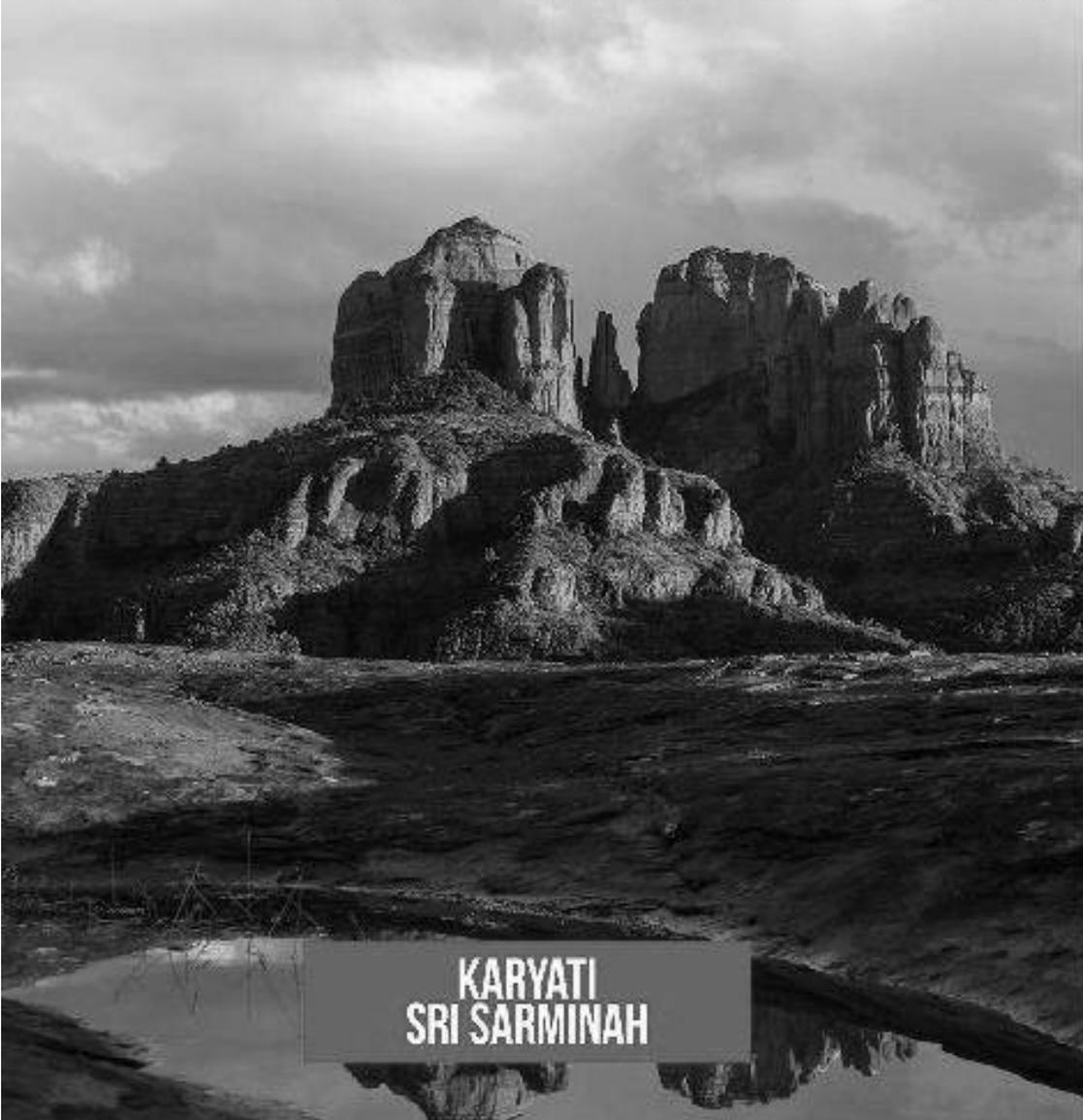




**Mulawarman
University PRESS**

TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AIR

A black and white photograph of a volcanic landscape. In the foreground, there is a calm body of water, likely a crater lake, which reflects the sky and the surrounding terrain. The middle ground is dominated by a large, rugged volcanic cone with a prominent, rounded summit. The background shows a hazy, overcast sky. The overall scene conveys a sense of natural grandeur and environmental conservation.

**KARYATI
SRI SARMINAH**

TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AIR

Penulis : Karyati
Sri Sarminah

Penata Letak : Andi Hafitz Khanz

Cover Design : Andi Hafitz Khanz

ISBN : 978-602-6834-59-1

© 2018. Mulawarman University Press

Cetakan Pertama : Agustus 2018

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

Isi diluar tanggung jawab percetakan.

Karyati dan Sri Sarminah. 2018. Teknologi Konservasi Tanah dan Air.
Mulawarman University Press. Samarinda.



**Mulawarman
University PRESS**

Penerbit

Mulawarman University PRESS

Gedung LP2M Universitas Mulawarman

Jl. Krayan, Kampus Gunung Kelua

Samarinda – Kalimantan Timur – INDONESIA 75123

Telp/Fax (0541) 747432, Email : mup.unmul@gmail.com

KATA PENGANTAR

Konservasi sumberdaya alam mutlak diperlukan dalam upaya pelestarian lingkungan hidup agar nyaman bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Berbagai aktivitas manusia dapat berakibat buruk bagi sumberdaya alam. Selain itu, kerusakan sumberdaya alam juga dapat terjadi secara alami. Upaya mengatasi kerusakan sumberdaya alam, seperti erosi, banjir, longsor, kekeringan, dan bencana alam lainnya dapat diminimalisir dengan teknologi konservasi tanah dan air.

Penulisan buku ini dilatarbelakangi keinginan penulis untuk melengkapi Bahan Ajar Mata Kuliah Pilihan “Teknologi Konservasi Tanah dan Air” secara umum, khususnya di Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman. Buku ini berisi beberapa metode konservasi tanah dan air yaitu metode vegetatif, metode mekanik, dan metode kimiawi. Berbagai sistem yang dapat diterapkan dan manfaat ketiga metode tersebut dijelaskan dengan rinci dan lengkap.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Zainuddin Mohraga, M.Agr, Wendy Satria Panorama, S.Hut, dan M. Agus Adhi atas bantuan dan izinnya menggunakan foto dan desain hingga buku ini semakin lengkap. Penyusun menyadari bahwa tulisan dalam buku Teknologi Konservasi Tanah dan Air ini masih mempunyai banyak kekurangan dan kelemahan. Namun demikian diharapkan semoga buku ini dapat menambah khazanah keilmuan dan bermanfaat, terutama bagi kalangan akademisi, baik mahasiswa dan dosen, praktisi dan pemerhati lingkungan, pihak-pihak lain yang terkait, serta pembaca pada umumnya.

Samarinda, 8 Agustus 2018

Karyati & Sri Sarminah

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI
DAFTAR TABEL
DAFTAR GAMBAR

I. PENDAHULUAN.....	1
II. TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AIR	7
III. METODE VEGETATIF.....	12
A. Prinsip-prinsip Metode Vegetatif.....	12
B. Tanaman Penutup Tanah	15
C. Penanaman Menurut Garis Kontur	31
D. Penanaman dalam Strip/Larikan (<i>Strip Cropping</i>)	33
E. Pertanaman Berganda (<i>Multiple Cropping</i>) dan Pergiliran Tanaman (<i>Crop Rotation</i>)	40
F. Pemakaian Mulsa	46
G. Reboisasi, Penghijauan, dan Rehabilitasi Lahan	52
IV. METODE MEKANIK (TEKNIK SIPIL).....	69
A. Prinsip-prinsip Metode Mekanik (Teknik Sipil).....	69
B. Pengolahan Tanah.....	70
C. Penterasan.....	71
D. Saluran Pembuangan Air (<i>Water Way/Water Channel</i>) dan Terjunan Air (<i>Water Drop Structure</i>).....	77
E. Bendungan Pengendali (<i>Check Dam</i>).....	81
V. METODE KIMIA.....	84
A. Definisi dan Manfaat Metode Kimia	84
B. Jenis dan Macam Bahan Pemantap Tanah.....	84
C. Beberapa Hasil Pemakaian <i>Soil Conditioner</i>	88
VI. PENUTUP.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tindakan pengendalian secara vegetatif pada areal.....	13
Tabel 2. Penggunaan dan jenis tanaman penutup tanah yang banyak dijumpai.....	26
Tabel 3. Daftar jenis pohon untuk reboisasi dan penghijauan.....	64
Tabel 4. Erosi tanah pada sistem konservasi tanah dan air	65
Tabel 5. Dosis pemakaian <i>soilfix</i> pada potensi erosi berbeda	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. (a) Pengolahan tanah dan (b) Sketsa penanaman menurut kontur.	32
Gambar 2. Denah tipe penanaman dalam strip/larikan.....	35
Gambar 3. Sketsa penanaman dalam strip menurut garis kontur (<i>contour strip cropping</i>).	36
Gambar 4. Sketsa penanaman dalam strip lapangan (<i>field strip cropping</i>).	36
Gambar 5. Sketsa dalam strip penyangga (<i>buffer strip cropping</i>)....	37
Gambar 6. (a) Persiapan pembuatan strip pada lahan berlereng (Foto: Zainuddin Mohraga) dan (b) Sketsa penerapan strip pada lahan berlereng.	40
Gambar 7. Sketsa teras datar.	72
Gambar 8. Sketsa teras kredit.	73
Gambar 9. Sketsa teras pematang.....	74
Gambar 10. Penampang melintang teras bangku.	76
Gambar 11. Sketsa saluran pembuangan yang ada pada suatu lahan	81
Gambar 12. Bangunan bendungan pengendali Benanga di Kalimantan Timur	83

