Intermediate Technology Publications.
- Hairiah, K., (2020). *Pengelolaan Tanah Tropika*. Universitas Brawijaya Press.
- Hardjowigeno, S. (2003). *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, S. (2015). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, S. (2015). *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Gadjah Mada University Press.
- Haryanti, N. (2014). Disfungsi institusi konservasi dan dampaknya pada kegagalan adopsi teknologi konservasi tanah dan air, studi kasus di Kabupaten Wonogiri dan Temanggung, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 11(1), 29161.
- Haryati, U. (2014). Karakteristik fisik tanah kawasan budidaya sayuran dataran tinggi, hubungannya dengan strategi pengelolaan lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(2), 133497.
- Hasan, H. N., & Susanto, E. (2021). *Relasi Agama dan Tradisi Lokal (Studi Fenomenologis Tradisi Dhammong di Madura)*. Jakad Media Publishing.
- Hättenschwiler, S., Tiunov, A. V., & Scheu, S. (2005). "Biodiversity and Litter Decomposition in Terrestrial Ecosystems". *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 191–218.
- Haug, A., (2019). Calcium and Plant Health: A Review. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1-12.

-
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., & Nelson, W.L. (2014). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Pearson.
- Heryani, N., & Rejekiningrum, P. (2019). Pengembangan pertanian lahan kering iklim kering melalui implementasi panca kelola lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2), 63-71.
- Hidayati, I. N., & Suryanto, S. (2015). Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan rawan kekeringan. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, 42-52.
- Hidayati, N., (2019). Peran Molibdenum dalam Fiksasi Nitrogen pada Tanaman Legum. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 21(2), 123-130.
- Hien, F., (2004). Water harvesting and soil moisture retention practices in Sahelian Africa. *Agricultural Water Management*, 62(3), 211-220.
- Hikmat, M., Hati, D. P., & Sukarman, S. (2022). Kajian lahan kering berproduktivitas tinggi di Nusa Tenggara untuk pengembangan pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 16(2), 119-133.
- Ilwati, U., Sudharmawan, A. K., & Sudantha, I. M. (2024). The Effect of Mycorrhiza on Sorghum Plants in Dryland Areas. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2b), 294-302.
- Hillel, D. (1998). *Environmental Soil Physics*. San Diego: Academic Press.
- Hossain, M., (2021). Calcium Application Improves Disease Resistance and Quality of Tomato. *Journal of Agricultural Science*, 13(2), 1-10.
- Howell, T. A. (2001). Enhancing water use efficiency in irrigated agriculture. *Agronomy Journal*, 93(2), 281-289
- Hudson, N. (1995). *Soil Conservation*. 3rd Edition. London: Batsford.
- Hudson, N. (1995). *Soil Conservation*. Batsford Ltd.

-
- IPCC. (2019). Climate Change and Land: Desertification and Land Degradation. Geneva: IPCC.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
Jakarta: Kementan.
- Jenny, H. (1941). Factors of Soil Formation. McGrawHill.
- Jenny, H. (1941). *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. McGraw-Hill.
- Jenny, H. (1994). Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology. Dover Publications.
- Jones, D. L., (2009). "Carbon Flow in the Rhizosphere: Carbon Trading at the SoilRoot Interface." *Plant and Soil*, 321(12), 533.
- Jones, J. B. (2014). *Plant Nutrition and Soil Fertility Manual* (2nd ed.). CRC Press.
- Karp, K., (2020). Phosphorus in Plant Nutrition: A Review. *Agronomy*, 10(5), 1-15.
- Kartasapoetra, A. G. (2004). *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Bumi Aksara.
- Kartini, A. D. (2023). *Pemanfaatan Riam Sirin Punti Sebagai Sumber Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Desa Meragun Kecamatan Nanga Taman Kabupaten Sekadau* (Doctoral dissertation, IKIP PGRI PONTIANAK).
- Kaur, S., (2021). Sulfur Nutrition and Its Role in Plant Growth and Development. *Plant Physiology and Biochemistry*, 167, 1-10.
- Keller, J., & Bliesner, R.D. (1990). *Sprinkle and Trickle Irrigation*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Kementerian Pertanian. (2020). *Laporan Ketersediaan Air untuk Pertanian di Lahan Kering*.
- Killa, Y. M., Ndapamuri, M. H., Ratu, E. U., & Teul, M. U. (2024). *Kajian Sifat Fisik Tanah pada Lahan Kering Beriklim Kering di*

