

BAB II. KONSERVASI LAHAN DALAM PERSPEKTIF PERUBAHAN IKLIM PASCA PANDEMI COVID-19

**Talitha Widiatningrum¹, Sucihatiningsih Dian Wisika
Prajanti², Subiyanto³, Efriyani Sumastuti⁴, Dhea Rizky
Amelia⁵, Fauzul Adzim⁶**

¹Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

²Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri
Semarang, Indonesia

³Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

⁴Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas PGRI Semarang,
Indonesia

⁵Program Studi Magister Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan
(MIESP), Universitas Diponegoro

talitha_widiatningrum@mail.unnes.ac.id; dianwisika@yahoo.com;
subiyanto@mail.unnes.ac.id; efriyanisumastuti@upgris.ac.id;
dheerizky@gmail.com ; fauzuladzim58@gmail.com
DOI: <https://doi.org/10.15294/ka.v1i2.146>

ABSTRAK

Ancaman lingkungan yang serius seperti tanah longsor dan erosi merupakan konsekuensi logis dari adanya konversi lahan akibat peningkatan jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan lainnya. Diperlukan intervensi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan salah satunya melalui konservasi lahan. Sejalan dengan hal tersebut, pandemi Covid-19 telah mendorong setiap orang untuk memikirkan kembali hubungan mereka dengan lingkungan, dan untuk mempertimbangkan konsekuensi atas aktivitas yang dilakukannya terhadap kesejahteraan manusia dan kelangsungan hidup ke depannya. Dalam rangka membantu memerangi perubahan iklim ditengah ancaman degradasi lahan,

erosi dan tanah longsor diperlukan konservasi tanah yang berfokus untuk menjaga stabilisasi lereng dan perlindungan erosi tanah melalui kombinasi praktik dan teknik. Perbaikan tanah yang efisien menggunakan teknik struktural telah berhasil di negara maju, sedangkan di negara berkembang, termasuk di Indonesia teknik yang sama belum begitu produktif. Hal tersebut dikarenakan metode structural yang mahal, tidak cocok untuk lereng alami, dan cenderung tidak ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui teknik bioteknologi tanah. Teknik ini merupakan alternatif pengelolaa lahan ramah lingkungan yang menggunakan vegetasi seperti rumput vetiver untuk perbaikan tanah.

Kata kunci: Konservasi Lahan, Iklim, Pandemi

PENDAHULUAN

Konversi lahan merupakan konsekuensi logis dari peningkatan jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan lainnya. Degradasi lahan Erosi tanah di daerah hulu DAS berdampak pada daerah sekitar lokasi dan dampak di luar lokasi (Suyana *et al.*, 2010). Erosi tanah merupakan kejadian alam yang pasti terjadi di permukaan tanah bumi. Perubahan tutupan lahan menjadi salah satu faktor pemicu terjadinya endapan sedimen di daerah tersebut. Menurunnya lahan hutan sebagai daerah tangkapan air dapat menimbulkan berbagai kondisi yang mempengaruhi besarnya erosi permukaan, sehingga pada saat hujan terjadi peningkatan dan percepatan aliran permukaan. Oleh karena itu, beban sedimen menjadi tinggi sehingga penggenangan di sungai begitu cepat, didukung oleh berbagai rentang kemiringan (mulai dari 0 hingga 2% hingga di atas 40%).

Tanah longsor dan erosi merupakan ancaman lingkungan yang serius. Laporan World's Soil Resources (SWSR) menunjukkan bahwa sekitar 33% dari tanah global terkikis dan terdegradasi dengan tingkatan moderate (FAO, 2017). Beberapa metode rekayasa, seperti teknik mekanik dengan menggunakan geosynthetic cementitious composite mats (GCCM) (Ngo *et al.*,

2019; Likitlersuang *et al.*, 2020), ataupun dengan bahan kimia seperti semen dan fly ash (Por *et al.*, 2017; Leelarungroj *et al.*, 2018; Yoobanpot *et al.*, 2020) telah banyak digunakan untuk stabilisasi lereng dan perlindungan erosi tanah. Perbaikan tanah yang efisien menggunakan teknik struktural telah berhasil di negara maju, sedangkan di negara berkembang, termasuk di Indonesia teknik yang sama belum begitu produktif. Hal tersebut dikarenakan metode structural yang mahal, tidak cocok untuk lereng alami, dan cenderung tidak ramah lingkungan.

PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

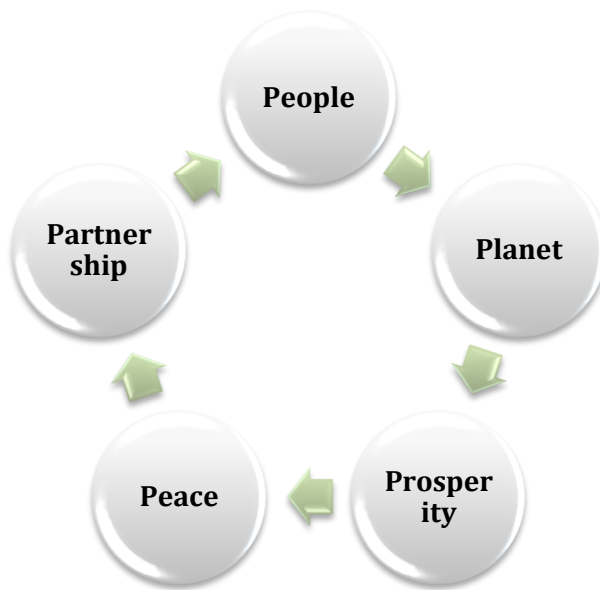
Bumi sedang menghadapi berbagai macam tantangan dan tekanan dalam menghadapi kelangsungan kehidupan manusia, tumbuhan dan keberadaan satwa. Maka dari itu diperlukan tindakan global guna memajukan ekonomi dan sosial untuk memastikan kesejahteraan manusia dan memperkuat perlindungan lingkungan guna menyelamatkan bumi. Pandemi Covid-19 mendorong setiap orang untuk memikirkan kembali hubungan mereka dengan lingkungan, dan untuk mempertimbangkan konsekuensi logis atas aktivitas yang dilakukannya terhadap kesejahteraan manusia dan kelangsungan hidup ke depannya.

