

TEKNIK STABILISASI TANAH DAN PENGELOLAAN AIR PADA LAHAN KERING: SOLUSI BERKELANJUTAN UNTUK PERTANIAN

Amalia Wahyu Puspitasari¹, Ghania Khansa Fadhillah², Haykal Kautsar Ridhan³,
Nila Eriana⁴, Syafira Nanda Syahputri⁵

¹⁻⁵Prodi Agroteknologi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

¹22025010115@student.upnjatim.ac.id, ²22025010141@student.upnjatim.ac.id

³22025010152@student.upnjatim.ac.id, ⁴22025010110@student.upnjatim.ac.id

⁵22025010109@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Lahan kering merupakan tantangan besar dalam pertanian, terutama di daerah dengan curah hujan rendah. Tanpa pengelolaan yang tepat, lahan kering dapat mengalami penurunan kualitas, erosi, dan bahkan degradasi tanah, yang pada gilirannya berdampak negatif pada ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Artikel ilmiah ini mengkaji pentingnya stabilisasi tanah dan pengelolaan air dalam konteks pertanian berkelanjutan di lahan kering. Stabilisasi tanah menjadi penting untuk mencegah erosi dan degradasi, yang sering terjadi pada lahan. Pengelolaan tanah dan air yang efisien diperlukan untuk meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah, serta memaksimalkan penggunaan sumber daya air. Dalam konteks ini, pertanian berkelanjutan berperan penting dengan menerapkan praktik-praktik seperti rotasi tanaman, pemanfaatan teknologi irigasi, dan penggunaan pupuk organik. Melalui artikel ilmiah ini, diharapkan lahan kering dapat dikelola secara efektif, menghasilkan hasil pertanian yang optimal, dan menjaga keseimbangan ekosistem. Artikel ilmiah ini merekomendasikan kebijakan yang mendukung praktik pertanian berkelanjutan untuk mengoptimalkan penggunaan lahan kering dan meningkatkan ketahanan pangan.

Kata Kunci: lahan kering, stabilisasi tanah, pengelolaan air, pertanian berkelanjutan

Abstract

Drylands are a major challenge in agriculture, especially in areas with low rainfall. Without proper management, drylands can suffer from degradation, erosion and even soil degradation, which in turn negatively affects food security and farmers' welfare. This scientific article examines the importance of soil stabilization and water management in the context of sustainable agriculture in drylands. Soil stabilization is important to prevent erosion and degradation, which often occur on the land. Efficient soil and water management is needed to improve soil fertility and productivity, and maximize the use of water resources. In this context, sustainable agriculture plays an important role by implementing practices such as crop rotation, utilization of irrigation technology, and use of organic

Article History

Received: Oktober 2024

Reviewed: Oktober 2024

Published: Oktober 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/hibrida.v1i2.365

Copyright : Author Publish

by : Hibrida



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

fertilizers. Through this scientific article, it is hoped that drylands can be managed effectively, producing optimal agricultural yields and maintaining ecosystem balance. This scientific article recommends policies that support sustainable agricultural practices to optimize dryland use and improve food security.

Keywords: dryland, soil stabilization, water management, sustainable agriculture

PENDAHULUAN

Lahan kering adalah jenis lahan yang mengalami kekurangan air secara signifikan, seringkali disebabkan oleh curah hujan yang rendah dan evaporasi yang tinggi. Karakteristik ini membuat lahan kering menghadapi tantangan serius dalam hal kesuburan dan produktivitas pertanian. Tanpa pengelolaan yang tepat, lahan kering dapat mengalami penurunan kualitas, erosi, dan bahkan degradasi tanah. Pertanian di lahan kering menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait stabilitas tanah dan pengelolaan air. Sekitar 65% dari total lahan pertanian di Indonesia adalah lahan kering, tetapi hanya 30% yang diolah secara optimal. Kesenjangan ini menunjukkan potensi produksi yang belum dimanfaatkan secara maksimal, yang berkontribusi pada kerentanan terhadap masalah seperti penurunan kesuburan tanah dan erosi.

Penggunaan teknik pertanian konvensional sering kali mengakibatkan kerusakan tanah dan penurunan kualitas, dengan lebih dari 40% lahan kering mengalami hilangnya lapisan topsoil yang subur. Hal ini menciptakan kebutuhan mendesak untuk mencari solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan. Berbagai teknik, seperti pembuatan teras, penanaman vegetasi penutup, dan penggunaan sistem irigasi efisien, dapat diimplementasikan untuk mengatasi masalah ini. Dengan strategi yang tepat, tanah kering dapat dioptimalkan untuk mendukung pertanian yang berkelanjutan dan produktif, sehingga membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada lahan tersebut.

Selain itu, pengelolaan yang baik juga dapat berkontribusi pada pelestarian lingkungan, seperti pengurangan erosi dan peningkatan retensi air di tanah. Melalui pendekatan yang terpadu dan berbasis ilmu pengetahuan, lahan kering dapat dikelola dengan cara yang lebih efektif, memberikan hasil yang bermanfaat tidak hanya bagi petani tetapi juga bagi ekosistem secara keseluruhan. Dengan demikian, penting untuk terus mengembangkan dan menerapkan praktik terbaik dalam pengelolaan tanah dan air pada lahan kering. Diharapkan produktivitas lahan kering dapat ditingkatkan secara berkelanjutan, mendukung keberlanjutan pertanian, dan menjaga keseimbangan ekosistem.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik Lahan Kering

Pemanfaatan lahan kering untuk pertanian sering kali diabaikan oleh para pembuat kebijakan, yang lebih fokus pada peningkatan produksi beras di lahan sawah. Padahal, lahan kering yang memiliki potensi dapat menghasilkan beragam bahan pangan yang cukup. Selain beras, bahan pangan tersebut meliputi jagung, sorghum, kedelai, kacang hijau, ubi kayu, ubi jalar, dan lainnya, yang semuanya bisa dibudidayakan di lahan kering. Lahan kering merupakan salah satu agroekosistem dengan potensi besar untuk berbagai usaha pertanian, termasuk tanaman pangan, hortikultura (sayuran dan buah), serta tanaman tahunan dan peternakan.