-
- Kecamatan Wulla Waijelu Kabupaten Sumba Timur. *Journal Galung Tropika*, 13(1), 19-26.
- Kumar, D. S., & Palanisami, K. (2011). "Impact of Drip Irrigation on Farming Systems in India". *Agricultural Economics Research Review*, 24(1), 4554.
- Kurniawan, A., (2021). Peran tanaman penutup tanah terhadap kualitas tanah dan hasil tanaman jagung. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 10(2), 105–114.
- Lahuddin. 2007. Aspek Unsur Mikro dalam Kesuburan Tanah. USU e-Repository. Universitas Sumatera: Medan.
- Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, 12(6), 519-539.
- Lal, R. (2004). "Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security". *Science*, 304(5677), 1623–1627.
- Lal, R. (2015). *Soil Carbon Sequestration and the Greenhouse Effect*. Soil Science Society of America.
- Lal, R. (2020). *Soil Degradation and Restoration in Africa*. CRC Press.
- Lalu, M. S. (2017). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Usahatani Jagung Di Lahan Sawah Dan Lahan Kering. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20(1), 81-90.
- Landon, J. R. (2014). *Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics*. Routledge.
- Lavelle, P., (1993). "A Hierarchical Model for Decomposition in Terrestrial Ecosystems". *Applied Soil Ecology*, 20(3), 189–198.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. Routledge.
- Liu, Y., (2019). Nitrogen Fertilization and Its Impact on Crop Yield. *Field Crops Research*, 240, 1-10.
- Maghfoer, M. D. (2018). *Teknik Pemupukan Terung Ramah Lingkungan*. Universitas Brawijaya Press.

-
- Mailidarni, N., & Djafar, T. (2025). *Fisiologi Tumbuhan: Proses, Mekanisme, dan Adaptasi*. Elfarazy Media Publisher.
- Mandalika, E. N. D., Wuryantoro, W., Ayu, C., & Danasari, I. F. (2023). Faktor-Faktor Sosial Ekonomi Yang Mempengaruhi Pendapatan Usahatani Kedelai di Wilayah Lahan Kering Kabupaten Lombok Tengah. *AGROTEKSOS*, 33(2), 654-660.
- Mar'atushaliha, S. (2023). *Fisiologi Tumbuhan*. penerbit NEM.
- Marlina, A., & Satriawaniqbal, H. (2014). Pengaruh olah tanah dan pemberian pupuk kandang terhadap sifat fisik tanah dan produksi tanaman jagung. *Lentera: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 14, 146250.
- Napitupulu, L. S., & Purwanti, I. F. (2022). Kajian Fitostabilisasi Limbah Hasil Tambang Tembaga (Tailing). *Jurnal Teknik ITS*, 11(3), F99-F104.
- Marschner, H. (2012). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Matheus, R. (2020). Skenario pengelolaan sumber daya lahan kering: menuju pertanian berkelanjutan. Deepublish.
- Matson, P. A., (1997). "Agricultural Intensification and Ecosystem Properties." *Science*, 277(5325), 504509.
- Mbow, C. (2014). Agroforestry and climate adaptation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 8–14.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Wellbeing: Desertification Synthesis*. Washington: World Resources Institute
- Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing.
- Mulia, R. (2017). Dampak Erosi terhadap Kualitas Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 1220.