Menanggapi isu dan tantangan dalam mencapai pembangunan berkelanjutan dalam tiga dimensi (ekonomi, sosial, lingkungan), komunitas global berkumpul dan menyepakati adanya 17 Sustainable Development Goals (SDGs) pada konferensi PBB tentang pembangunan berkelanjutan di Rio de Janeiro tahun 2012, dengan tujuan memenuhi tantangan lingkungan, politik, dan ekonomi yang mendesak dalam rangka menghadapi tantangan perubahan yang semakin cepat. Salah satu hasil yang terpenting dalam konferensi PBB Rio +20 mengenai pembangunan berkelanjutan adalah mengenai keputusan pemerintah untuk mengembangkan dan mengadopsi komponen SDGs dalam kerangka kerja dan kebijakan sebagai komitmen untuk mencapai tindakan yang berfokus dan sejalan dengan pembangunan berkelanjutan.

SDGs merupakan bluperint dalam mencapai masa depan yang lebih baik dan berkelanjutan untuk semua. Termasuk didalamnya adalah untuk mengatasi tantangan global termasuk kemiskinan, ketimpangan, perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan perdamaian. SDGs merupakan sebuah kesepakatan umum yang secara berkelanjutan menjaga perlindungan manusia, lingkungan, dan kesejahteraan melalui perdamaian dan kemitraan pada tahun 2030. SDGs telah dikembangkan melalui proses konsultatif yang melibatkan seluruh pemerintahan dan jutaan warga dunia untuk bersama-sama bernegosiasi dan mengadopsi tujuan pembangunan berkelanjutan.

17 SDGs dan 169 target adalah bagian dari transforming our world: agenda 2030 untuk Sustainable Development, diadopsi oleh 193 Negara Anggota pada KTT Majelis Umum PBB pada September 2015, dan mulai berlaku pada 1 Januari 2016. SDGs bertujuan untuk mempromosikan kesejahteraan pada akhir tahun 2030 untuk semua orang termasuk lingkungan dan ekonomi. Komponen dalam SDGs pada dasarnya terintegrasi, mereka menyeimbangkan tiga dimensi pembangunan berkelanjutan yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan. Tujuan tersebut mengakui bahwa memberantas kemiskinan harus sejalan dengan strategi untuk meningkatkan kesehatan dan pendidikan, mengurangi ketimpangan dan mendorong pertumbuhan ekonomi, serta sejalan dengan mengatasi perubahan iklim dan bekerja untuk kelestarian ekosistem lingkungan

Pembangunan berkelanjutan didasarkan pada lima dimensi diantaranya manusia, planet, kesejahteraan, perdamaian, dan kemitraan yang memberikan panduan baru untuk setiap intervensi dalam mencapai pembangunan yang tepat, diiringi solusi untuk mengatasi tantangan sosial di seluruh dunia. Intervensi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan, perlu diejawantahkan dalam pengambilan keputusan yang mempertimbangkan sejauh mana SDGs akan dikembangkan dan dijalankan. Kelimanya akan dijelaskan secara rinci dalam uraian berikut:



Gambar 2.1. Lima Dimensi Pembangunan Berkelanjutan
Sumber: www.unic.org.in.

People: mengakhiri kemiskinan dan kelaparan. Memastikan bahwa semua manusia dapat terpenuhi segala potensinya secara bermartabat dan setara serta hidup dalam lingkungan yang sehat

Planet: melindungi bumi dari degradasi lingkungan, mempromosikan konsumsi dan produksi berkelanjutan, pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan, sembari mengambil keputusan yang cepat, terukur dan terarah terhadap perubahan iklim

Prosperity: menjamin bahwa setiap manusia dapat menikmati kehidupan yang sejahtera serta mengusahakan bahwa pertumbuhan ekonomi, sosial dan teknologi sejalan dengan perlindungan alam dan lingkungan

Peace: menumbuhkan masyarakat yang damai, adil dan inklusif yang bebas dari ketakutan dan kekerasan. Tidak akan ada pembangunan berkelanjutan tanpa diiringi dengan perdamaian dan tidak ada perdamaian tanpa pembangunan berkelanjutan

Partnership: memobilisasi sarana untuk mengimplementasikan agenda kemitraan global dalam pembangunan berkelanjutan yang

direvitalisasi, berdasarkan semangat solidaritas global. Hal ini dapat diperkuat dengan berfokus pada kebutuhan yang paling miskin dan rentan dan dengan partisipasi semua pemangku kepentingan

KONSERVASI LAHAN DAN PERUBAHAN IKLIM

Dorongan melakukan konservasi lahan di tengah perubahan iklim penting untuk segera dilakukan. Dalam rangka membantu memerangi perubahan iklim, para petani harus mempunyai komitmen pada pertanian berkelanjutan dan ilmuwan memperjuangkan konservasi tanah guna mempromosikan tanah yang sehat, subur, produktif, dan tangguh. Dalam kondisi ini konservasi tanah sangat penting untuk mengurangi dampak destruktif perubahan iklim di seluruh dunia, mempertahankan siklus iklim yang seimbang, menyediakan ekosistem yang sehat di mana tanaman, pohon, dan hewan dapat berkembang, serta memastikan hasil pertanian yang sehat melalui praktik pertanian berkelanjutan