I. PENDAHULUAN

Sumberdaya alam adalah karunia yang tak terhingga dari Tuhan Yang Maha Esa. Keberadaan sumberdaya alam merupakan keuntungan yang tak ternilai dan sangat mendasar bagi kesejahteraan suatu negara. Indonesia merupakan negara yang dikaruniai sumberdaya alam, baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Namun seringkali ketersediaan sumber daya alam tidak dimanfaatkan secara bijaksana. Pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak sesuai dengan daya dukungnya berpotensi besar menimbulkan berbagai bencana alam yang merugikan kehidupan makhluk hidup di bumi.

Pemanfaatan sumberdaya alam juga dipengaruhi oleh jumlah penduduk suatu negara. Indonesia dengan jumlah penduduk setiap tahun meningkat sangat tinggi memerlukan sumberdaya alam yang sangat besar untuk memenuhi kehidupannya, baik kebutuhan pangan, sandang, perumahan, dan sebagainya. Peningkatan jumlah penduduk akan meningkatkan jumlah pemanfaatan sumberdaya alam. Hal ini cenderung akan berdampak buruk pada eksistensi sumberdaya alam.

Pemanfaatan sumberdaya alam yang melebihi daya dukung lingkungan dan tekanan penduduk terhadap lahan yang tidak dibarengi dengan usaha konservasi tanah dan air akan menimbulkan ketidakseimbangan lingkungan yaitu terus bertambahnya luas lahan kritis. Nugroho (2000) menyebutkan

bahwa pada tahun 1974 luas lahan kritis nasional mencapai 10.751.000 ha dan meningkat pada tahun 1998 menjadi 23.725.552 ha. Agustinus dkk. (2013) menyatakan implementasi kegiatan penghijauan dalam program Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) mempunyai beberapa faktor pendukung dan faktor penghambat. Usaha meminimalisasi laju lahan kritis dapat dilakukan dengan usaha yang bersifat struktural (reboisasi, penghijauan, *check dam*, terasering, dan sebagainya) dan non struktural seperti melibatkan masyarakat, peningkatan pendapatan, penyuluhan dan sebagainya (Nugroho, 2000).

Masalah pokok negara-negara berkembang yang menggantungkan hidup pada sektor pertanian, termasuk Indonesia, untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat adalah bagaimana mengelola sumber daya alam yang dimiliki, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal, lestari, dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan hidupnya. Untuk itu harus memperhatikan faktor-faktor (Seta, 1987):

1. Sumberdaya alam yang tersedia, terutama tanah dan air.
2. Teknologi yang tersedia, yaitu tingkat pengetahuan dan teknologi pengelolaan tanah, air dan tanaman.
3. Tersedianya fasilitas tanaman unggul yang respinsif terhadap penerapan teknologi baru.
4. Tersedianya sarana produksi, seperti pupuk, pestisida, dan air irigasi.

Peranan tanah bukan saja terbatas secara ekonomis pada produk-produk pertanian yang menghasilkan bahan mentah, akan tetapi sudah berfungsi pula sebagai sumber daya ruang (*spatial resources*), sumber daya energi dan sumber daya bahan dasar (*material resources*). Walaupun tanah dan air merupakan sumberdaya alam yang dapat diperbaharui, tetapi sumber daya tanah dan air sangat rentan mengalami kerusakan atau degradasi.

Menurut Syam (2003), penerapan teknik konservasi tanah selayaknya mempertimbangkan tiga hal yaitu curah hujan, kondisi tanah (kemiringan, ketebalan solum, sifat tanah) dan kemampuan petani (biaya, waktu dan tenaga kerja yang tersedia). Dengan adanya metode yang tepat maka dapat disusun strategi rehabilitasi lahan kritis. Daswir (2010) menyimpulkan bahwa upaya untuk mengurangi kerusakan lahan antara lain dengan menerapkan sistem usahatani konservasi. Tujuan kegiatan konservasi adalah untuk mencegah terjadinya degradasi lahan lebih lanjut, menghindari hilangnya lahan produktif, meningkatkan produktivitas usahatani dan pendapatan petani, menurunkan laju erosi serta meningkatkan partisipasi petani dalam pelestarian sumber daya tanah dan air (Syam, 2003).

Nugroho (2005) menyatakan terdapat hubungan kausatis antara kesejahteraan dan konservasi, dimana sangat sulit mengharapkan keberhasilan konservasi daerah aliran sungai (DAS) jika masyarakat sekitar tingkat kesejahteraannya masih

rendah. Kegiatan pembangunan di bidang sumber daya tanah dan air, yang meliputi perencanaan umum, teknis pelaksanaan fisik, operasi, dan pemeliharaan maupun kegiatan dalam penelitian, pengkajian dan pengembangannya berjalan kurang seimbang dengan berubahnya keadaan yang sangat cepat, baik di tingkat lokal, nasional maupun global (Winata dkk., 1998). Menurut Sitanala dkk. (1988), pemanfaatan sumber daya alam yang dapat diperbarui perlu memperhatikan:

1. Cara pengolahan serentak disertai proses pemanfaatannya.
2. Hasil penggunaannya sebagian disisihkan untuk menjamin pembaruan sumber daya alam.
3. Teknologi yang dipakai tidak sampai merusak kemampuan sumber daya alam untuk diperbarui.
4. Dampak negatif pengolahannya ikut ditangani.

Terkait dengan kendala waktu, tenaga, dan biaya, maka konservasi sumber daya tanah dan air perlu dikonsentrasikan pada dua sektor strategis yaitu industri atau pemukiman dan pertanian. Hal ini dilakukan mengingat adanya masalah-masalah yang dihadapi antara lain (Winata dkk., 1998):

1. Keterbatasan persediaan tanah dan air untuk industri/pemukiman dan pertanian.
2. Kurangnya dukungan untuk swasembada pangan, berupa irigasi dan drainase untuk pengembangan pertanian.
3. Masalah kuantitas dan kualitas tanah dan air.

Konservasi sumber daya tanah dan air sangat penting artinya untuk menjaga kelangsungan produksi bahan makanan dan fiber, guna memenuhi kebutuhan hidup manusia yang semakin meningkat, di samping juga untuk mengamankan lingkungan (Suripin, 2002). Pelaksanaan reboisasi yang dilakukan pada hutan tebang habis dan tanah-tanah gundul dengan tanaman-tanaman pilihan, membiarkan tumbuhnya tanaman-tanaman alami (rumput-rumputan, semak belukar, dan lain-lain) dibawah tanaman-tanaman pilihan tersebut akan sangat membantu terwujudnya ekosistem kawasan hutan itu dengan baik dan dengan demikian hutan dapat berperan sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai pengawet tanah dan air.

Secara umum konservasi tanah didefinisikan sebagai pemanfaatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah. Adapun secara prinsip konservasi air yaitu penggunaan air yang jatuh ke tanah seefisien mungkin, dan pengaturan waktu aliran sehingga tidak terjadi banjir yang merusak dan terdapat cukup air pada waktu musim kemarau.

Selama ini terdapat salah satu aspek sangat penting yang belum diperhatikan dan digarap secara seksama adalah aspek *water culture*. Arti *water culture* adalah suatu kepehaman masyarakat sosial tentang masalah pemanfaatan air dan konservasi air yang ada disekitar masyarakat. Pemahaman ini

akan berpengaruh terhadap pemahaman masyarakat tentang keterkaitan antara air dengan ekologi, termasuk kaitan hal tersebut dengan masalah sosial dan ekonomi (Maryono, 2005).