-
- Mulyani, A., & Suwanda, M. H. (2019). Pengelolaan lahan kering beriklim kering untuk pengembangan jagung di Nusa Tenggara. *Jurnal sumberdaya lahan*, 13(1), 41-52.
- Naharuddin, N., Sari, I., Harijanto, H., & Wahid, A. (2020). Sifat fisik tanah pada lahan agroforestri dan hutan lahan kering sekunder di sub DAS Wuno, DAS Palu. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 8(2), 189-200.
- Pasaribu, P. H. P., Rauf, A., & Slamet, B. (2018). Kajian tingkat bahaya erosi untuk arahan konservasi tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo. *Jurnal Geografi*, 10(1), 51-62.
- Nair, P.K.R. (1993). *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Neall, V.E. (2006). "Volcanic soils". *Encyclopedia of Soil Science*, 18601864.
- Nielsen, D. C., & Sutherland, P. L. (2018). Land imprinter: A practical method for improving infiltration in arid rangelands. *Journal of Arid Land Studies*, 27(4), 345–358.
- Nobel, P. S. (2003). *Environmental Biology of Agaves and Cacti*. Cambridge University Press.
- Notohadiprawiro, T. (1999). *Tanah dan Lingkungan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Notohadiprawiro, T. (2006). *Tanah dan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Novizan. (2019). *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Nugraha, R. M., (2020). Efektivitas embung sebagai sumber air pertanian lahan kering. *Jurnal Irigasi*, 15(1), 45–52.
- Nurhartanto, N., Zulkarnain, Z., & Wicaksono, A. A. (2022). Analisis beberapa sifat fisik tanah sebagai indikator kerusakan tanah pada lahan kering. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 4(2), 107-112.

-
- Nurhayati, S., (2020). Klor dan Perannya dalam Proses Fotosintesis. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*, 12(1), 45-52.
- Nursan, M. (2016). Analisis kelayakan usaha dan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi usahatani jagung pada lahan kering dan sawah di Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Bisnis Tani*, 2(2), 182-188.
- Oldeman, L.R., Las, I., & Muladi. (1980). An Agro-Climatic Map of Java. Bogor: Central Research Institute for Agriculture.
- Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oweis, T., & Hachum, A. (2006). Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. *Agricultural Water Management*, 80(1-3), 57-73.
- Paul, E. A. (2015). Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry (4th ed.). Elsevier.
- Pereira, L. S., (2012). "Improved Irrigation Management for Sustainable Agriculture". *Agricultural Water Management*, 108, 13.
- Pertiwi, I., Prajanti, S. D. W., & Juhadi, J. (2017). Strategi adaptasi petani dalam pengolahan lahan kering di Desa Dieng Kecamatan Kejajar Kabupaten Wonosobo. *JESS (Journal of Educational Social Studies)*, 6(2), 87-91.
- Pimentel, D., & Burgess, M. (2013). "Soil Erosion Threatens Food Production." *Agriculture*, 3(3), 443463.
- Pimentel, D., (1995). "Environmental and Economic Costs of Soil Erosion." *Science*, 267(5201), 11171123.
- Postel, S. (1999). Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last? New York: W.W. Norton & Company.

-
- Pramuji dan Bastaman, M., 2009. Teknik Analisis Mineral Tanah untuk Menduga Cadangan Sumber Hara. *Buletin Teknik Pertanian* Vol. 14, No. 2, 2009: 80-82
- Prasetya, B., Nopriani, L. S., Hadiwijoyo, E., Hanuf, A. A., & Nurin, Y. M. (2022). *Pengelolaan bahan organik di lahan pertanian*. Universitas Brawijaya Press.
- Prasetyo, A., (2019). Mangan dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 47(3), 201-210.
- Prasetyo, Y. D., et al. (2022). Efektivitas kombinasi teknik konservasi tanah dan air terhadap hasil jagung di lahan kering Sumbawa Barat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(1), 87–96.
- Pretty, J. (1995). *Participatory Learning for Sustainable Agriculture*. World Development.
- Pretty, J. (2003). Social capital and the collective management of resources. *Science*, 302(5652), 1912–1914.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447–465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2014). Sustainable Intensification in Agricultural Systems. *Annals of Botany*.
- Prihatini, N. S., et al. (2020). "Efisiensi Irigasi Sprinkler pada Lahan Kering di Indonesia". *Jurnal Irigasi Indonesia*, 15(2), 89100.
- Purwanto, I. B. H., MP, M., Utami, I. S. N. H., Indradewa, I. D., & Martono, I. E. (2020). *Pertanian Organik: Solusi Pertanian Berkelanjutan*. Penerbit Andi.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. (2010). Degradasi Lahan Kering dan Solusinya. Bogor: Balitbangtan.
- Putra, A. K., (2021). "Smart Irrigation System for Dryland Agriculture Using IoT". *Journal of Agricultural Engineering*, 12(3), 4556.