Konservasi tanah berfokus pada menjaga tanah tetap sehat melalui kombinasi praktik dan teknik. Tanah menyediakan nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman, kehidupan hewan, dan jutaan mikroorganisme. Namun, jika tanah menjadi tidak sehat, tidak stabil, atau tercemar, siklus hidupnya akan terhenti. Ancaman utama konservasi tanah menurut PBB adalah perubahan iklim dan praktik pertanian tradisional. Perubahan iklim global dan pertumbuhan populasi memberikan tantangan yang lebih besar bagi produksi pangan (Duro *et al.*, 2020). Diperkirakan produksi pangan secara global perlu ditingkatkan sebesar 100-110% pada tahun 2050, kondisi ini menjadi lebih tinggi sekitar 70% dari prediksi yang telah dibuat ditahun yang sama (Tilman *et al.*, 2011). Akibatnya, dari sisi Supply produksi membutuhkan tambahan kebutuhan pestisida dan pupuk yang telah digunakan dalam pertanian untuk menstimulus dan meningkatkan hasil panen (Gao *et al.*, 2019; McClung, 2014; Mueller *et al.*, 2012). Berdasarkan statistik FAO (2020) penggunaan pestisida kimia di Indonesia mencapai 1.597 ton per tahun. Efisiensi pemanfaatan pestisida dan

pupuk kimia yang rendah telah menyebabkan kerusakan ekologis dan pemborosan sumber daya (Reay *et al.*, 2012). Oleh karena itu, urgensi untuk mengembangkan strategi ramah lingkungan melalui konservasi tanah sangat dibutuhkan.

Praktek pertanian tradisional termasuk penggunaan pestisida berbahaya secara berlebihan yang mencemari tanah, metode tebang-dan-bakar, dan penggunaan lahan yang berlebihan merupakan tiga rangkaian yang banyak menyebabkan kerusakan pada lahan. Konservasi tanah kemudian dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi:

a) Kontaminasi Kimia

Penggunaan pestisida dapat mencemari tanah serta vegetasi dan sumber air terdekat dengan bahan kimia berbahaya. Selain kontaminasi, bahan kimia yang digunakan pada tanaman dapat menjadi racun bagi serangga penting yang bermanfaat.

b) Tebas dan Bakar

Pertanian tebas bakar adalah praktik membakar dan membuka hutan untuk membuka lahan pertanian. Metode ini membunuh spesies tumbuhan dan menggusur satwa liar dari habitat aslinya. Pembukaan lahan dengan tebas bakar hanya digunakan pada saat produktif untuk bercocok tanam. Setelah kehilangan kesuburannya, petak hutan lain diidentifikasi untuk dibuka. Proses yang tidak berkelanjutan ini berulang tanpa henti, menghambat tanah pulih secara memadai untuk mendukung ekosistem yang sehat.

c) Penggunaan Lahan Eksploitatif

Penggunaan lahan yang berlebihan dapat membatasi kemampuan tanah untuk memainkan perannya dalam siklus iklim global. Misalnya, penebangan hutan dan lahan yang berlebihan membuat tanah menjadi lebih rentan terhadap erosi.

FUNGSI TANAH DALAM PERUBAHAN IKLIM

Pemahaman tentang peran tanah dapat menciptakan peluang untuk mengembangkan solusi baru dan mempromosikan pengelolaan lingkungan. Mengapa konservasi tanah penting untuk keberlanjutan? Sederhananya, tanpa konservasi tanah, erosi tanah

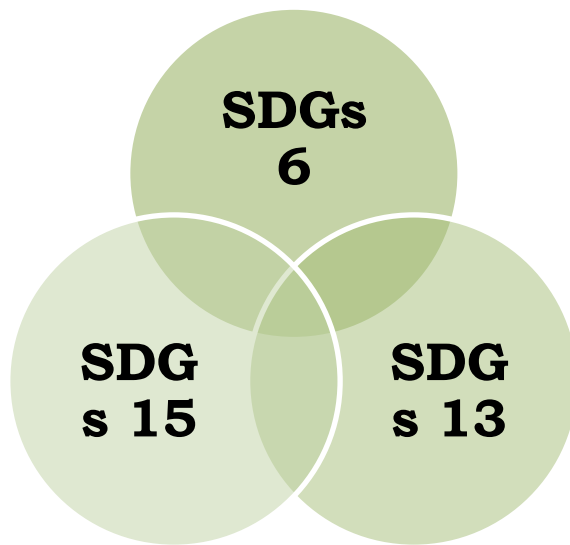
akan meningkat. Erosi tanah berdampak pada pasar di seluruh dunia, termasuk kerugian \$8 miliar karena hasil panen yang lebih rendah dan peningkatan penggunaan air.

Tanah sangat penting untuk produksi pangan. Tanaman membutuhkan tanah untuk tumbuh, dan hewan ternak membutuhkan vegetasi untuk pakan. Melestarikan tanah dapat membantu mengatasi kerawanan pangan dan mempromosikan masyarakat yang lebih sehat. Tanah juga membantu menciptakan iklim yang lebih bersih, menyerap sekitar sepertiga karbon dioksida yang dikeluarkan oleh bahan bakar fosil dan operasi industri. Pada akhirnya penatagunaan tanah yang sehat dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim.

KONSERVASI TANAH: KOMPONEN KUNCI UNTUK MENGURANGI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

Praktek pertanian yang tidak berkelanjutan dapat mempengaruhi kesehatan tanah, yang pada gilirannya mempengaruhi siklus iklim global. Tanah yang dikelola dengan buruk dapat melepaskan karbon dioksida secara berlebih yang pada akhirnya berkontribusi terhadap perubahan iklim. Memulihkan tanah yang terdegradasi menggunakan praktik konservasi tanah dalam pertanian dapat secara efektif menyerap karbon, membantu membangun ketahanan terhadap dampak perubahan iklim.