Penilaian ekonomi terhadap sistem usahatani konservasi menjadi penting sebagai dasar dalam melakukan pemilihan metode rehabilitasi yang tepat pada suatu lahan. Studi yang dilakukan Daswir (2010) dan Syam (2000) telah melakukan analisis ekonomi usahatani tanaman pangan, tanaman rempah, tanaman tahunan dan tanaman pakan ternak pada kegiatan usahatani konservasi. Bahan pertimbangan utama adalah hasil Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan, Tanah dan Air (1987) menemukan bahwa pada setiap tingkat kelerengan, tebal solum dan kepekaan tanah terhadap erosi, membutuhkan keberadaan tanaman tahunan dengan proporsi 25-100%.

Persoalan konservasi tanah dan air adalah kompleks dan memerlukan kerjasama yang erat antara berbagai disiplin ilmu pengetahuan seperti ilmu tanah, biologi, hidrologi, dan sebagainya.

II. TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AIR

Pengertian preservasi atau proteksi atau konservasi adalah upaya atau tindakan pencegahan atau pengendalian dan pemulihan atau penyelamatan sumberdaya alam yang pengelolaannya berdasarkan prinsip kelestarian. Seta (1987) menyatakan konservasi tanah merupakan penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tanah tersebut tidak cepat rusak.

Secara sederhana definisi konservasi tanah merupakan upaya atau tindakan konservasi terhadap tanah (lahan) yang pengelolaannya berprinsip pada penggunaan atau pemanfaatan tanah atau lahan yang disesuaikan dengan potensi dan kemampuannya. Sedangkan konservasi air adalah upaya atau tindakan konservasi terhadap air (tata air) yang pengaturan penggunaan atau pemanfaatannya berprinsip pada tercapainya keseimbangan tata air.

Usaha-usaha konservasi tanah ditujukan untuk:

1. Mencegah kerusakan tanah oleh erosi.
2. Memperbaiki tanah yang rusak.
3. Memelihara serta meningkatkan produktivitas tanah agar dapat dipergunakan secara lestari.
4. Menetapkan kelas kemampuan tanah dan tindakan-tindakan atau perlakuan yang diperlukan agar tanah

tersebut dapat dipergunakan seoptimal mungkin dalam jangka waktu yang tidak terbatas.

Seta (1987) menjelaskan bahwa konservasi tanah dilakukan dengan tujuan agar:

1. Energi perusak (air hujan dan aliran permukaan) sekecil mungkin sehingga tidak merusak.
2. Agregat tanah lebih tahan terhadap pukulan air hujan dan aliran permukaan.

Tiga pendekatan dalam konservasi tanah bermanfaat untuk (Seta, 1987):

1. Memperbaiki dan menjaga keadaan tanah agar tahan terhadap penghancuran dan pengangkutan, serta lebih besar daya menyerap airnya.
2. Menutup tanah dengan tanaman atau sisa-sisa tumbuhan agar terlindung dari pukulan langsung air hujan yang jatuh.
3. Mengatur aliran permukaan sehingga mengalir dengan kekuatan yang tidak merusak.

Setiap perlakuan yang diberikan pada sebidang tanah akan mempengaruhi tata air pada tempat itu dan tempat-tempat di hilirnya. Sehingga kegiatan konservasi tanah dan konservasi air sangat berhubungan erat sekali. Berbagai tindakan konservasi tanah secara otomatis juga merupakan tindakan konservasi air.

Konservasi air merupakan penggunaan air yang jatuh ke tanah untuk pertanian seefisien mungkin dan pengaturan

waktu aliran sehingga tidak terjadi banjir yang merusak dan terdapat cukup air pada waktu musim kemarau (Seta, 1987). Selain itu, tanggung jawab sektor pertanian dalam masalah air adalah (Renne, 1960 dalam Seta, 1987):

1. Memelihara jumlah, waktu aliran dan kualitas air sejauh mungkin melalui cara pengelolaan dan penggunaan tanah yang baik.
2. Memaksimalkan manfaat air melalui penerapan cara-cara yang efisien.

Adapun beberapa pengertian konservasi tanah dan air adalah:

- Usaha-usaha untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas tanah, kualitas dan kuantitas air (Sarief, 1985).
- Upaya atau tindakan konservasi terhadap komponen-komponen tanah dan air yang pengelolaannya disesuaikan dengan potensi atau kemampuannya sehingga terjamin kesinambungan fungsinya
- Ilmu terapan yang merupakan perpaduan dari ilmu-ilmu pengetahuan yang mengembangkan teknologi pengawetan SDA khususnya hutan, tanah, dan air.
- Ilmu pengetahuan yang mengembangkan teknologi pengawetan sumber daya alam khususnya sumber daya tanah dan air sebagai faktor penentu kualitas lingkungan hidup.

Secara umum pengertian teknologi konservasi tanah dan air adalah teknik konservasi terhadap sumberdaya lahan dan air yang didasarkan atas prinsip-prinsip dan aspek teknik serta metode atau tindakan konservasi sumberdaya tersebut. Pelaksana kegiatan konservasi tanah dan air sangat kompleks dan multidisiplin. Hal ini memerlukan kerjasama yang erat antar berbagai disiplin ilmu pengetahuan seperti ilmu tanah, biologi, hidrologi, dan mekanisasi. Selain itu, penerapan kegiatan ini tidak terlepas dari masalah manusia dengan berbagai aspek sosial ekonominya. Suripin (2002) menyebutkan bahwa pendekatan dasar dalam konservasi tanah dan air adalah:

1. Menyediakan penutup tanah dengan tanaman atau mulsa agar tanah terlindung dari pukulan hujan langsung.
2. Memperbaiki dan menjaga kondisi tanah agar tanah tahan terhadap penghancuran dan pengangkutan, serta meningkatkan kapasitas infiltrasi.
3. Mengatur aliran permukaan sedemikian rupa sehingga mengalir dengan energi yang tidak merusak, dengan cara (a) mengurangi aliran permukaan (b) menahan aliran permukaan, dan (c) mengendalikan aliran permukaan.
4. Meningkatkan efisiensi penggunaan air.
5. Menjaga kualitas air.
6. Mendaur ulang air.

Beberapa peranan konservasi tanah dan air adalah:

1. Penyelamatan lahan kritis.
2. Menjaga/menjamin kesuburan tanah.
3. Pengendalian erosi dan sedimentasi.
4. Pengendalian banjir (menjaga keseimbangan tata air).
5. Pengendalian pencemaran air sesuai dengan standar baku mutu lingkungan.

III. METODE VEGETATIF

A. Prinsip-prinsip Metode Vegetatif

Pengertian metode vegetatif adalah mengendalikan atau memanfaatkan peranan dan fungsi tanaman. Metode vegetatif juga dapat diartikan sebagai upaya rehabilitasi dan konservasi lahan dengan menanam beberapa jenis tanaman pohon dan/atau tanaman lainnya untuk menjaga penutupan tanah agar dapat mengikat butir tanah secara lebih kuat.

Beberapa fungsi metode vegetatif yaitu:

1. Melindungi terhadap daya perusak butir-butir hujan yang jatuh.
2. Melindungi terhadap daya perusak aliran permukaan tanah.
3. Memperbaiki kapasitas infiltrasi tanah dan penahanan air.
4. Memperbaiki porositas, stabilitas agregat serta sifat kimia tanah.
5. Meningkatkan daya resap tanah akan air.

Metode vegetatif sering juga disebut cara pengendalian erosi secara biologi (*biological erosion control*). Jenis-jenis metode atau tindakan vegetatif dalam pelaksanaan kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi antara lain:

1. Penanaman pada areal terbuka di kawasan pembangunan jalan dan pemukiman.

2. Areal terbuka pada kawasan pertanian dan perladangan, perkebunan dan kehutanan.

Beberapa tindakan pengendalian secara vegetatif pada areal terbuka di kawasan pembangunan jalan dan pemukiman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tindakan pengendalian secara vegetatif pada areal terbuka di kawasan pembangunan jalan dan pemukiman

Kelompok Tanaman Penutup Tanah	Penggunaan	Pilihan Jenis Tanaman	Karakteristik Jenis Tanaman	Teknik Penanaman
Tanaman penutup tanah rendah	Pola Penanaman Rapat	<i>Calopogonium muconoides</i>	Tanaman merambat/memanjat. Toleran terhadap tanah miskin dan peneduhan	Dengan biji sekitar 15 kg per hektar
		<i>Centrosema pubescens</i>	Tanaman membelit/merambat/memanjat, kurang toleran terhadap tanah miskin dan rawa-rawa.	Dengan biji sekitar 30 kg per hektar
		Jenis rumput-rumputan lokal (<i>endemik</i>)	Menutup rapat permukaan tanah.	Penanaman secara rapat dalam larikan dengan jarak antar larikan juga rapat.