Penggunaan lahan kering dapat dibagi menjadi beberapa kategori, seperti usaha tani lahan kering (tegalan/kebun, padang rumput, lahan tidak terkelola, hutan rakyat, dan perkebunan) dan usaha tani lainnya (pekarangan/gedung, tanah rawa, tambak, dan kolam/empang). Meskipun umumnya memiliki tingkat kesuburan yang rendah, lahan kering sering kali berada di daerah berbukit atau bergunung dengan kemiringan yang curam, dengan luas masing-masing mencapai 51,30 juta ha dan 36,90 juta ha [1]. Lahan kering yang berlereng curam sangat rentan terhadap erosi, terutama jika digunakan untuk menanam tanaman pangan semusim. Selain itu, keterbatasan air pada lahan kering juga mengakibatkan usaha pertanian tidak dapat dilakukan sepanjang tahun.

Karakteristik biofisik tanah yang memiliki lapisan dangkal dan banyak batu, dengan variasi bentuk wilayah mulai dari dataran hingga pegunungan (lereng > 40%). Meskipun begitu, jika dilihat dari segi kesuburan dan kandungan hara, tanah di daerah ini lebih baik dibandingkan dengan daerah beriklim basah yang umumnya memiliki hara yang rendah dan tanah masam. Lahan kering diartikan sebagai lahan yang terletak di daerah kering (dengan kekurangan air), yang sepenuhnya bergantung pada curah hujan untuk kebutuhan air tanaman, tanpa genangan air permanen [2]. Tanah di lahan kering memiliki karakteristik fisik dan kimia yang unik yang mempengaruhi kesuburan dan produktivitasnya. Secara fisik, tanah ini sering bervariasi dari pasir hingga lempung, dengan kepadatan yang tinggi yang dapat menghambat penetrasi akar dan pergerakan air. Struktur tanah biasanya kurang baik, meningkatkan risiko erosi, dan kelembaban tanah cenderung rendah dengan fluktuasi yang signifikan akibat curah hujan yang tidak menentu. Dari sudut pandang kimia, lahan kering sering memiliki pH rendah, biasanya di bawah 6, yang dapat mengurangi ketersediaan nutrisi penting seperti kalsium dan fosfor. Kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium (NPK) biasanya terbatas, dan rendahnya bahan organik mengurangi kemampuan tanah untuk menahan air dan nutrisi. Masalah salinitas juga sering muncul, terutama jika pengelolaan irigasi tidak dilakukan dengan baik. Selain itu, rendahnya aktivitas mikroorganisme tanah mempengaruhi proses dekomposisi bahan organik dan ketersediaan nutrisi.

Masalah Umum pada Lahan Kering

Lahan kering menghadapi sejumlah tantangan serius dalam upaya penghijauan dan pengelolaan pertanian. Salah satu masalah utama adalah kekurangan air, di mana tanah kering sulit menyerap dan menyimpan kelembapan, layaknya spons yang kering. Hal ini menyebabkan vegetasi kesulitan untuk bertahan hidup dan dapat menghambat pertumbuhan akar tanaman, sehingga mereka tidak dapat menancapkan diri dengan baik ke dalam tanah. Selain itu, kondisi tanah yang tandus dan kurangnya unsur hara semakin memperburuk situasi. Tanah kering sering kali kekurangan nutrisi penting yang diperlukan tanaman untuk tumbuh, mirip dengan anak yang tidak mendapatkan asupan makanan yang cukup untuk berkembang dengan baik. Perubahan iklim yang tidak menentu juga menjadi tantangan besar bagi penghijauan lahan kering. Curah hujan yang tidak konsisten dan periode kekeringan yang panjang menguji ketahanan tanaman, memaksa mereka untuk berjuang dalam kondisi yang sangat sulit[3].

Perubahan iklim dan cuaca ekstrem memiliki dampak yang besar terhadap lahan kering, khususnya dalam sektor pertanian. Di Indonesia, sekitar 60 juta hektare lahan kering terpengaruh, dengan 29 juta hektare di antaranya digunakan untuk pertanian. Perubahan iklim membuat tanaman lebih rentan terhadap kekurangan air, yang langsung mempengaruhi produktivitas pangan. Misalnya, kenaikan suhu global dapat mengurangi hasil panen padi hingga 50% jika suhu meningkat antara 1-2 derajat Celsius. Selain itu, pola curah hujan yang tidak stabil dapat menyebabkan ledakan populasi hama, seperti belalang kembara, yang merusak

tanaman dan menyebabkan gagal panen. Menurut [4]. Cuaca ekstrem, seperti kekeringan berkepanjangan dan banjir, semakin sering terjadi akibat perubahan iklim. Fenomena ini tidak hanya mengurangi luas lahan yang dapat ditanami tetapi juga memperburuk kondisi tanah yang sudah tandus. Dalam beberapa tahun terakhir, perubahan musim hujan telah mengganggu jadwal tanam dan panen, sehingga petani menghadapi kesulitan tambahan dalam merencanakan produksi mereka. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan kebijakan berbasis riset serta investasi dalam penelitian dan inovasi guna meningkatkan ketahanan sistem pertanian di lahan kering.