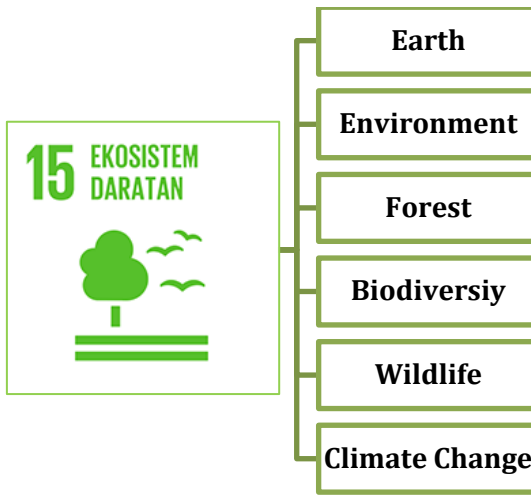
Konservasi tanah juga mendorong pembangunan ekonomi dan berkelanjutan untuk memenuhi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) PBB: 17 tujuan yang berfokus pada penyediaan “sustainable future for all.” Menurut European Environment Agency, tujuh SDG berkorelasi langsung dengan praktik konservasi tanah, termasuk yang berikut:



Gambar 2.2. Keterikatan SDGs 6,13,15

SDGs 6 — Air Bersih dan Sanitasi Layak: Ketersediaan air bersih yang terjamin, pengelolaan air bersih dan sanitasi berkelanjutan untuk semua. Berdasarkan laporan Bank Dunia pada 2014 diperkirakan sebanyak 780 juta penduduk bumi tidak memiliki akses terhadap air bersih dan 2 miliar orang tidak memiliki akses sanitasi. Kondisi ini berdampak pada ribuan nyawa yang melayang tiap hari dan kerugian material mencapai 7% dari PDB dunia. Beberapa hal yang dapat dilakukan diantaranya adalah peningkatan drainase dan pemurnian, selain itu, tanah juga dapat membantu menyediakan air bersih untuk minum dan pertanian.

SDGs 13 — Penanganan Perubahan Iklim: Mengambil Tindakan Cepat untuk Mengatasi Perubahan Iklim dan Dampaknya. Melalui penyerapan, tanah dapat memainkan peran penting dalam memerangi perubahan iklim dengan mengurangi atmospheric carbon.



Gambar 2.3. Pondasi SDGs 15 – Ekosistem Daratan

SDGs 15 — Ekosistem Daratan: dalam tujuan ini ditekankan pada perlindungan, restorasi dan peningkatan pemanfaatan berkelanjutan ekosistem daratan, pengelolaan hutan dengan cara lestari, pemulihan degradasi lahan, penghentian penggurunan, serta penghentian kehilangan keanekaragaman hayati. Kehidupan manusia untuk mencari bahan makanan dan mata pencaharian bergantung pada tanah, sama halnya dengan ketergantungan manusia dengan laut. Dimana 80 persen bahan makanan disediakan oleh tumbuhan untuk manusia, dan manusia memiliki ketergantungan pada pertanian sebagai sumber penting perekonomian dan alat pembangunan. Hutan meliputi 30 persen permukaan bumi, dan merupakan habitat bagi jutaan spesies serta menjadi sumber air dan udara bersih, dan juga sangat penting untuk melawan perubahan iklim.

Tanah yang sehat sangat penting untuk pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan membalikkan degradasi lahan. Membangun ketahanan ekosistem penting dilakukan untuk mengatasi tantangan perubahan iklim. Salah satu faktor kunci berada tepat di bawah kaki kita adalah tanah. Melalui konservasi tanah, setiap raong bekerja untuk meminimalkan dampak perubahan iklim dan mendukung kebutuhan jangka panjang masyarakat.

PAKTIK KONSERVASI LAHAN

Maryville University dalam artikelnya berjudul *Soil Conservation Guide: Importance and Practices* menjelaskan mengenai berbagai macam konservasi tanah diantaranya:

1) Pertanian Tanpa Pengolahan

Tilling turns over sekitar 10 inci dari tanah lapisan atas dan memungkinkan petani menanam lebih banyak benih dengan sedikit usaha. Kelemahan dari pengolahan tanah adalah menghilangkan penutup tanaman, berpotensi meninggalkan tanah kosong, mengurangi jumlah bahan organik yang kaya nutrisi, dan mengurangi kemampuannya untuk menyerap air dan mempertahankan nutrisi. Pengolahan tanah juga dapat membuat tanah lebih rentan terhadap erosi. Dalam pertanian tanpa pengolahan, benih ditanam di ruang sempit, menghilangkan kebutuhan untuk membajak.

Pertanian tanpa pengolahan melindungi tanah dari hilangnya kelembaban karena suhu tinggi karena sisa tanaman penutup tetap berada di permukaan tanah. Lapisan residu juga membantu penyerapan air ke dalam tanah dan meningkatkan bahan organik dan mikroorganisme guna memperkaya tanah.

Pertanian tanpa pengolahan (No-till farming) digunakan sejauh 10.000 tahun yang lalu. Tetapi ketika desain bajak dan metode produksi meningkat selama Revolusi Pertanian Eropa pada abad ke-18 dan awal abad ke-19, pengolahan tanah menjadi semakin populer. Petani mengadopsi metode ini karena memungkinkan mereka menanam lebih banyak benih sambil mengeluarkan sedikit usaha (regenerationinternational.org)

2) Pertanian Terasering



Gambar 2.4. Persawahan Terasering

Sumber: <https://eos.com/>

Pertanian terasering adalah praktik pertanian yang menggunakan terasering, atau seperti tangga, dibangun di lereng daerah perbukitan atau pegunungan untuk menciptakan sistem resapan air bagi tanaman dan umumnya digunakan dalam menanam padi. Air hujan membawa nutrisi dan vegetasi dari satu teras ke teras berikutnya, sehingga tanah tetap sehat. Pertanian teras juga mengurangi erosi tanah dan meningkatkan produktivitas tanah di petak-petak tanah yang tidak digunakan.