Tabel 1. (Lanjutan)

Kelompok Tanaman Penutup Tanah	Penggunaan	Pilihan Jenis Tanaman	Karakteristik Jenis Tanaman	Teknik Penanaman
	Perlindungan parit, teras, saluran-saluran air	<i>Eupathorium triplinerve</i>	Dapat tumbuh baik pada tanah miskin, tahan naungan.	Dengan stek dan ditanam dengan jarak tanam 5 m × 5m.
		<i>Indigofera endecaphylla</i>	Dapat tumbuh pada tanah miskin, tahan naungan.	
Tanaman penutup tanah sedang	Pola penanaman pagar	<i>Crotalaria anagyroides</i>	Tanaman ini dapat tumbuh cepat dengan ketinggian 2 – 4 m.	Dengan biji sekitar 25 kg per hektar; Bisa ditanam dalam barisan/strip
		<i>Tephrosia candida</i>	Tinggi tanaman sekitar 1,5 cm– 2,5 m; Dapat tumbuh baik pada tanah miskin.	Dengan biji sekitar 20 kg per hektar;
		<i>Acacia villosa</i>	Dapat tumbuh baik pada tanah miskin.	
	Penguat tebing/teras	<i>Leucaena glauca</i>	Sistem perakaran dalam.	Dengan biji sekitar 100 biji per m;
		<i>Lantana sp.</i>		
		<i>Tithonia tangetiflora</i>		
Tanaman penutup tanah tinggi	Pola penanaman barisan; Perlindungan	<i>Alibizzia falcataria</i>	Ketinggian tanaman ini sekitar 12 m – 45 m	

Kelompok Tanaman Penutup Tanah	Penggunaan	Pilihan Jenis Tanaman	Karakteristik Jenis Tanaman	Teknik Penanaman
	jurang, tebing.	<i>Leucaena glauca</i>	Sistem perakaran dalam.	Dengan biji sekitar 100 biji per m;

Edison dkk. (2012) merekomendasikan teknologi konservasi lahan pada secara vegetatif disarankan pada daerah hulu berupa lahan produksi tegalan dan atau hutan produksi tanaman keras serta pada daerah hilir berupa tegalan di konservasi menjadi perkebunan.

B. Tanaman Penutup Tanah

Tanaman penutup tanah adalah tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan/atau untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah (Arsyad, 1989). Pengertian tumbuhan bawah (*ground flora*) adalah tanaman herbal dan semak-semak rendah yang menutup bagian bawah dari suatu kawasan hutan. Sedangkan istilah tumbuhan penutup tanah (*ground cover*) didefinisikan sebagai tumbuhan yang berfungsi melindungi tanah (Dephut RI, 1989). Tumbuhan rayapan (*decumbent*) adalah jenis tumbuhan yang merayap di tanah (Dephut RI, 1990). Tumbuhan rendah adalah tumbuhan sederhana, belum lengkap memiliki akar, batang daun, bunga, dan buah (Tim Kashiko, 2004). Sedangkan tumbuhan semak adalah batang

halus dan rendah, berkelompok membentuk rumpun (Tim Kashiko, 2004).

Secara umum tanaman penutup tanah dikelompokkan menjadi tanaman penutup tanah rendah, jenis rumput-rumputan dan tumbuhan merambat atau menjalar; tanaman penutup tanah sedang (berupa semak); tanaman penutup tanah tinggi (tanaman pelindung); tumbuhan rendah alami (belukar alami atau semak belukar), dan tumbuhan yang tidak disukai (rumput pengganggu) (Kartasapoetra dkk., 2000; Suripin, 2004).

Penggunaan tanaman penutup tanah (*cover crop*) mempengaruhi peningkatan konservasi tanah dan air (Daigh dkk., 2014). Kartasapoetra dkk. (2000) menyebutkan tanaman-tanaman penutup permukaan tanah berperan untuk melindungi permukaan tanah dari daya dispersi dan daya penghancuran oleh butir-butir hujan. Tanaman penutup permukaan besar pula sumbangannya dalam memperkaya bahan-bahan organik tanah serta memperbesar porositas tanah. Idjudin (2011) menjelaskan tanaman penutup tanah pada umumnya adalah jenis legum menjalar yang ditanam di antara tanaman tahunan, secara bergilir dengan tanaman semusim atau tanaman tahunan dan sebagai tanaman pemula (pionir) untuk rehabilitasi lahan kritis.

Secara umum, tanaman penutup tanah berperan untuk:

1. Menahan atau mengurangi daya perusak butir-butir hujan yang jatuh dan aliran air di atas permukaan tanah.
2. Menambah bahan organik tanah melalui batang, ranting dan daun mati yang jatuh. Peranan bahan organik adalah meningkatkan ketahanan struktur tanah, memperbesar kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air hujan yang jatuh dan menambah unsur hara.
3. Melakukan transpirasi yaitu mengurangi kandungan air tanah.
4. Menyebabkan berkurangnya kekuatan dispersi air hujan dan mengurangi jumlah serta kecepatan aliran permukaan, sehingga mengurangi erosi, dan memperbesar infiltrasi air ke dalam tanah.

Efektivitas tanaman penutup tanah untuk mengurangi erosi sudah tidak diragukan lagi. Tanaman penutup tanah dapat ditanam tersendiri (sewaktu tanah tidak ditanami tanaman pokok), atau ditanam bersama-sama dengan tanaman pokok sebagai penutup tanah di bawah tanaman pokok, atau bahkan kadang-kadang sebagai pelindung tanaman pokok.

Meskipun pada dasarnya semua tanaman dapat menutup tanah dengan baik (baik sengaja ditanam dengan tujuan untuk menutup tanah atau tidak) dapat dikatakan sebagai tanaman penutup tanah, namun dalam arti yang khusus yang dimaksud dengan tanaman penutup tanah adalah tanaman yang memang sengaja ditanam untuk melindungi tanah dari erosi, menambah

bahan organik tanah, dan sekaligus meningkatkan produktivitas tanah (Seta, 1987).

Beberapa pertimbangan dalam pemilihan tanaman penutup tanah yaitu:

1. Cepat tumbuh, dapat menghalang tumbuhan pengganggu, mudah didapat.
2. Toleran terhadap tanah miskin, tempat tumbuh dan sinar matahari atau tahan terhadap peneduhan.
3. Dapat memperkaya bahan organik.
4. Dapat merupakan nilai komersil, seperti sebagai makanan ternak, peneduh, dan lain-lain.

Tumbuhan atau tanaman yang sesuai untuk dipergunakan sebagai penutup tanah dan dipergunakan dalam sistem pergiliran tanaman harus memenuhi syarat-syarat (Ochse, *et al.*, 1961 dalam Arsyad, 1989) :

1. Mudah diperbanyak, sebaiknya dengan biji.
2. Mempunyai sistem perakaran yang tidak menimbulkan kompetisi berat bagi tanaman pokok, tetapi mempunyai sifat pengikat tanah yang baik dan tidak mensyaratkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi.
3. Tumbuh cepat dan banyak menghasilkan daun.
4. Toleransi terhadap pemangkasan.
5. Resisten terhadap hama, penyakit, dan kekeringan.
6. Mampu menekan pertumbuhan gulma.

7. Mudah diberantas jika tanah akan dipergunakan untuk penanaman tanaman semusim atau tanaman pokok lainnya.
8. Sesuai dengan kegunaan untuk reklamasi tanah.
9. Tidak mempunyai sifat-sifat yang tidak menyenangkan, seperti duri atau sulur-sulur yang membelit.

Jenis-jenis dari famili Leguminosae (Leguminosae/Fabaceae) lebih sesuai untuk dijadikan tanaman penutup tanah dan pupuk hijau, karena:

1. Adanya kemampuan leguminosa mengikat nitrogen udara bila bersimbiose dengan bakteri rizobium, sehingga dapat memenuhi kebutuhan akan unsur hara nitrogen (N) bagi leguminosa sendiri dan tanaman-tanaman/rumput disekelilingnya. Hal ini akan meningkatkan nilai ekonomis karena pupuk N buatan mahal.
2. Sifat-sifatnya yang cepat tumbuh, sebagai pupuk hijau atau penyubur tanah dan berguna untuk berbagai macam keperluan, terutama dalam memenuhi kebutuhan penduduk setempat akan kayu bakar, kayu pertukangan dan makanan ternak.
3. Perakarannya tidak memberikan kompetisi yang berat terhadap tanaman pokok.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis legum adalah:

1. Sifat-sifat leguminosa yang dapat mengambil hara mineral tanah tertentu secara berlebihan.

2. Kemungkinan mempunyai pengaruh alelopati dan daya penguapan yang tinggi. Alelopati (*allelopathy*) adalah sifat tumbuh-tumbuhan yang dapat memproduksi zat kimia untuk menghambat atau membunuh saingan yang ada didekatnya, baik dari keturunannya sendiri ataupun dari tumbuhan lain.
3. Banyak leguminosa terbatas pada tempat-tempat tertentu oleh kurangnya kemampuan penyesuaian.
4. Tanaman leguminosa tertentu menunjukkan tanda-tanda *kelelahan*. Sebagai contoh, tanaman merambat *Vigna hosei* Becker. dan *Centrosema pubescens* Benth. yang banyak dipergunakan pada perkebunan karet, menunjukkan tanda kelelahan setelah empat atau lima tahun, tetapi dapat baik kembali setelah satu atau dua tahun dibiarkan tumbuhan lain tumbuh.