Prinsip Pengelolaan Tanah dan Air

Konsep dasar pengelolaan tanah dan air dalam konteks pertanian berkelanjutan berfokus pada keseimbangan antara produktivitas lahan dan pelestarian lingkungan. Pengelolaan tanah bertujuan untuk menjaga kesuburan dalam jangka panjang melalui teknik konservasi seperti penggunaan pupuk organik, rotasi tanaman, dan minimalisasi pengolahan tanah untuk menghindari degradasi serta erosi. Selain itu, peningkatan kapasitas tanah dalam menyimpan air dan nutrisi juga menjadi prioritas. Di sisi lain, pengelolaan air dalam pertanian berkelanjutan menekankan pada efisiensi penggunaan air, seperti dengan menerapkan irigasi yang tepat dan pemanenan air hujan, serta menjaga kualitas air dengan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya[5]. Dengan menerapkan konsep ini, pertanian dapat , menciptakan sistem pertanian yang produktif sekaligus ramah lingkungan.

Konservasi tanah dan air sangat penting untuk menjaga produktivitas, terutama dalam jangka panjang. Tanah yang subur adalah dasar bagi pertanian yang produktif, dan tanpa upaya konservasi, tanah dapat mengalami erosi, kehilangan nutrisi, dan degradasi struktural yang akan menurunkan kualitasnya. Teknik konservasi seperti terasering, rotasi tanaman, dan penggunaan bahan organik membantu menjaga kesehatan tanah, sehingga tanaman bisa tumbuh dengan optimal [6]. Begitu pula dengan konservasi air, yang berperan penting dalam memastikan pasokan air yang stabil dan berkualitas untuk irigasi. Pengelolaan air yang baik, seperti irigasi efisien dan pemanenan air hujan, dapat menghindari pemborosan dan kekeringan, serta mencegah polusi air dari limbah pertanian. Dengan demikian, konservasi tanah dan air memastikan keberlanjutan produktivitas pertanian, sehingga hasil panen tetap tinggi tanpa merusak sumber daya alam yang mendukungnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif (qualitative research) yang berfokus pada pemahaman yang mendalam mengenai fenomena yang diteliti, dan memperhatikan perspektif dan pengalaman subjek penelitian. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini berfokus pada studi literatur. Metode penelitian kualitatif yang hanya didasarkan pada studi literatur dapat dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber literatur, kemudian melakukan analisis secara sistematis terhadap data tersebut. Analisis data dalam metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknik seperti content analysis, discourse analysis, atau thematic analysis. Pengumpulan data dalam metode ini dapat dilakukan dengan cara melakukan pencarian informasi melalui mesin pencari seperti Google Scholar, atau melalui akses ke perpustakaan digital yang terkait dengan topik penelitian. Topik penelitian yang dibahas pada artikel ilmiah ini mengenai Teknik Stabilisasi Tanah dan Pengelolaan Air pada Lahan Kering: Solusi Berkelanjutan untuk Pertanian.

PEMBAHASAN

Teknik Pengelolaan Tanah

Pengolahan tanah yang efisien merupakan strategi penting untuk meningkatkan struktur dan kesuburan lahan kering. Lahan kering biasanya memiliki karakteristik tanah yang kurang subur dan rentan erosi, hal ini dipicu oleh keterbatasan air dan tingkat transpirasi yang tinggi. Untuk mengatasinya, perlu dilakukan pengolahan tanah yang konservatif, seperti membersihkan gulma dan menghilangkan batu-batu kecil. Proses ini membantu meningkatkan permeabilitas tanah, sehingga air dapat menyebar lebih luas dan menyediakan oksigen yang cukup bagi mikroba tanah.

Penyertaan komponen organik ke dalam tanah merupakan langkah penting untuk meningkatkan kesuburan lahan kering. Komponen organik seperti pupuk organik dan mulsa dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah, yang berfungsi sebagai "saraf" tanah. Bahan organik ini membantu meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepaskan air, serta meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat nutrien nutrisi penting. Petani dapat melaksanakan integrasi usaha ternak untuk memproduksi bahan organik, seperti limbah kotoran hewan yang dapat digunakan sebagai pupuk alami. Selain itu, penggunaan mulsa juga dapat membantu mengurangi erosi tanah dan menjaga kelembaban tanah.

Implementasi sistem rotasi tanaman dan konservasi air juga sangat efektif dalam meningkatkan struktur dan kesuburan lahan kering. Sistem rotasi tanaman membantu meningkatkan variasi nutrisi tanah, sehingga tanah tidak menjadi kurang subur setelah panen. Selain itu, metode konservasi air seperti pembangunan tangki penyimpanan air (reservoir on-farm) dapat meningkatkan ketersediaan air tanah dan mengurangi laju erosi tanah. Tangki penyimpanan air ini dapat menampung air hujan selama musim hujan dan mengeluarkan air secara perlahan-lahan selama musim kemarau, sehingga tanah tetap lembab dan siap untuk tanaman. Dengan demikian, pengolahan tanah yang efisien dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian di lahan kering dan menjaga kelestarian sumber daya alam [7].

Praktik penanaman vegetasi penutup dan penggunaan pupuk organik adalah dua metode yang saling mendukung dalam meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah, terutama di lahan kering. Vegetasi penutup, seperti legum atau tanaman hijau lainnya, berfungsi untuk melindungi tanah dari erosi, mempertahankan kelembapan, dan menambah kandungan bahan organik saat tanaman tersebut membusuk[8]. Dengan menanam vegetasi penutup, petani dapat memperbaiki struktur tanah dan mengurangi kehilangan nutrisi akibat penguapan. Selain itu, tanaman penutup juga berperan dalam mengikat nitrogen di dalam tanah, yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Menurut [9], Penggunaan pupuk organik juga memberikan banyak keuntungan bagi lahan pertanian. Pupuk organik, yang berasal dari bahan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan sisa-sisa tanaman, tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah dengan menambahkan unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, tetapi juga memperbaiki struktur tanah. Pupuk ini membantu menciptakan ruang pori dalam tanah yang memungkinkan air dan udara masuk dengan lebih baik, sehingga akar tanaman dapat tumbuh secara optimal. Selain itu, penggunaan pupuk organik secara rutin dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat bagi kesehatan tanah[10].