3) Pertanian Kontur



Gambar 2.5. Pertanian Kontur

Sumber: <https://www.britannica.com/topic/crop-rotation>

Seperti pertanian terasering, pertanian kontur melibatkan penanaman tanaman di perbukitan, tetapi alih-alih mengubah struktur bukit, petani menggunakan kemiringan alamnya. Dalam pertanian kontur, seorang petani membajak tanah sejajar dengan kontur bukit, menciptakan barisan bendungan kecil yang meminimalkan limpasan nutrisi penting, organisme, dan tanaman, sekaligus meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Departemen Pertanian AS (USDA) melaporkan bahwa pertanian kontur dapat mengurangi erosi tanah hingga 50%.

4) Rotasi tanaman

Alih-alih menanam tanaman yang sama di sebidang tanah yang sama, rotasi tanaman melibatkan perencanaan musim tanam untuk tanaman yang berbeda. Metode pertanian berkelanjutan ini membutuhkan perencanaan jangka panjang, dengan tanaman berubah setiap musim. Selain meningkatkan kesehatan tanah dan bahan organik, rotasi tanaman mengurangi kebutuhan pupuk dan pestisida, sehingga menurunkan biaya. Ini juga membantu mencegah bahan kimia berlebih untuk menjaga kualitas air.

5) Penahan angin (Windbreaks)



Gambar 2.6. Lahan Persawahan

Sumber: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FieldWindbreaks.JPG>

Penahan angin adalah barisan pohon dan semak yang ditanam di antara ladang tanaman, mengurangi kekuatan erosi angin di tanah. Penahan angin juga menyediakan rumah bagi makhluk hidup. Dari sudut pandang ekonomi, menggunakan pohon yang menghasilkan buah-buahan dan kacang-kacangan di penahan angin dapat mendiversifikasi pendapatan pertanian.

6) Restorasi lahan basah

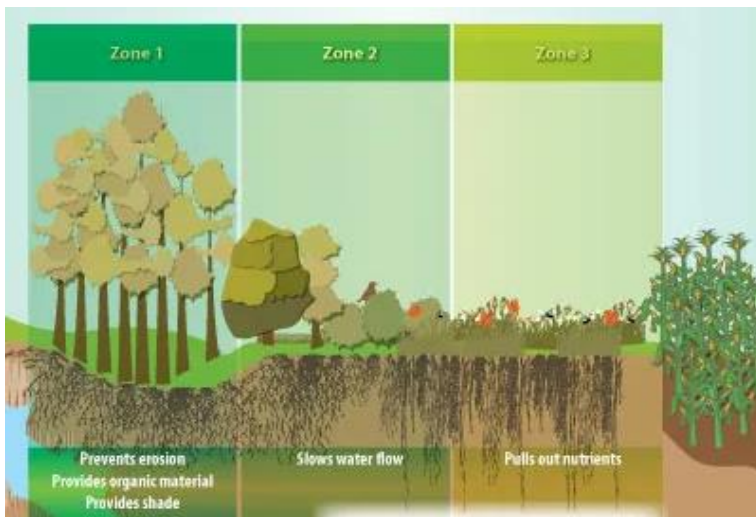
Restorasi dan perlindungan lahan basah difungsikan untuk menghilangkan ancaman atau mencegah penurunan kondisi lahan basah. Lahan basah menyediakan habitat bagi semua jenis makhluk hidup. Mereka juga bertindak sebagai penyangga, melindungi lahan pertanian dari banjir.

7) Buffer strips

Penahan angin, jalur penyangga adalah area lahan yang ditentukan untuk ditanami pohon dan semak. Alih-alih melindungi tanah dari angin, tujuan utama dari metode ini adalah untuk mencegah limpasan air dan mengurangi erosi.

Sejak 1960-an, buffer strips semakin populer. Sebagai digunakan untuk mengelola dan melindungi sumber daya air tawar, dengan pengelolaan dan pengoperasiannya yang relatif mudah. Hal ini kemudian mengkondisikan banyak negara menyediakan sumber daya untuk mendukung pemilik tanah membangun atau memulihkan penyangga. Salah satunya melalui *riparian buffer strips*

Bagaimana strip penyangga riparian dibangun atau dipelihara? Penyangga riparian biasanya terdiri dari tiga zona diantaranya zona pertama di tepi perairan. Zona 2 dan 3 bergerak lebih jauh ke pedalaman. Setiap zona memiliki lebar dan campuran tanaman yang berbeda-beda tergantung dari ukuran badan air, dan fungsi penyangga yang diinginkan. Setiap riparian buffer strips melindungi ekosistem air tawar dengan cara yang berbeda



Gambar 2.7. Pembagian Zona
Sumber: American Society of Agronomy

-Zona 1- biasanya ditanami pohon besar dan semak belukar. Akar pohon dan semak meningkatkan stabilitas pinggiran atau tepian. Bahkan dedaunan pohon dapat memperlambat aliran hujan deras ke tanah. Ini membantu mencegah erosi tanah. Tidak hanya penting untuk menjaga tanah tetap di tempatnya, penting juga untuk menjauhkan tanah dari aliran sungai. Kanopi daun memberikan keteduhan untuk sebagian besar daerah riparian. Keteduhan di zona ini dapat menjaga suhu air lebih dingin untuk ikan. Daun dan cabang yang jatuh menyediakan bahan organik untuk sungai.

-Zona 2- biasanya merupakan hutan yang dikelola atau lahan semak hutan campuran. Zona 2 biasanya ditanami semak asli dan pohon kecil seperti kesemek. Akar pohon di zona ini dapat memperlambat aliran air dari penggunaan lahan. Ini meningkatkan aliran air kembali ke sumber air tanah, bukan ke sungai. Pohon-pohon juga menggunakan banyak nutrisi yang mengalir dari lahan pertanian. Ini mengurangi jumlah nutrisi yang sampai ke sungai.