Menurut Anonim (1979), famili Leguminosae dibagi menjadi 3 (tiga) sub famili yaitu Caesalpinioideae, Mimosoideae, dan Papilionoideae (Faboideae). Leguminosae seringkali disebut sebagai famili: Caesalpinaceae, Mimosaceae, dan Fabaceae (Papilionaceae). Famili ini terdiri dari 590 genera dengan 12.000 jenis dan merupakan famili yang memiliki anggota yang sangat banyak. Famili ini menyebar ke seluruh daerah tropis, tumbuh mulai daerah dataran rendah sampai daerah pegunungan. Habitus tumbuhan dari famili ini terdiri dari belukar, semak, vegetasi merambat sampai ke tingkat pohon, ada yang buttress atau tidak berb buttress.

Pengelompokan pola tanaman penutup tanah berdasarkan habitus pertumbuhannya adalah:

1. Tanaman penutup tanah rendah

Penanaman tanaman penutup tanah rendah dapat dilakukan pada:

- a. Pola pertanaman rapat. Beberapa jenis yang biasa digunakan antara lain *Calopogonium muconoides* Desv., *Centrosema pubescens* Benth., *Mimosa invisa* Mart., dan *Pueraria phaseoloides* Benth. (*P. javanica* Benth.).
- b. Pola pertanaman barisan. Beberapa jenis yang dapat digunakan yaitu *Eupatorium triplinerve* Vahl. (daun panahan, godong prasman, jukut prasman), *Salvia accidentalis* Schwartz. (langon, lagetan, randa nunut), dan *Ageratum mexicanum* Sims.
- c. Digunakan untuk perlindungan teras/saluran-saluran. Jenis-jenis yang dapat dimanfaatkan adalah *Indigofera endecaphylla* Jacq. (dedekan), *Ageratum conyzoides* L. (babadotan), *Erechtites valerianifolia* Rasim. (sintrong), *Borreria latifolia* Schum. (bulu lutung, gempurwatu), *Oxalis corymbosa* DC., *Oxalis latifolia* HBK. (calincing, sigarpolo), dan *Althenanthera amoena* Voss. (bayem kremah, kremek).

2. Tanaman penutup tanah sedang

Pelaksanaan tanaman penutup tanah sedang dapat dilakukan pada:

- a. Pola pertanaman teratur, ditanam diantara barisan tanaman pokok. Jenis-jenis yang dapat dipilih adalah *Clibadium surinamense var asperum* Baker. dan *Eupathorium pallessens* DC. (ki dayang, kirinyuh).
- b. Pola pertanaman pagar. Beberapa jenis alternatif yang dapat digunakan adalah *Lantana camara* L. (tahi ayam, gajahan, seruni), *Crotalaria anagyroides* HBK., *Gliricidia maculata* (johar cina, gamal), *Tephrosia candida* DC., *Tephrosia vagelii* Hook., *Acacia villosa* Willd. (lamtoro merah), *Sesbania grandiflora* Pers. (turi), *Desmodium gyroides* DC. (kakatua, jalakan), *Calliandra callothyrsus* Meissn. (kaliandra merah). Beberapa jenis tanaman lainnya seperti *Flemingia congesta* Roxb., *Crotalaria striata* DC., *C. juncea* L., *Clitoria laurifolia* Poir., *Cajanus cajan* Nillst. (kacang hiris, kacang sarde), *Indigofera erecta* Hooscht., *Crotalaria juncea* Sunn hemp., *Clitoria laurifolia* (urek-urekan, kacang cepel), dan *Cajanus cajan* juga dapat dipilih pada metode ini.
- c. Diluar areal tanaman utama dan merupakan sumber bahan organik untuk penghutanan atau penguat tebing atau teras. Jenis-jenis tumbuhan untuk keperluan ini antara lain *Lantana camara* L. (tahi ayam, gajahan, seruni), *Crotalaria anagyroides* HBK., *Gliricidia maculata* (johar cina, gamal), *Tephrosia candida* DC., *Tephrosia vagelii* Hook., *Acacia villosa* Willd. (lamtoro merah). *Sesbania grandiflora* Pers. (turi), *Desmodium*

gyroides DC. (kakatua, jalakan), dan *Calliandra callothyrus* Meissn. (kaliandra merah).

3. Tanaman penutup tanah tinggi (tanaman pelindung)

Beberapa cara yang dapat dilakukan pada penanaman tanaman penutup tanah tinggi atau tanaman pelindung adalah:

- a. Digunakan dalam pola pertanaman teratur di antara barisan tanaman utama. Jenis yang dapat digunakan adalah *Falcataria moluccana* (sengon laut), *Grevilles robusta* A.Cum. (Australian silk oak), *Pithecellobium saman* Benth. (pohon hujan), *Erythrina* spp. (dadap), dan *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.
- b. Digunakan dalam barisan. Jenis yang biasa dipilih adalah *Leucaena glauca* (L.) atau *Leucaena leucocephala*.
- c. Digunakan untuk melindungi jurang-jurang, tebing-tebing atau untuk usaha penghutanan kembali. Tanaman yang biasa digunakan untuk tujuan ini adalah *Falcataria moluccana* dan *Leucaena glauca* (*Leucaena leucocephala*), namun yang terakhir lebih sering digunakan untuk pencegahan erosi dan sekaligus memperbaiki tanah. Jenis lain untuk penghutanan kembali (reforestation) adalah *Albizzia mangium*, *Albizzia procera* Benth., *Acacia melanoxylon* R.Br., *Eucalyptus saligna* Sn., dan *Cinchona succirubra* Pavon. Beberapa jenis bambu yang secara ekonomi penting

juga dapat ditanam pada jurang-jurang atau daerah-daerah yang sangat curam, seperti : *Gigantochloa apus* Kurz. (bambu apus, pring tali), *Gigantochloa verticillata* Munro. (bambu ater), *Dendrocalamus asper* Backer. (buluh betung), dan *Bambusa bambos* Backer (awur duri).

4. Tumbuhan yang tidak disukai

Banyak tumbuhan yang termasuk dalam tumbuhan pengganggu (*weeds*) yang dapat berfungsi sebagai penutup tanah atau pelindung tanah terhadap ancaman erosi. Tetapi tumbuh-tumbuhan tersebut tidak disukai karena sifat-sifatnya yang merugikan pengusaha tanaman pokok atau sulit diberantas atau dibersihkan untuk usaha pertanian. Di antara tumbuh-tumbuhan tersebut adalah *Imperata cylindrica* Beau. (alang-alang), *Panicum repens* L. (lempuyangan), *Leersia hexandra* Swartz. (kalamento), *Saccharum spontaneum* L. (gelagah), dan *Anastrophus cimpessus* Schlechtd. (*Paspalum compressum* Raspail. = rumput pahit). Safriani dkk. (2017) melaporkan erosi yang terjadi pada kemiringan 5° yang ditutupi vegetasi tanah tanpa rumput, rumput pait, dan rumput alang-alang masing-masing sebesar 0,425 ton/ha/tahun; 0,375 ton/ha/tahun, dan 0,125 ton/ha/tahun. Penanaman vegetasi tanah tanpa rumput pada kemiringan 10° menghasilkan erosi sebesar 1,102 ton/ha/tahun, rumput pait sebesar 0,305 ton/ha/tahun,

dan rumput alang-alang sebesar 0,414 ton/ha/tahun. Sedangkan pada kemiringan 15° berturut-turut erosi sebesar vegetasi tanah tanpa rumput (2,217 ton/ha/tahun), rumput pait (0,451 ton/ha/tahun), dan rumput alang-alang (0,858 ton/ha/tahun).

5. Belukar alami atau tumbuh-tumbuhan bawah (*undergrowth*) alami pada perkebunan-perkebunan. Banyak usaha telah dilakukan pada beberapa perkebunan, terutama perkebunan karet, dalam memanfaatkan tumbuh-tumbuhan bawah alami untuk pelindung tanah.

Tabel 2 menunjukkan beberapa penggunaan dan jenis tanaman penutup tanah yang banyak dijumpai.