Dengan menggabungkan praktik penanaman vegetasi penutup dan penggunaan pupuk organik, petani dapat menciptakan sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Kedua praktik ini tidak hanya meningkatkan produktivitas lahan tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem. Penggunaan pupuk organik secara berkelanjutan dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sintetis dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu,

penerapan kedua metode ini sangat penting untuk mencapai pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Teknik Pengelolaan Air

Kelangkaan air sering menjadi tantangan utama dalam pengelolaan lahan kering. Pemanenan air dapat dilakukan dengan menampung air hujan atau air permukaan secara sementara atau permanen melalui berbagai infrastruktur seperti waduk, parit bendungan, dan sumur resapan untuk pengairan tanaman. Aliran permukaan dapat bertahan lebih lama, lebih melimpah, dan lebih merata, sehingga pasokan air dapat dikelola secara lokal untuk berbagai kebutuhan, serta lebih ekonomis dan mudah diakses oleh masyarakat setempat. Menurut [11] Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 2006 bahwa irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Tujuan dari irigasi adalah untuk memanfaatkan air secara efektif dan efisien agar produktivitas pertanian dapat optimal [12]. Oleh karena itu perlu adanya pengelolaan irigasi yang baik dan tepat agar dalam pemberian air dapat menjadi efektif dan efisien.

Ketersediaan air harus disesuaikan secara kuantitatif dan kualitatif dengan kebutuhan tanaman, tanpa menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan dengan biaya yang terjangkau. Sistem penanaman tumpang sari juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air di daerah yang mengalami kekurangan air. Salah satu jenis irigasi yang digunakan adalah irigasi tetes (drip), yang cocok diterapkan pada lahan kering yang relatif datar, meskipun kurang efektif pada lahan dengan topografi yang tidak rata. Strategi lain yang menjanjikan adalah sistem pembasahan dan pengeringan secara bergantian serta irigasi tetes di bawah permukaan. Insentif pemerintah yang tepat dan penyediaan layanan di daerah yang menghadapi kesulitan air dapat mendorong konservasi dan penggunaan air yang lebih baik dalam produksi tanaman.

Penerapan sistem irigasi sprinkler dapat mengatasi masalah ketersediaan air di lahan kering dengan topografi tidak rata, yang biasanya hanya mengandalkan curah hujan. Ini membantu meningkatkan ketersediaan air untuk mengoptimalkan produksi tanaman di area tersebut. Salah satu alat yang mudah dipindahkan adalah Big Gun Sprinkler, yang memudahkan instalasi dan penggunaan. Sistem ini memiliki jangkauan yang luas dan mendistribusikan air secara merata seperti hujan, sehingga produksi komoditas di lahan kering dapat optimal. Namun, jika lahan tersebut berada di daerah berangin, keseragaman distribusi air dari Big Gun Sprinkler bisa menurun, menyebabkan variabilitas dalam pembasahan. Variabilitas ini dapat berdampak negatif pada produksi komoditas di lahan kering [13]. Debit dan radius pancaran alat ini dipengaruhi oleh tekanan dari pompa. Alat ini juga dapat digunakan di lahan dengan topografi yang tidak rata [14].

Teknik Pengendalian Erosi

Tekstur tanah adalah karakteristik fisik yang merujuk pada komposisi partikel-partikel tanah, termasuk ukuran, bentuk, dan susunan partikel tersebut. Tekstur tanah sangat penting karena dapat mempengaruhi drainase, retensi air, ketersediaan oksigen, serta kapasitas tanah dalam menyimpan nutrisi, yang semuanya berdampak pada jenis tanaman yang dapat ditanam [15]. Permeabilitas, atau konduktivitas hidrolik, adalah ukuran kapasitas aliran fluida melalui pori-pori tanah. Mengetahui permeabilitas tanah sangat penting karena mempengaruhi drainase tanah. Sifat fisik tanah, seperti tekstur dan struktur, berperan dalam menentukan permeabilitas tanah [16].

Tingginya persentase pasir dapat mempengaruhi kemampuan tanah dalam mengikat air dan kapasitas tukar kationnya. Hal ini disebabkan oleh tanah yang memiliki komposisi pasir dan debu yang memiliki luas permukaan spesifik rendah, sehingga ikatan negatif koloid tanah menjadi kurang efektif. Selain itu, tanah dengan tekstur lempung cenderung menggumpal dan mudah pecah saat kering, tetapi akan membentuk gumpalan keras ketika basah [15]. Di sisi lain, keberadaan tanah bertekstur liat dapat menghambat kemampuan tanah dalam menyimpan air dalam jumlah yang besar, sehingga sisa air akan mengalir di permukaan tanah dan berpotensi menyebabkan erosi permukaan [15].

Saluran drainase adalah solusi penting untuk mencegah erosi pada lahan kering, dengan fungsi mengelola aliran air dan mencegah akumulasi yang dapat merusak tanah. Dengan mengalirkan air dari permukaan, saluran drainase mengurangi risiko genangan, menjaga stabilitas tanah, dan meminimalkan potensi erosi akibat limpasan. Selain itu, sistem ini meningkatkan penyerapan air, memungkinkan kelembaban meresap lebih dalam ke dalam tanah, yang sangat penting di daerah kering di mana retensi air menjadi tantangan. Dengan memperlambat kecepatan aliran air permukaan, saluran drainase juga berkontribusi pada kualitas dan kesuburan tanah, sehingga meningkatkan produktivitas pertanian. Desain saluran ini harus dilakukan dengan hati-hati, memperhatikan faktor-faktor seperti kemiringan, ukuran, dan lokasi, agar berfungsi secara optimal. Mengintegrasikan saluran drainase dengan praktik pertanian lain, seperti pembuatan teras dan penggunaan vegetasi penutup, dapat menciptakan sistem pengelolaan air yang lebih holistik dan berkelanjutan.