-Zona 3- terjauh dari sumber air, tepat di sebelah penggunaan lahan (selain lahan pertanian, bisa juga daerah

perkotaan, tempat parkir, atau bahkan lokasi industri.) Zona 3 ditanami padang rumput atau campuran padang rumput dan bunga liar. Jika berada di area perumahan atau perkotaan, area ini bahkan bisa menjadi taman. Zona 3 juga berkontribusi untuk memperlambat limpasan nutrisi dan menjebak sedimen. Zona ini dapat menarik banyak spesies burung, serta penyerbuk seperti lebah, kupu-kupu, dan ngengat ke dalam lanskap.

8) Pembentukan kembali tutupan hutan

Di daerah dimana tanah telah terdegradasi, pembentukan kembali tutupan hutan dapat memperbaiki tanah dan memulihkan kesehatan ekosistem. Metode ini memberikan keteduhan bagi tanaman dan sangat berguna untuk pertanian hutan, yang membudidayakan tanaman bernilai tinggi, seperti yang digunakan untuk tujuan pengobatan.

9) Cacing tanah

Cacing tanah adalah salah satu organisme yang paling produktif di tanah. Mereka mencerna materi tanaman, melepaskan nutrisi penting ke dalam tanah, dan jaringan terowongan mereka menciptakan saluran udara yang membantu air bergerak melalui tanah.

10) Bioteknologi Tanah

Bioteknologi tanah adalah alternatif ramah lingkungan yang menggunakan vegetasi untuk perbaikan tanah. Vegetasi memberikan dua efek penting pada sifat-sifat tanah. Pertama, vegetasi memiliki kemampuan untuk menghilangkan kelebihan air dalam tanah melalui evapotranspirasi, di mana kelembaban tanah diekstraksi oleh akar tanaman, menghasilkan peningkatan daya hisap tanah yang diinginkan yang pada gilirannya juga meningkatkan tegangan efektif dan kekuatan geser tanah. Kehadiran akar di dalam tanah juga dapat mempengaruhi permeabilitas tanah dan perilaku retensi air tanah. Kedua, akar vegetasi meningkatkan berbagai sifat mekanis tanah ketika serat akar secara mekanis memperkuat tanah untuk meningkatkan kekuatan tarik dan gesernya. Menggunakan strip tanaman lokal untuk

mengontrol kehilangan tanah dan air telah diterapkan secara luas dan diakui sebagai metode bioteknologi tanah (Chaowen *et al.*, 2007). Di antara tanaman yang digunakan untuk tanah lereng rekayasa hayati, rumput vetiver dianggap sebagai salah satu tanaman yang paling cocok terutama di zona tropis (Tam *et al.*, 1996).

BIOTEKNOLOGI TANAH: RUMPUT VETIVER

Morfologi rumput vetiver terdiri dari bunga, daun, batang dan akar. Tumbuhan vertiver memiliki bunga berwarna coklat dan ungu, dengan daun membentuk rumput memanjang berukuran 1-3 meter dan diameter 2-8 mm. Batang rumput vetiver memiliki lignin dengan fungsi sebagai palisade kayu guna melindungi tumbuhan dari penyakit, kekeringan, dan herbisida. Morfologi ukuran akar tumbuhan ini berkisar < 1 cm dan panjang ke dalam tanah mencapai kisaran 3 meter.



Gambar 2.8. Rumput Vetiver

Vetiver system yang menggunakan rumput vetiver merupakan teknologi sederhana yang diperuntukkan untuk konservasi tanah dan air. Jenis vetiver yang biasa digunakan antara lain akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) dan usar (*Vetiver nigrimana*). Vetiver system memanfaatkan akar dalam tanaman vetiver untuk dapat menembus lapisan tanah yang cenderung keras sehingga dapat berfungsi untuk menahan aliran permukaan dan jatuhnya material

erosi. Selain itu, batang dan daun vetiver dapat memperlambat arus atau aliran endapan yang terbawa saat adanya aliran permukaan. Kondisi tersebut kemudian bisa menahan pergerakan tanah agar tidak terjadi kelongsoran tanah.

Pemanfaatan teknologi vetiver sebagai pengendali adanya erosi banyak berbagai negara seperti Malaysia, Thailand, India, Australia, Kingi termasuk didalamnya adalah negara Indonesia. Penggunaan vetiver sendiri telah didukung oleh Bank Dunia untuk membantu melestarikan erosi tanah dan limpasan air (D'Souza *et al.*, 2019; Truong, 2000). Popularitas dan kesesuaian rumput vetiver sebagai tanaman rekayasa ekologi adalah karena sistem akar berseratnya yang luas, yang dapat mencapai kedalaman hingga 3,0 m. Rumput vetiver memiliki berbagai aplikasi dalam rekayasa ekologi dan restorasi lingkungan, seperti stabilisasi lereng (Eab *et al.*, 2015), pengendalian erosi (Cao *et al.*, 2015), dan fitoremediasi (Wasino *et al.*, 2019). Pemanfaatan rumput vetiver yang dikombinasikan dengan penggunaan limbah serbuk kayu sebagai mulsa telah diakui sebagai solusi yang sangat sukses untuk masalah ketidakstabilan tanah dan erosi. Jika diterapkan dengan benar, rumput vetiver dengan mulsa limbah gergaji dapat membantu mengurangi erosi tanah hingga 90%, mengurangi dan melestarikan limpasan hujan hingga 70%, dan mengurangi risiko banjir (Truong *et al.*, 2008). Disisi lain mulsa kayu dapat membatasi erosi lebih lama dibandingkan jerami gandum. Robichaud dkk. (2013c) menemukan bahwa mulsa kayu menurunkan hasil sedimen, menekan gulma dan melestarikan kelembaban tanah.