Tabel 2. Penggunaan dan jenis tanaman penutup tanah yang banyak dijumpai

No.	Golongan	Penggunaan	Jenis Tanaman	Keterangan
1	Tanaman penutup tanah rendah	Pola pertanaman rapat	<i>Calopogonium mucooides</i> Desv.	Tumbuh pada ketinggian 300 m, pada perkebunan karet yang masih muda.
			<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Tumbuh pada ketinggian 250 m, pada perkebunan karet tua.
			<i>Mimosa invisa</i> Mart.	Berduri banyak, tidak cocok untuk perkebunan.
		Pola pertanaman barisan	<i>Eupatorium triplinerve</i> Vahl.	Dapat tumbuh baik pada tanah miskin, sebagai pelindung teras.
			<i>Salvia accidentalis</i> Schwartz.	Banyak dipakai pada perkebunan kopi dan karet dan juga di tepi teras.
			<i>Ageratum mexicanum</i>	Dapat tumbuh pada hampir

Tabel 2. (Lanjutan)

No.	Golongan	Penggunaan	Jenis Tanaman	Keterangan
			Sims.	seluruh jenis tanah, lebih baik di lahan basah.
		Perlindungan teras atau saluran-saluran air	<i>Indigifera endecaphella</i> Jacq.	Tumbuh sebagai semak, di berbagai kondisi tanah, iklim dan peneduh.
			<i>Ageratum conizoides</i> L.	Tumbuh pada ketinggian 1750 m, cocok untuk tempat yang teduh.
			<i>Erechites valerianifolia</i> Rasim.	Tumbuh pada ketinggian 0-2200 m, ditemukan pada kebun teh tua.
			<i>Borreria latifolia</i> Schum.	Dapat tumbuh pada tanah-tanah miskin.
			<i>Oxalis corymbosa</i> DC. & <i>Oxalis latifolia</i> HBK.	Dijumpai pada perkebunan teh.

Tabel 2. (Lanjutan)

No.	Golongan	Penggunaan	Jenis Tanaman	Keterangan
2	Tanaman penutup tanah sedang	Pola pertanaman teratur, diantara barisan tanaman pokok.	<i>Clibadium surinamense</i> var <i>asperum</i> Baker.	Merupakan tanaman komposit digunakan pada perkebunan muda.
			<i>Eupathorium pallessens</i> DC.	Dapat tumbuh di daerah masam dimana <i>Clibadium</i> tidak dapat tumbuh.
		Pola pertanaman pagar	<i>Lantana camara</i> L.	Banyak ditanam di antara barisan tanaman karet pada perkebunan karet di Sumatera.
			<i>Crotalaria anagyroides</i> HBK.	Dapat tumbuh cepat, daunnya dapat untuk makanan ternak.
			<i>Tephrosia candida</i> DC.	Banyak tumbuh di sepanjang pantai Pulau Jawa sampai ketinggian 1650 m.
<i>Desmodium gyroides</i>	Dapat tumbuh baik pada			

Tabel 2. (Lanjutan)

No.	Golongan	Penggunaan	Jenis Tanaman	Keterangan
			DC.	ketinggian kurang dari 800 m.
		Ditanam diluar areal tanaman utama, penguat tebing/teras.	<i>Leucaena glauca</i> (L) Benth, <i>Tithonia tangethifelora</i> Desp.	Merupakan sumber bahan organik atau mulsa. Ditanam bercampur dengan jenis leguminosa yang merambat atau berbentuk pohon yang tahan pangkasan.
3	Tanaman penutup tanah tinggi	Diantara barisan tanaman utama	<i>Falcataria moluccana</i> Backer.	Tumbuh pada ketinggian 1600 m, ditanam secara teratur di antara tanaman pokok.
		Dalam barisan	<i>Leucaena glauca</i> (L)	Tumbuh pada ketinggian 1500 m, perakarannya sangat dalam. dipakai sebagai pagar.
		Melindungi jurang, tebing	<i>Falcataria moluccana</i> dan <i>Leucaena glauca</i>	Dapat ditanam rapat pada pagar.
4	Tumbuhan yang		<i>Imperata cylindrica</i>	Dapat berfungsi sebagai penutup

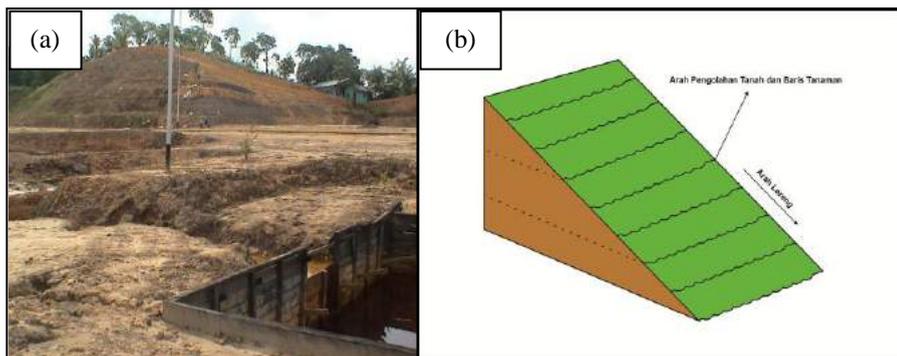
Tabel 2. (Lanjutan)

No.	Golongan	Penggunaan	Jenis Tanaman	Keterangan
	tidak disukai		Beau., <i>Pacium repens</i> L.	tanah, tapi tidak disukai karena merugikan tanaman pokok.

C. Penanaman Menurut Garis Kontur

Pengertian penanaman secara kontur (*contour cropping system*) adalah penanaman tanaman yang searah/sejajar dengan garis kontur atau dengan secara menyilang lereng tanah, bukan menjurus searah dari atas ke bawah lereng. Penanaman secara kontur sangat sesuai pada tanah-tanah dengan kemiringan 3-8%, namun kurang efektif pada tanah-tanah dengan kemiringan <3% dan >8-25%.

Menurut Bermanakusumah (1978) dalam Kartasapoetra dkk. (2000), terdapat korelasi antara kemiringan dan panjang lereng yang digunakan. Pembuatan panjang lereng pada tanah-tanah dengan kemiringan 3-6% jangan melampaui 100 meter. Sedangkan pada tanah-tanah dengan kemiringan >8%, panjang lereng jangan melampaui 65 meter. Hal ini dilakukan untuk menghindari peluapan air dan pada keadaan demikian harus dilengkapi dengan saluran pembuangan. Menanami lereng sebidang tanah dengan cara *contour system* ganti berganti dengan cara *strip cropping* merupakan tindakan melindungi lapisan *top soil* setempat. Gambar 1 menampilkan contoh pengolahan tanah dan sketsa penanaman menurut kontur.



Gambar 1. (a) Pengolahan tanah (Foto: Zainuddin Mohraga) dan (b) Sketsa penanaman menurut kontur.

Kelas kelerengan tanah sangat berpengaruh terhadap jumlah limpasan permukaan dan massa tanah tererosi. Sarminah dkk. (2018) melaporkan penanaman sengon (*Falcataria moluccana*) dan kacang tanah (*Arachis hypogaea*) pada kelas kelerengan 15-25% menghasilkan limpasan permukaan sebesar 794,55 m³/ha/tahun dan massa tanah tererosi sebesar 20,05 ton/ha/tahun, sedangkan pada kelas kelerengan 25-40% mempunyai limpasan permukaan dan massa tanah tererosi masing-masing sebesar 846,61 m³/ha/tahun dan 45,50 ton/ha/tahun.

Hasil penelitian Karyati dkk. (2017) menunjukkan pada kelas kelerengan 8-15% yang tidak dilakukan penanaman, limpasan permukaan dan laju erosi potensial sebesar 1012,21 m³/ha/tahun dan 45,53 ton/ha/tahun. Sedangkan penerapan agroforestri jabon (*Anthocephalus cadamba*) dan kedelai (*Glycine max*) pada kelas kelerengan 15-25% menghasilkan limpasan permukaan (1095,43 m³/ha/tahun) dan laju erosi potensial

(32,13 ton/ha/tahun) lebih rendah dibanding pada kelas kelerengan 25-40% dengan limpasan permukaan sebesar 1330,89 ton/ha/tahun dan laju erosi potensial sebesar 52,51 ton/ha/tahun.

D. Penanaman dalam Strip/Larikan (*Strip Cropping*)

Pengertian penanaman dalam strip/larikan (*strip cropping*) adalah suatu cara bercocok tanam dengan satu atau beberapa tanaman, dimana masing-masing jenis tanaman ditanam dalam strip-strip yang berselang-seling, pada sebidang tanah dan disusun berdasarkan garis kontur atau memotong arah lereng. Penerapan penanaman dengan sistem ini bermanfaat dalam hal:

1. Dapat memperlambat lajunya aliran permukaan.
2. Untuk melindungi larikan-larikan tanaman dari pengaruh aliran permukaan.