Teknik konservasi teras bangku telah populer sejak tahun 1975 di kalangan petani dan efektif dalam mencegah erosi serta aliran permukaan. Beberapa teknik konservasi alternatif lainnya meliputi teras gulud untuk tanah yang dangkal (< 40 cm), serta rorak atau teknik konservasi vegetatif seperti *alley cropping* dan strip rumput. Dengan mengurangi kecepatan aliran air, teras juga memungkinkan air hujan untuk lebih mudah meresap ke dalam tanah, meningkatkan retensi kelembaban dan mengurangi risiko limpasan. Kondisi ini sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, karena meningkatkan ketersediaan air dan nutrisi. Selain itu, teras membantu menjaga lapisan tanah atas, yang kaya akan bahan organik dan nutrisi penting, sehingga meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian. Pembuatan teras juga dapat berfungsi sebagai penghalang fisik terhadap aliran air, mengurangi dampak erosi dan memperbaiki struktur tanah. Dengan mengurangi risiko degradasi tanah, teras berkontribusi pada keberlanjutan ekosistem secara keseluruhan.

Teknik konservasi vegetatif tidak hanya ekonomis, tetapi juga memiliki keuntungan tambahan sebagai sumber pakan, pupuk hijau, atau bahan mulsa. Dalam praktiknya, teknik ini lebih efektif dalam mengendalikan erosi ketika digabungkan dengan teknik konservasi mekanik [15]. Tanaman penutup tanah biasanya terdiri dari legum menjalar yang ditanam di antara tanaman tahunan, bergiliran dengan tanaman semusim, atau sebagai tanaman pionir untuk rehabilitasi lahan kritis. Fungsi tanaman penutup adalah melindungi tanah dari dampak langsung air hujan, rehabilitasi lahan kritis, menjaga kesuburan tanah, dan menyediakan bahan organik. Beberapa jenis legum yang umum digunakan meliputi stilo (*Stylosanthes sp.*), sentro (*Centrosema sp.*), dan *Arachis sp.* Mulsa dapat dihasilkan dari hijauan pemangkasan tanaman pagar, strip rumput, dan sisa tanaman. Bahan ini disebar secara merata di permukaan tanah untuk melindunginya dari kerusakan akibat hujan. Hijauan atau sisa tanaman juga dapat ditumpuk memanjang mengikuti kontur, terutama untuk bahan yang memiliki struktur memanjang seperti batang dan daun jagung atau jerami padi, dengan tujuan menghambat aliran permukaan. Bahan hijauan atau biomassa yang cepat terurai (seperti sisa tanaman kacang-

kacangan) sangat berguna untuk memperbaiki struktur tanah dan menyediakan hara dengan cepat, sementara biomassa yang lebih lambat terurai (seperti jerami padi dan batang jagung) berfungsi sebagai sumber hara jangka panjang [12].

Pengaturan pola tanam untuk menjaga agar permukaan lahan selalu tertutup vegetasi dan/atau sisa tanaman juga sangat penting dalam konservasi tanah. Selain itu, pengaturan proporsi tanaman semusim dan tahunan pada lahan kering menjadi krusial, di mana semakin curam lereng, semakin tinggi proporsi tanaman tahunan yang sebaiknya ditanam. Pengaturan jalur penanaman atau bedengan searah kontur juga berkontribusi dalam pencegahan erosi. Sementara itu, pengolahan tanah secara intensif menjadi penyebab penurunan produktivitas pada lahan kering.

Inovasi dan Teknologi

Kelembaban tanah merujuk pada air yang memenuhi sebagian atau seluruh pori-pori tanah di atas meja air. Definisi lain mengungkapkan bahwa kelembaban tanah menggambarkan jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah, yang bersifat dinamis akibat penguapan dan perkolasi. Kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan masalah, terutama menyulitkan aktivitas pertanian atau kehutanan yang memerlukan alat mekanis. Kelembaban tanah penting untuk manajemen sumber daya air, peringatan kekeringan, penjadwalan irigasi, dan perkiraan cuaca. Pengukuran yang akurat dan tepat waktu sangat vital untuk memantau bencana alam seperti banjir dan kekeringan, dengan penggunaan sensor YL-69. [17].

Sensor kelembaban tanah dapat mengukur kadar air dalam tanah menggunakan dua probe di ujungnya. Pada satu set sensor tipe YL-69, terdapat modul yang dilengkapi dengan IC LM393, yang berfungsi sebagai pembanding dengan offset rendah di bawah 5mV, menawarkan stabilitas dan presisi tinggi. Sensitivitas deteksi dapat disesuaikan dengan memutar potensiometer di modul pemroses. Untuk deteksi yang lebih akurat dengan mikrokontroler dan Arduino, sensor ini dapat terhubung menggunakan keluaran analog (melalui pin ADC atau input analog), yang memberikan nilai kelembaban dalam skala 0 V (relatif terhadap GND) hingga Vcc (tegangan catu daya). Modul ini dapat beroperasi dengan catu daya antara 3,3 volt hingga 5 volt, sehingga fleksibel untuk berbagai mikrokontroler [18]. Sensor kelembaban tanah dibagi menjadi dua jenis: resistif dan kapasitif. Untuk meningkatkan akurasi dan daya tahan, sensor kelembaban tanah kapasitif menjadi pilihan yang lebih baik. Sensor ini dapat mengukur tingkat kelembaban tanah dan bisa ditanam langsung ke dalam tanah. Berbeda dengan sensor resistif, sensor kapasitif menggunakan prinsip kapasitansi untuk mendeteksi kelembaban. Keuntungan utama dari sensor ini adalah kemampuannya menghindari masalah umum pada sensor resistif, seperti korosi, dan memperpanjang umur penggunaannya [19].