Rumput vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) telah didukung oleh Bank Dunia untuk membantu melestarikan erosi tanah dan limpasan air atau infiltrasi sejak tahun 1980-an (D'Souza *et al.*, 2019; Truong, 2000). Popularitas dan kesesuaian rumput vetiver sebagai tanaman rekayasa ekologi adalah karena sistem akar berseratnya yang luas, yang dapat mencapai kedalaman hingga 3,0 m. Rumput vetiver memiliki berbagai aplikasi dalam rekayasa ekologi dan restorasi lingkungan, seperti stabilisasi lereng (Eab *et al.*, 2015), pengendalian erosi (Cao *et al.*, 2015), dan fitoremediasi (Wasino *et al.*, 2019). Di Thailand, kemampuan akar akar wangi

untuk meningkatkan stabilitas lereng telah diselidiki secara intensif (Eab *et al.*, 2014, 2015; Likitlersuang *et al.*, 2017; Nguyen *et al.*, 2018, 2019).

Sejak tahun 1987, pemanfaatan rumput vetiver telah diakui sebagai solusi yang sangat sukses untuk masalah ketidakstabilan tanah dan erosi. Jika diterapkan dengan benar, rumput vetiver dapat membantu mengurangi erosi tanah hingga 90%, mengurangi dan melestarikan limpasan hujan hingga 70%, dan mengurangi risiko banjir (Truong *et al.*, 2008). Studi tentang efektivitas pagar tanaman vetiver untuk konservasi tanah dan air di dataran tinggi Thailand Utara mengungkapkan bahwa perawatan rumput vetiver mengurangi erosi tanah sebesar 54% dibandingkan dengan praktik perawatan umum yang dilakukan oleh petani lokal (Inthapan *et al.*, 2012). Ciri yang paling penting dari rumput vetiver adalah akarnya. Rumput Vetiver adalah tanaman tahunan yang tumbuh cepat dengan sistem akar yang luas, dalam, dan saling terkait (The Vetiver Network International, 2017). Ketika ditanam dalam satu atau beberapa baris pada kontur, itu membentuk penghalang pelindung di lereng (Truong dan Loch, 2004). Rumput vetiver dapat menjebak sedimen karena kepadatan pagar tanamannya yang tinggi. Selain itu, ia memiliki kemampuan untuk menunda aliran backwater dan menahan air untuk meresap ke dalam tanah (Rodriguez, 2001; Babalola *et al.*, 2007).

MANFAAT KONSERVASI TANAH

Solusi Konservasi Tanah Dalam Menghadapi Perubahan Iklim

1) Menerapkan Praktik Pertanian Ramah Tanah

Dari berbagai metode pengelolaan tanah, terasering merupakan yang sering digunakan di Indonesia. Metode terasering perlu diterapkan agar pertanian dengan morfologi lereng perbukitan dapat dikelola dan dimanfaatkan dengan lebih baik. Pertanian lereng bukit selain dikelola melalui terasering juga memerlukan tutupan tanaman guna membantu mempertahankan kondisi tanah atau biasa disebut dengan tumpang sari. Istilah tumpang sari sering diartikan penanaman dua jenis tanaman bersamaan di area yang sama, misalnya menanam tomat di antara barisan tanaman cabai.

Bagi petani kecil, sistem wanatani dengan berbagai tanaman dan pohon ditanam secara bersamaan juga dapat menjadi solusi ramah tanah yang efektif. Disisi lain, penggunaan pupuk kandang dapat membantu meningkatkan bahan organik dalam tanah, sehingga dapat mencegah terjadinya erosi. Dalam konteks ini rotasi tanaman berakar dalam dan berakar dangkal dapat mengurangi erosi dan memperbaiki struktur tanah

2) Insentif Pengelolaan Tanah

Salah satu kendala dalam pengelolaan tanah ada keterbatasan sumber daya ekonomi. Meskipun pengelolaan tanah berkelanjutan terus mengalami perkembangan, tetapi dalam praktek pengelolaannya membutuhkan finansial yang tidak sedikit bagi petani. Perlu dukungan dari berbagai stakeholder terutama dari sisi finansial untuk mendukung praktik baik pencegahan erosi. Pada akhirnya, biaya pencegahan erosi akan jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan biaya rehabilitasi dan pemulihan lahan.

3) Bioteknologi Tanah

Alternatif ramah lingkungan yang menggunakan vegetasi untuk perbaikan tanah. Vegetasi memberikan dua efek penting pada sifat-sifat tanah. Pertama, vegetasi memiliki kemampuan untuk menghilangkan kelebihan air dalam tanah melalui evapotranspirasi. Kedua, akar vegetasi meningkatkan berbagai sifat mekanis tanah ketika serat akar secara mekanis memperkuat tanah untuk meningkatkan kekuatan tarik dan gesernya. Melalui bioteknologi tanah, kita dapat melakukan konservasi lahan dengan biaya lebih murah dan proses yang lebih alami.

SIMPULAN

Dalam rangka menjaga stabilisasi lereng dan perlindungan erosi diperlukan konservasi tanah yang berfokus untuk menjaga stabilisasi lereng dan perlindungan erosi tanah melalui kombinasi praktik dan teknik. Perbaikan tanah yang efisien menggunakan teknik struktural telah berhasil di negara maju, sedangkan di negara berkembang, termasuk di Indonesia teknik yang sama belum begitu produktif. Hal tersebut dikarenakan metode structural yang mahal, tidak cocok untuk lereng alami, dan

cenderung tidak ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui teknik bioteknologi tanah. Teknik ini merupakan alternatif pengelola lahan ramah lingkungan yang menggunakan vegetasi seperti rumput vetiver untuk perbaikan tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) melalui Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Ditjen Dikti) yang telah memberikan pendanaan melalui skema Kedaireka, sehingga dapat tercipta penulisan book chapter mengenai konservasi lahan dalam perspektif perubahan iklim pasca pandemi Covid-19.