Tanaman yang umumnya digunakan adalah tanaman pangan atau tanaman semusim diselingi dengan strip-strip tanaman yang lebih rapat berupa tanaman penutup tanah atau pupuk hijau. Dalam sistem ini semua pekerjaan pengolahan tanah dan pertanaman dilakukan memotong arah lereng. Untuk hasil yang lebih baik, dianjurkan sistem ini dikombinasikan dengan pergiliran tanaman dan penggunaan mulsa.

Pertanaman dalam strip cocok untuk tanah dengan drainase bagus, karena sistem ini dapat menurunkan kecepatan aliran, sehingga jika diterapkan pada lahan dengan drainase

jelek dan laju infiltrasi rendah akan berakibat terjadinya pengisian air tanah yang berlebihan (*water logging*).

Dalam prakteknya seringkali sistem dalam strip/larikan dikombinasikan dengan penanaman menurut garis kontur (*contour strip cropping*). Penanaman strip menurut garis kontur adalah bercocok tanam dengan beberapa jenis tanaman semusim dalam strip-strip yang berselang-seling menurut garis kontur. Pengertian lain *contour strip cropping* adalah membagi bidang tanah searah garis kontur dengan pola tanaman campursari/tumpang sari dan berselang-seling. Penanaman *contour strip cropping* mengikuti jalur kontur atau ketinggian. Fungsi penanaman sistem ini untuk mengurangi laju erosi di permukaan tanah.

Metode yang dapat diterapkan dalam penanamam dalam strip/larikan adalah:

1. Penanaman dalam strip menurut garis kontur (*contour strip cropping*)

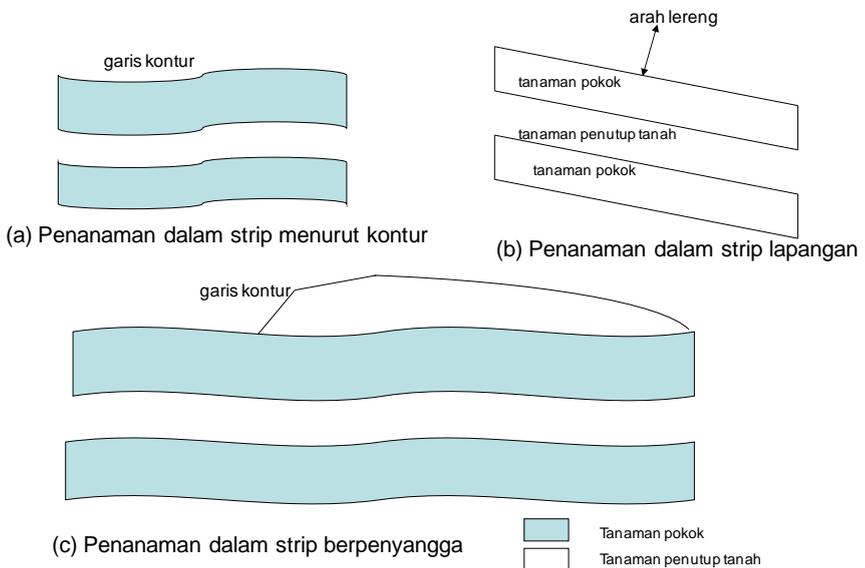
Pelaksanaan dengan sistem ini adalah melakukan penanaman tanaman sejajar garis kontur. Kelemahan sistem ini adalah hHanya dapat diterapkan pada lahan-lahan yang lerengnya panjang dan rata/seragam.

2. Penanaman dalam strip lapangan (*field strip cropping*)

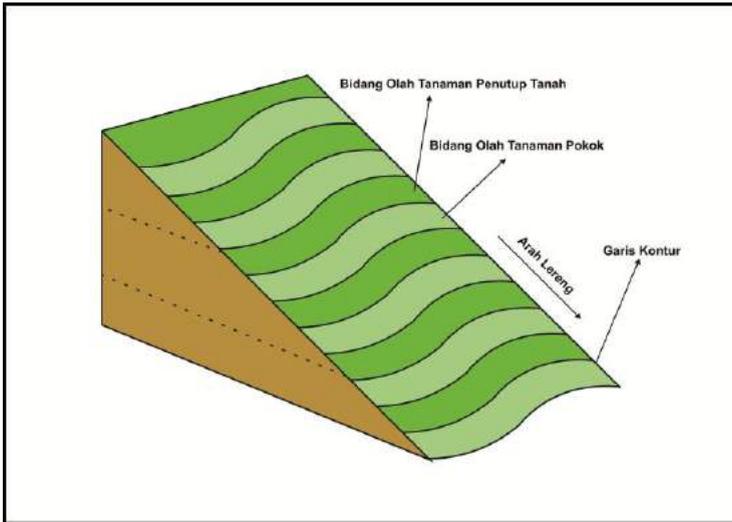
Penanaman dalm strip lapangan tidak perlu persis sejajar garis kontur, cukup dilakukan memotong lereng dengan lebar strip yang seragam. Praktek pelaksanaan ini sistem ini terutama pada lahan-lahan yang mempunyai kelerengan tidak teratur.

3. Penanaman dalam strip penyangga (*buffer strip cropping*)

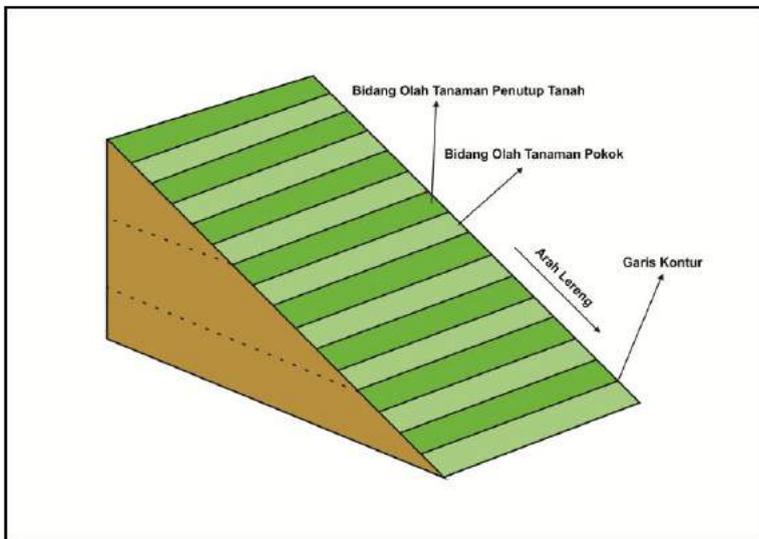
Penanaman dalam strip penyangga berarti bahwa diantara tanaman pokok ditanam tanaman penyangga (pengawet tanah), contoh tanaman kacang-kacangan atau rumput-rumputan yang sifatnya permanen dalam menutup tanah. Sistem ini dilakukan untuk mengatasi lahan-lahan yang sangat ekstrem dengan kelerengan yang tidak teratur. Kelebihan metode ini adalah lebar strip tidak selalu harus seragam. Denah tipe penanaman dalam strip/larikan ditampilkan pada Gambar 2. Sedangkan sketsa penanaman dalam strip menurut garis kontur, strip lapangan, dan strip penyangga disajikan pada Gambar 3, 4, dan 5.



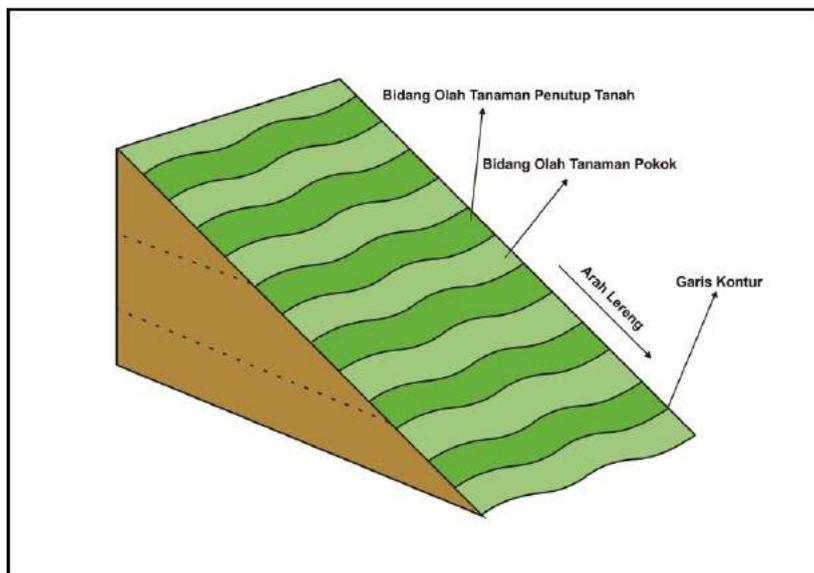
Gambar 2. Denah tipe penanaman dalam strip/larikan.