Dalam penelitian sebelumnya, terdapat peneliti telah merancang alat ukur kelembaban tanah menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 pada tahun 2018, yang menghasilkan data analog dengan satu jenis sampel tanah. Menanggapi hal ini, penelitian ini merancang alat ukur kelembaban tanah menggunakan sensor kelembaban tanah kapasitif, yang memberikan data digital dalam satuan persen dan mencakup lima jenis sampel tanah. Selain itu, data yang diperoleh dapat ditampilkan pada aplikasi smartphone berbasis Android, dan alat ini dapat mengukur kelembaban tanah secara akurat. Aplikasi ini khusus dirancang untuk smartphone dengan sistem operasi Android. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui desain alat ukur kelembaban tanah menggunakan sensor kapasitif dan tampilan aplikasinya, serta memahami cara kerja dan hasil kalibrasi alat tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem kerja alat ukur kelembaban tanah yang dirancang berfungsi dengan cara sensor kelembaban tanah kapasitif mendeteksi tingkat kelembaban dari berbagai jenis tanah. Output dari sensor kemudian diteruskan ke Arduino Mega 2560, dan data dikirim melalui Bluetooth ke aplikasi, sehingga hasil sensor dapat ditampilkan di smartphone berbasis Android. Hasil kalibrasi alat menunjukkan tingkat keakuratan (presisi) 99,83%, sedangkan aplikasi alat mencapai presisi 99,82%. Hal ini menunjukkan bahwa alat yang dirancang sudah sangat mendekati standar alat referensi [20].

Studi Kasus

Salah satu tantangan terbesar dalam pengelolaan lahan kering di Kabupaten Jayapura adalah deforestasi dan perubahan penggunaan lahan. Antara tahun 2005 dan 2018, terjadi pengurangan luas hutan lahan kering primer lebih dari 6.500 hektar. Hilangnya tutupan hutan ini disebabkan oleh konversi lahan menjadi pertanian, pemukiman, serta aktivitas perladangan berpindah yang mempercepat kerusakan vegetasi. Deforestasi ini meningkatkan kerentanan terhadap erosi dan mempercepat degradasi lingkungan. Di samping itu, pertumbuhan penduduk yang cepat juga memperluas permukiman, dengan kepadatan mencapai 113 jiwa/km² pada tahun 2018. Ekspansi ini semakin menekan area hutan, yang memainkan peran penting dalam menjaga ekosistem, terutama dalam pengendalian erosi dan penyerapan air di daerah aliran sungai (DAS). Tantangan lain yang muncul adalah penurunan kualitas habitat dan vegetasi, terutama di hutan mangrove dan rawa. Kawasan mangrove di sepanjang pesisir mengalami kerusakan yang signifikan akibat penurunan kualitas habitat serta aktivitas manusia yang tidak terkendali, yang mengakibatkan dampak negatif pada ekosistem pesisir. Selain itu, kerusakan di DAS, terutama di sekitar DAS Mamberamo dan Sentani, menambah masalah erosi dan degradasi lahan yang semakin parah akibat pembukaan lahan dan aktivitas pertanian serta penebangan hutan yang tidak terkendali [21]. Meski demikian, ada beberapa keberhasilan yang dicapai dalam memanfaatkan lahan non-hutan. Salah satu keberhasilan utama adalah peningkatan luas lahan savana dan padang rumput hingga sekitar 7.211 hektar selama periode 2005-2018. Lahan marginal yang sebelumnya tidak produktif kini dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian dan peternakan, yang memberikan dampak positif bagi ekonomi lokal. Selain itu, upaya rehabilitasi lahan kritis telah dimulai, meskipun masih dalam tahap awal. Rehabilitasi lahan rusak, terutama di wilayah hutan dan DAS, menjadi prioritas untuk memulihkan fungsi ekologisnya. Proses konservasi ini diharapkan mampu mengurangi kerusakan lebih lanjut dan mengembalikan daya dukung lahan. Keberhasilan lainnya adalah adanya klasifikasi penggunaan lahan yang lebih detail dan terstruktur, yang membantu pemerintah dalam merencanakan penggunaan lahan secara lebih tepat dan berkelanjutan, menjaga keseimbangan antara pembangunan dan konservasi lingkungan di tengah pertumbuhan penduduk dan perubahan iklim.

Dalam menghadapi tantangan-tantangan tersebut, solusi yang disarankan meliputi pembangunan infrastruktur pengelolaan air, seperti waduk kecil, embung, dan saluran irigasi, yang berfungsi untuk menyimpan air hujan pada musim hujan dan memanfaatkannya di musim kemarau. Selain itu, penggunaan teknik irigasi yang lebih efisien, seperti irigasi tetes dan sprinkler, sangat dianjurkan untuk mengurangi pemborosan air dan meningkatkan efisiensi penggunaan air bagi pertanian di daerah dengan curah hujan rendah. Pemilihan tanaman yang lebih tahan kekeringan, seperti tanaman xerofit, juga direkomendasikan untuk mengurangi kebutuhan air dalam pertanian. Selain itu, penerapan teknik konservasi seperti terasering dan penggunaan mulsa dapat membantu mengurangi erosi dan menjaga kelembaban tanah. Rehabilitasi DAS melalui reboisasi dan perbaikan vegetasi di sekitar sungai juga diperlukan

untuk menjaga stabilitas aliran air dan mencegah sedimentasi serta kerusakan di wilayah hilir. Dengan penerapan langkah-langkah ini, diharapkan pengelolaan lahan dan air di Kabupaten Jayapura dapat lebih berkelanjutan dan seimbang antara pembangunan dan pelestarian lingkungan.