-
- Rachmawati, D., (2021). Peran Boron dalam Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 67-75.
- Raghothama, K.G. (2018). Phosphate Acquisition. *Annual Review of Plant Biology*, 69, 1-20.
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic Agriculture in the 21st Century. *Nature Plants*.
- Rendy, A., Setiawati, I. T. C., Laily, M., Fitriani, V., & Basuki, S. (2024). Pengantar Ilmu Tanah Mengenal dan Memahami Sifat Dasar Tanah. Deepublish.
- Rengel, Z. (2019). Magnesium and Plant Growth. *Plant and Soil*, 442(1-2), 1-10.
- Retallack, G. J. (2019). *Soils of the Past: An Introduction to Paleopedology* (3rd ed.). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook No. 60.
- Ruthenberg, H. (1980). Farming Systems in the Tropics. 3rd Edition. Oxford: Clarendon Press.
- Sabogal, C.(2015). Silvicultural Interventions for Restoring Degraded Tropical Forest Landscapes. FAO.
- Saha, S., (2020). Sulfur Deficiency in Plants: A Review. *Plant Biology*, 22(1), 1-10.
- Sanchez, P. A. (2019). Properties and Management of Soils in the Tropics (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Sari, R., (2018). Besi dan Klorofil: Hubungan dan Pengaruhnya terhadap Fotosintesis. *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 10(2), 89-95.
- Schaetzl, R. J., & Anderson, S. (2005). Soils: Genesis and Geomorphology. Cambridge University Press.
- Schimel, J. (2018). Microbial Ecology in Soil. *Nature Education*.
- Setiawan, A. (2020). Dampak Perubahan Iklim terhadap Pertanian di Indonesia. IPB Press.

-
- Setiawan, A., (2017). Tembaga dalam Proses Fotosintesis dan Respirasi. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 15(1), 34-40.
- Shalehin, M. (2015). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- Sholihah, L. Z. (2025). *Keanekaragaman laba-laba tanah di perkebunan kopi Desa Sumber Rejo Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Siregar, R. P. (2015). Efektivitas terasering dalam konservasi tanah di lahan miring. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 42(1), 13–21.
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.
- Sojka, R.E., (2007). "Polyacrylamide for Soil Erosion Control." *Journal of Soil and Water Conservation*, 62(2), 4550.
- Stevenson, F.J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Subardja, D., et al. (2014). *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Subardja, D., Ritung, S., & Anda, M. (2016). *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Subba Rao, N. S. (2002). *Soil Microbiology* (4th ed.). Science Publishers.
- Subbarao, G. V., (2021). *Soil Fertility Management in Drylands*. Springer.
- Sugiharyanto dan Khotimah, Nurul. 2009. *Diktat Mata Kuliah Geografi Tanah*. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Suriyagoda, L. D. B. (2016). Soil and water conservation practices for sustainable dryland farming. *Journal of Soil and Water Conservation*, 71(2), 45–56..

-
- Suryanto, P., (2015). Agroforestri untuk Konservasi Tanah dan Air. Universitas Gadjah Mada Press.
- Sutanto, R. (2002). Dasar Dasar Ilmu Tanah: Konsep dan Kenyataan. Kanisius.
- Sutanto, R. (2014). Pengelolaan Tanah dan Air di Lahan Kering. Gadjah Mada University Press.
- Sutanto, R. (2016). Pertanian Organik: Menuju Pertanian Berkelanjutan. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutejo, M. M. (2010). Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Rineka Cipta.
- Swift, M. J., (1979). Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell Scientific.
- Sylvia, D. M., (2005). Principles and Applications of Soil Microbiology. Pearson.
- Tan, K. H. (2009). Environmental Soil Science (3rd ed.). CRC Press.
- Teague, W. R., (2013). "The Role of Ruminants in Reducing Agriculture's Carbon Footprint." *Journal of Soil and Water Conservation*, 71(2), 156164.
- Tisdale, S. L., Nelson, W. L., Beaton, J. D., & Havlin, J. L. (2014). *Soil Fertility and Fertilizers* (8th ed.). Pearson.
- Ugolini, F.C., & Dahlgren, R.A. (2002). "Soil development in volcanic ash". *Global Environmental Change*, 12(4), 287299.
- UNCCD. (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification*. Bonn: UNCCD Secretariat.
- UNEP. (2019). *Global Drylands Assessment*. Nairobi: United Nations.
- USDA. (2014). *Keys to Soil Taxonomy* (12th ed.). Washington: United States Department of Agriculture.
- Utomo, I. M. (2016). *Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan*. Kencana.
- Utomo, M. (2019). *Konservasi Tanah dan Air*. UB Press.