DAFTAR PUSTAKA

- Babalola, O., Oshunsanya, S.O., & Are, K., 2007. Effects of Vetiver grass (*Vetiveria nigriflora*) Strips, Vetiver Grass Mulch and an Organomineral Fertilizer on Soil, Water, and Nutrient Losses and Maize (*Zea mays*, L) Yields. *Soil Tillage Res.*, 96 (1), pp.6–18.
- Cao, L., Zhang, Y., Lu, H., Yuan, J., Zhu, Y., & Liang, Y., 2015. Grass Hedge Effects on Controlling Soil Loss from Concentrated Flow: A Case Study in the Red Soil Region of China. *Soil Tillage Res.*, 148, pp.97–105.
- Duro, J.A., Lauk, C., Kastner, T., Erb, K.H., & Haberl, H., 2020. Global Inequalities in Food Consumption, Cropland Demand and Land-use Efficiency: A Decomposition Analysis. *Global Environmental Change*, 64, pp.102124.
- Chaowen, L., Shihua, T., Jingjing, H., & Yibing, C., 2007. Effects of Plant Hedgerows on Soil Erosion and Soil Fertility on Sloping Farmland in the Purple Soil Area. *Acta Ecologica Sinica*, 27(6), pp.2191–2198.
- D'Souza, D.N., Choudhary, A.K., Basak, P., & Shukla, S.K., 2019. Assessment of Vetiver Grass Root Reinforcement in Strengthening the Soil. *Book Chapter*, 14, pp.135–142.

- Eab, K.H., Likitlersuang, S., & Takahashi, A., 2015. Laboratory and Modelling Investigation of Root-reinforced System for Slope Stabilisation. *Soils Found*, 55(5), pp.1270–1281.
- Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO)., 2017. *Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management*. Rome, Italy.
- Gao, W., Long, L., Tian, X., Xu, F., Liu, J., Singh, P. K., Botella, J.R., & Song, C., 2017. Genome Editing in Cotton with the CRISPR/Cas9 System. *Front Plant Sci*, 8, pp.1364.
- Inthapan, P., Sittibush, C., Limtong, P., & Chan-in, N., 2012. *The Effectiveness of Vetiver Grass Hedgerows for Soil and Water Conservation on the Highland of Northern Thailand*.
- Leelarungroj, K., Likitlersuang, S., Chompoorat, T., & Janjaroen, D., 2018. Leaching Mechanisms of Heavy Metals from Fly Ash Stabilised Soils. *Waste Manag. Res.*, 36(7), pp.616–623.
- Likitlersuang, S., Kounyou, K., & Prasetyaningtiyas, G.A., 2020. Performance of Geosynthetic Cementitious Composite Mat and Vetiver on Soil Erosion Control. *J. Mt. Sci.*, 17(6), pp.1410–1422.
- McClung, C.R., 2014. Wheels within Wheels: New Transcriptional Feedback Loops in the Arabidopsis Circadian Clock. *F1000Prime Rep*, 6(2).
- Muller, N.A., Wijnen, C.L., Srinivasan, A., Ryngajllo, M., Ofner, I., Lin, T., Ranjan, A., West, D., Maloof, J.N., Sinha, N.R., Huang, S., Zamir, D., & Jimenez-Gomez, J., 2016. Domestication Selected for Deceleration of the Circadian Clock in Cultivated Tomato. *Nat Genet*, 48, pp.89–93.
- Ngo, T.P., Likitlersuang, S., & Takahashi, A., 2019. Performance of a Geosynthetic Cementitious Composite Mat for Stabilising Sandy Slopes. *Geosynth. Int.*, 26(3), pp.309–319.
- Por, S., Nishimura, S., & Likitlersuang, S., 2017. Deformation Characteristics and Stress Responses of Cement-Treated Expansive Clay Under Confined One-Dimensional Swelling. *Appl. Clay Sci.*, 146, pp.316–324.
- Reay, D.S., Davidson, E.A., Smith, K.A., Smith, P., Melillo, J.M., Dentener, F., & Crutzen, P.J., 2012. Global Agriculture and

- Nitrous Oxide Emissions. *Nature Climate Change*, 2(6), pp.410-416.
- Rodriguez, O.S., 2001. Research and Practical Experiences with Vegetative Barriers for Water Erosion Control in Venezuela. In: Scott, D.E., Mohtar, R.H., Steinhardt, G.C. (Eds.), *Sustaining the Global Farm*, pp. 403–411.
- Suyana, J., 2014. Perencanaan Usaha Tani Lahan Kering Berkelanjutan Berbasis Tembaku di Sub-DAS Progo Hulu (Kabupaten Temanggung, Provinsi Jawa Tengah). *Buletin Tanaman Tembaku, Serat & Minyak Industri*, 6(1).
- The Vetiver Network International., 2017. *Vetiver – The Plant*.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B.L., 2011. Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), pp.20260-20264.
- Truong, P., Loch, R., 2004. Vetiver System for Erosion and Sediment Control. *ISCO 2004 — 13th International Soil Conservation Organisation Conference, Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions*.
- Truong, P., 2000. *Vetiver Grass System: Potential Applications for Soil and Water Conservation in Northern California*.
- Truong, P., Van, T.T., & Pinners, E., 2008. Part 5: Vetiver System for on Farm Erosion Control and Other Uses Vetiver System Applications. *The Vetiver Network International*, pp.61-86.
- Wasino, R., Likitlersuang, S., & Janjaroen, D., 2019. The Performance of Vetivers (*Chrysopogon zizanioides* and *Chrysopogon nemoralis*) on Heavy Metals Phytoremediation: Laboratory Investigation. *Int. J. Phytoremediation*, 21, pp.624–633.
- Yoobanpot, N., Jamsawang, P., Simarat, P., Jongpradist, P., & Likitlersuang, S., 2020. Sustainable Reuse of Dredged Sediments as Pavement Materials by Cement and Fly Ash Stabilization. *J. Soils Sediments*, 2020.