Kebijakan dan Pendekatan Berkelanjutan

Peran kebijakan pemerintah sangat krusial dalam pengelolaan lahan kering dengan memastikan pengelolaan air yang efisien dan berkelanjutan. Pembangunan infrastruktur seperti waduk dan irigasi yang memadai dapat membantu mengatasi masalah kekurangan air. Selain itu, pemerintah dapat memberikan insentif untuk penggunaan teknologi irigasi hemat air, seperti irigasi tetes, serta mengatur penggunaan lahan melalui kebijakan tata ruang yang melindungi kawasan hutan dan daerah-daerah yang rentan. Kebijakan rehabilitasi lahan kritis dan program edukasi bagi petani mengenai praktik pengelolaan lahan yang berkelanjutan, termasuk rotasi tanaman dan teknik konservasi tanah, juga sangat penting. Penegakan hukum untuk mencegah kegiatan yang merusak lingkungan, seperti deforestasi dan perubahan lahan yang tidak terkendali, merupakan elemen kunci dalam memastikan keberlanjutan pengelolaan lahan kering[22].

Peran masyarakat dan lembaga sangat krusial dalam mendukung pengelolaan lahan kering yang berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat dapat diwujudkan melalui pelaksanaan praktik pertanian ramah lingkungan, seperti penggunaan metode irigasi hemat air dan teknik konservasi tanah, misalnya terasering dan penanaman tanaman penutup. Masyarakat juga bisa berkontribusi dengan menjaga kelestarian lingkungan, menghindari perladangan berpindah, dan tidak melakukan pembukaan lahan yang sembarangan, serta ikut serta dalam program rehabilitasi lahan kritis dan reboisasi di wilayah yang terkena dampak deforestasi. Sementara itu, lembaga-lembaga baik lokal, nasional, maupun internasional dapat memberikan dukungan melalui program pelatihan, penyuluhan, serta pendanaan bagi petani dan komunitas setempat untuk mengadopsi teknologi pertanian yang berkelanjutan. Lembaga-lembaga ini juga berperan dalam memfasilitasi kerja sama antara pemangku kepentingan guna menciptakan kebijakan yang mendukung pengelolaan sumber daya alam yang adil dan berkelanjutan. Selain itu, lembaga lingkungan dan organisasi non-pemerintah sering kali memimpin kampanye kesadaran lingkungan dan konservasi, mendorong masyarakat untuk lebih peduli pada dampak negatif dari penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan. Dengan demikian, partisipasi aktif masyarakat dan dukungan lembaga-lembaga terkait sangat penting untuk mewujudkan pengelolaan lahan berkelanjutan yang mampu menghadapi tantangan seperti kelangkaan air, degradasi lahan, dan perubahan iklim.

SIMPULAN

Lahan kering menghadapi berbagai tantangan dalam penghijauan dan pengelolaan pertanian, terutama karena kekurangan air yang signifikan. Tanah kering seperti spons yang kering, sulit menyerap dan menyimpan kelembaban, sehingga vegetasi kesulitan bertahan hidup dan menghambat pertumbuhan akar tanaman. Selain itu, kondisi tanah yang tandus dan kurangnya unsur hara memperburuk situasi. Tanah kering seringkali kekurangan nutrisi penting yang diperlukan tanaman untuk tumbuh, mirip dengan anak yang tidak mendapatkan asupan makanan yang cukup. Perubahan iklim yang tidak menentu juga menjadi tantangan besar bagi penghijauan lahan kering, dengan curah hujan yang tidak konsisten dan periode kekeringan yang panjang menguji ketahanan tanaman.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, beberapa solusi berkelanjutan dapat diterapkan. Pengolahan tanah yang efektif merupakan strategi penting untuk meningkatkan struktur dan kesuburan lahan kering. Caranya dengan melakukan pengolahan tanah yang konservatif, seperti membersihkan gulma dan menghilangkan batu-batu kecil. Proses ini membantu meningkatkan permeabilitas tanah, sehingga air dapat menyebar lebih luas dan menyediakan oksigen yang cukup bagi mikroba tanah. Penyertaan komponen organik juga sangat penting. Komponen organik seperti pupuk organik dan mulsa dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah, yang berfungsi sebagai 'saraf' tanah. Bahan organik ini membantu meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepaskan air serta meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat nutrisi penting. Petani dapat melakukan integrasi usaha ternak untuk memproduksi bahan organik, seperti limbah kotoran hewan yang dapat digunakan sebagai pupuk alami. Penggunaan mulsa juga dapat membantu mengurangi erosi tanah dan menjaga kelembaban tanah.