-
- Wahyuni, S. (2020). Adaptasi varietas sorgum terhadap cekaman kekeringan di lahan kering. *Jurnal Ilmu Tanaman Tropika*, 17(3), 213–220.
- Wang, Y., (2020). Potassium and Plant Stress Responses. *Journal of Plant Physiology*, 246, 1-10.
- Waruwu, N. N., Gea, D. S. P., Laoli, O., Waruwu, A. S., & Lase, N. K. (2024). Kajian Literatur: Pengaruh Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman di Lahan Kering. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 1(3), 28-39.
- White, A. F. (2006). *Chemical Weathering Rates of Silicate Minerals*. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 31(1), 1-22. <https://doi.org/10.2138/rmg.1995.31.1>
- Wickens, G. E. (1998). *Ecophysiology of Economic Plants in Arid and SemiArid Lands*. Springer.
- Widiastuti, T., (2020). Seng dan Perannya dalam Sintesis Protein pada Tanaman. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 9(3), 112-120.
- Wungguli, N. R., Hatu, R. A., Tamu, Y., & Bumulo, S. (2025). Strategi Petani Sawah dalam Menghadapi Musim Kering di Desa Hulawa, Kecamatan Telaga, Kabupaten Gorontalo. *Sosiologi Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 52-62.
- Zahran, H. H. (2001). Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 65(4), 968–989. <https://doi.org/10.1128/MMBR.65.4.968-989.2001>
- Young, A. (1989). *Agroforestry for Soil Conservation*. Wallingford: CAB International.
- Young, A. (1997). *Agroforestry for Soil Management*. CAB International.
- Zhang, C., Kovacs, J.M., & Flores-Verdugo, F. (2017). Precision agriculture and future farming. In *Precision Agriculture*

-
- Technology for Crop Farming (pp. 1-24). Boca Raton: CRC Press.
- Zhang, D., (2008). "Litter Decomposition in Forest Ecosystems: Controls and Mechanisms". *Ecological Monographs*, 78(3), 365–380.
- Zhang, F., (2017). Nitrogen and Plant Growth: A Review. *Plant Biology*, 19(1), 1-10.
- Zhang, Y., (2018). Potassium Fertilization and Its Effects on Crop Quality. *Agronomy Journal*, 110(5), 1-10.

PROFIL PENULIS



Dr. Agr. Eko Setiawan, S.P., M.Si.

Penulis merupakan Dosen Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam (PSDA) di Universitas Trunojoyo Madura (UTM). Penulis Lahir di Desa Pagerwojo (Blitar) tanggal 15 Maret 1978. Bidang keahlian penulis adalah bidang hortikultura dalam pembudidayaan tanaman dengan lebih berfokus pada tanaman buah-buahan

dan sayur-sayuran.

Email: e_setiawan@trunojoyo.ac.id.



D.B. Rendy Astid P., S.Pd., M.Pd.

Penulis merupakan Dosen Program Studi Pendidikan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Trunojoyo Madura (UTM). Penulis Lahir di Pamekasan tanggal 17 November 1993. Bidang keahlian Penulis adalah Kimia Terapan Sub Bidang Bahan Alam. Bidang ini berfokus dalam mengeksplor kekayaan dan manfaat bahan alam dalam

kehidupan sehari-hari dengan menekankan konsep kimia.

Email: dwi.bagus@trunojoyo.ac.id.



Rony Azmi Faisal, S.T., M.Sc.

Penulis merupakan Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik di Universitas Trunojoyo Madura (UTM). Penulis Lahir di Bangkalan tanggal 05 Oktober 1993. Bidang keahlian Penulis adalah Teknik Industri dalam Manufaktur. Proses Pembuatan bahan mentah menjadi produk menggunakan bahan baku, mesin, dan tenaga kerja dalam system rancang kerja berbasis industrialisasi. Kepakaran penulis adalah dalam bidang perancangan mesin operasional level industri dalam memproduksi produk.

Email: rony.faisal@trunojoyo.ac.id