Implementasi sistem rotasi tanaman dan konservasi air juga efektif dalam meningkatkan struktur dan kesuburan lahan kering. Sistem rotasi tanaman membantu meningkatkan variasi nutrisi tanah, sehingga tanah tidak menjadi kurang subur setelah panen. Metode konservasi air seperti pembangunan tangki simpanan air (reservoir on-farm) dapat meningkatkan ketersediaan air tanah dan mengurangi laju erosi tanah. Tangki simpanan air ini dapat menampung air hujan selama musim hujan dan mengeluarkannya secara perlahan-lahan selama musim kemarau, sehingga tanah tetap lembab dan siap untuk tanaman. Dengan demikian, pengolahan tanah yang efisien dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian di lahan kering dan menjaga kelestarian sumber daya alam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Anwar and R. E. Prasetyowati, "Karakteristik Petani dan Keragaan Usahatani Jagung (*Zea mays*) Lahan Kering Beriklim Kering (LKBK) di Kecamatan Pringgabaya," *J. Ilm. Rinjani*, vol. 9, no. 1, pp. 157–165, 2021.
- [2] A. Mulyani and M. H. Suwanda, "Pengelolaan Lahan Kering Beriklim Kering untuk Pengembangan Jagung di Nusa Tenggara," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 13, no. 1, p. 41, 2020, doi: 10.21082/jsdl.v13n1.2019.41-52.
- [3] A. N. Muttaqin, U. H. Mihdar, and Rusdi Nur, "Optimalisasi dan pengembangan mesin penggembur tanah inovatif untuk meningkatkan produktivitas lahan kering," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 2, pp. 45–52, 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i2.449.
- [4] ERMANSYAH, "Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran," *Progr. Stud. Agribisnis Fak. Pertan. Univ. Muhammadiyah Makassar*, vol. 8, no. 4, pp. 1–10, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jspp/issue/view/1149>.
- [5] N. Heryani, B. Kartiwa, A. Hamdani, and N. Sutrisno, "Pengelolaan Tanah dan Air Pada Budidaya Padi Gogo dan Palawija di Bawah Tegakan Tanaman Tahunan untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 14, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.21082/jsdl.v14n1.2020.1-14.
- [6] D. Auliyani, "Upaya Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Pertanian Dataran Tinggi di Sub-Daerah Aliran Sungai Gandul," *J. Ilmu Pertan. Indones.*, vol. 25, no. 3, pp. 382–387, 2020, doi: 10.18343/jipi.25.3.382.
- [7] E. Tando, "Review: Peningkatan Produktivitas Tebu (*Saccarum Officinarum* L.) pada Lahan Kering Melalui Pemanfaatan Bahan Organik dan Bahan Pelembab Tanah Sintesis,"

- Biotropika - J. Trop. Biol.*, vol. 5, no. 3, pp. 90–96, 2017, doi: 10.21776/ub.biotropika.2017.005.03.6.
- [8] S. N. Fitriyanti, Purwadi, and M. Arifin, "Land suitability in sustainable cultivation practices for porang (*Amorphophallus oncophyllus* L.) in Pasuruan Regency, Indonesia," *J. Ilm. Pertan.*, vol. 20, no. 2, pp. 163–174, 2023, doi: 10.31849/jip.v20i2.13291.
- [9] M. Basir, N. Edy, and Isrun, "Identifikasi Kesuburan Lahan Dan Pendapatan Petani Pasca Bencana Alam Gempa Bumi Identification of Land Fertility and Farmers ' Income After Earthquake Natural Disasters Pendahuluan," pp. 103–114, 2023, doi: 10.22487/ms26866579.2023.v11.i2.pp.103-114.
- [10] B. Sulistio, H. Syam, S. Ginting, and Z. Zulfikar, "Pemetaan Status Hara Phospor (P) Tersedia , pH dan C-Organik pada Lahan Kelapa Sawit di Desa Lawonua Kecamatan Besulu Kabupaten Konawe," vol. 2, no. 01, pp. 37–47, 2024.
- [11] "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 26 tahun 2006 tentang Irigasi." .
- [12] N. Noywuli, "Pendekatan Konservasi Dalam Pengelolaan Lahan Perbukitan Untuk Usaha Pertanian," *Pertan. Unggul*, vol. 2, no. 1, pp. 16–27, 2023.
- [13] Donny Nugroho K, "KAJIAN IMPLEMENTASI SISTEM IRIGASI BIG GUN SPRINKLER DAN BAHAN ORGANIK TERHADAP KELENGASAN TANAH DAN PRODUKSI JAGUNG DI LAHAN KERING," 2017.
- [14] P. Rejekiingrum and B. Kartiwa, "Upaya Meningkatkan Produksi Tanaman Jagung Menggunakan Teknik Irigasi Otomatis di Lahan Kering Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat," *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, vol. 1, no. 8, pp. 2027–2033, 2015, doi: 10.13057/psnmbi/m010830.
- [15] Yonce Melyanus Killa, Melycorianda Hubi Ndapamuri, Edmilson Umbu Ratu, and Matias Umbu Teul, "Kajian Sifat Fisik Tanah pada Lahan Kering Beriklim Kering di Kecamatan Wulla Waijelu Kabupaten Sumba Timur," *J. Galung Trop.*, vol. 13, no. 1, pp. 19–26, 2024, doi: 10.31850/jgt.v13i1.1161.
- [16] K. Ahmad, Y. B. Yamusa, and M. A. Bin Kamisan, "Effects of soil recompaction on permeability," *Sci. World J.*, vol. 13, no. 3, pp. 6–9, 2018.
- [17] Lutfiyana, N. Hudallah, and A. Suryanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah , Kelembaban Tanah, dan Resistansi," *Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 80–86, 2017.
- [18] A. W. Dani and Aldila, "Rancang Bangun Sistem Pengairan Tanaman Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah," *J. Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 151–155, 2017.
- [19] G. sari merliana, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–17, 2018.
- [20] K. Tri *et al.*, "Perancangan Alat Ukur Kelembaban Tanah Menggunakan Capacitive Soil Moisture Sensor Berbasis Android," vol. 8, no. 2, 2024.
- [21] D. T. Watopa, A. Ungirwalu, S. Moeldjono, J. F. Wanma, and P. A. Dimara, "Tipologi penggunaan dan perubahan lahan berbasis spasial: pendekatan studi kasus di kabupaten jayapura," *Cassowary*, vol. 5, no. 2, pp. 173–188, 2022, doi: 10.30862/cassowary.cs.v5.i2.104.
- [22] G. Rusmayadi, Indriyani, E. Sutrisno, R. J. Nugroho, C. Prasetyo, and A. Z. A. Alaydrus, "Evaluasi Efisiensi Penggunaan Sumber Daya Air dalam Irigasi Pertanian: Studi Kasus di Wilayah Kabupaten Cianjur," *J. Geosains West Sci.*, vol. 1, no. 02, pp. 112–118, 2023, doi: 10.58812/jgws.v1i02.422.