Gambar 3. Sketsa penanaman dalam strip menurut garis kontur (*contour strip cropping*).



Gambar 4. Sketsa penanaman dalam strip lapangan (*field strip cropping*).



Gambar 5. Sketsa dalam strip penyangga (*buffer strip cropping*).

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada penerapan penanaman dalam strip yaitu:

1. Sistem pertanaman.
2. Topografi.
3. Tipe kerusakan erosi.

Secara sederhana cara efektif yang dapat dilakukan adalah:

1. Buat larikan-larikan secukupnya yang searah dengan garis kontur.
2. Larikan-larikan pertama ditanami rumput-rumputan atau tanaman pupuk hijau
3. Larikan-larikan kedua ditanami tanaman-tanaman palawija yang diperlukan.

4. Larikan-larikan ketiga ditanami tanaman-tanaman penutup tanah, demikian seterusnya ganti berganti.

Beberapa batasan pelaksanaan penanaman dalam strip yaitu:

1. Sistem ini hanya efektif untuk lahan-lahan dengan kelerengan tidak lebih dari 8,5% (kelas II).
2. Seringkali dilakukan pada daerah-daerah hutan, karena keadaan, sering dilakukan pada lahan-lahan yang termasuk kelas III dan IV yang termasuk dalam kelerengan 6-15%.

Penetapan lebar strip di lapangan harus disesuaikan atau tergantung pada beberapa hal yaitu:

1. Curah hujan
2. Keadaan tanah
3. Topografi
4. Jenis tanaman yang akan diusahakan

Jika curah hujan tinggi dan aliran permukaan besar, maka larikan tidak lebar, agar air dapat mengalir sekitar larikan-larikan tanpa menimbulkan peluapan yang akan merugikan larikan-larikan tanaman. Makin sering terjadi hujan lebat, atau makin curam kelerengan, atau makin peka tanah terhadap erosi (erodibilitas tinggi), maka makin sempit strip yang digunakan.

Secara umum lebar strip berkisar antara 20-50 m, Beberapa praktisi konservasi tanah dan air menyebutkan lebar strip berkisar antara 15-45 m dan lebar strip penyangga 2-4 m. Penentuan lebar strip dan rencana tata letak strip biasanya

berdasarkan pengalaman praktis, namun dapat pula diperkirakan dengan menggunakan rumus. Rumus untuk menghitung lebar strip di Amerika Serikat:

$$L = 33 - 2(s - 10)$$

Keterangan: L = lebar strip (m)

s = kemiringan/kecuraman lereng (%)

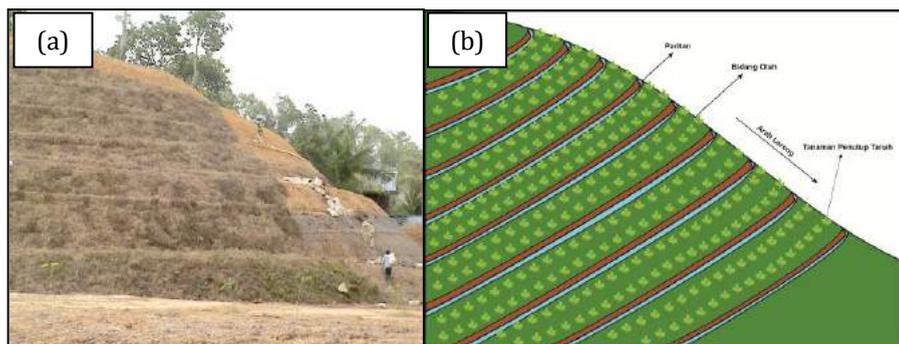
Sedangkan untuk menghitung lebar strip di bagian tenggara Amerika Serikat (Wischmeier & Smith, 1965) digunakan rumus:

$$W = 27 - \frac{3}{4}(s - 6)$$

Keterangan: W = lebar strip (m)

s = lereng (%) untuk tanah dengan lereng 2-18%

Penerapan tindakan konservasi tanah berpengaruh nyata terhadap erosi tanah. Fuady dkk. (2014) melaporkan penanaman sawit umur 5-7 bulan pada kemiringan lereng 15-25% dengan tindakan konservasi tanah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) + padi gogo (*Oryza sativa* L.) ditanam berurutan dengan kedelai + strip *Mucuna bracteata* menghasilkan erosi tanah sebesar 11,96 ton/ha. Sedangkan perlakuan sawit umur 5-7 bulan pada kemiringan lereng 30-40% dengan tindakan konservasi kelapa sawit + gulma dibiarkan tumbuh pada gawangan kelapa sawit menghasilkan erosi tanah sebesar 57,17 ton/ha. Gambar 6 menampilkan contoh dan desain penerapan strip pada lahan berlereng.



Gambar 6. (a) Persiapan pembuatan strip pada lahan berlereng (Foto: Zainuddin Mohraga) dan (b) Sketsa penerapan strip pada lahan berlereng.

E. Pertanaman Berganda (*Multiple Cropping*) dan Pergiliran Tanaman (*Crop Rotation*)

Pengertian pertanaman berganda (*multiple cropping*) atau pergiliran tanaman (*crop rotation*) adalah sistem bercocok tanam dengan menggunakan beberapa jenis tanaman yang ditanam secara bersamaan (serentak), disisipkan, atau digilir pada sebidang tanah. Keuntungan cara ini dibandingkan sistem monokultur yaitu:

1. Tanah selalu tertutup vegetasi.
2. Pengolahan tanah dapat dikurangi namun tersedia cukup bahan mulsa, sehingga dapat memperbaiki sifat-sifat tanah.
3. Dapat menekan hama, penyakit, dan tumbuhan pengganggu.
4. Dapat mengurangi penganguran musiman.
5. Intensitas penggunaan lahan semakin tinggi, sebaliknya kebutuhan akan sarana produksi semakin berkurang.

Berdasarkan saat dan cara menanamnya, jenis-jenis sistem *multiple cropping* dibedakan menjadi:

1. *Inter cropping* (tumpang sari)

Tumpang sari (*inter cropping*) adalah suatu sistem bercocok tanam dengan menggunakan dua atau lebih jenis tanaman yang ditanam serentak (bersamaan) pada sebidang tanah. Penerapan sistem ini terdiri dari:

- a. *Mixed intercropping* (jika tanaman dicampur dengan tidak membentuk barisan-barisan tumbuhan).
- b. *Row intercropping* (jika tiap jenis tanaman ditanam membentuk barisan yang berselang-seling).

2. *Sequential cropping* (pertanaman beruntun)

Pengertian pertanaman beruntun (*sequential cropping*) adalah sistem bercocok tanam dengan menggunakan dua atau lebih jenis tanaman pada sebidang tanah, dimana tanaman kedua atau berikutnya ditanam bersamaan dengan pemanenan tanaman pertama. Tujuan sistem ini mempertinggi intensitas penggunaan tanah dalam 1 tahun. Misal kedelai ditanam setelah atau saat tanaman padi di sawah di panen.

Sistem pertanaman beruntun dibedakan menjadi:

- a. *Double cropping* (jika menggunakan dua tanaman)
- b. *Tripple cropping* (jika menggunakan tiga tanaman)
- c. *Quadruple cropping* (jika menggunakan empat tanaman)

3. *Relay cropping* (tumpang gilir)

Pengertian tumpang gilir (*relay cropping*) adalah sistem bercocok tanam dengan menggunakan dua atau lebih tanaman pada sebidang tanah, dimana tanaman kedua/berikutnya ditanam setelah tanaman pertama berbunga. Tujuan penanaman tumpang gilir (*relay cropping*) adalah:

- a. Untuk mempertinggi intensitas penggunaan tanah dalam 1 tahun.
- b. Untuk mempertinggi frekuensi tanaman.

4. *Alley cropping*

Definisi *alley cropping* adalah sistem bercocok tanam dengan menggunakan dua atau lebih jenis tanaman pada sebidang tanah, dimana salah satu jenis tanaman yang ditanam adalah tanaman legum non-pangan. Tujuan penanaman tanaman legum non-pangan adalah untuk menyediakan bahan organik (mulsa) bagi tanah dan sekaligus untuk meningkatkan kesuburan tanah.

Jenis-jenis legum menjadi rekomendasi sebagai tanaman pertanian pada program agroforestri maupun tanaman sela di awal penanaman kelapa sawit (Karyati, 2012a; Karyati, 2012b). Secara umum, jenis-jenis tanaman leguminosa baik jenis tanaman pangan/sayuran, tanaman tahunan, maupun tanaman kehutanan dapat tumbuh baik pada daerah yang memiliki curah hujan, suhu udara, dan kelembaban udara rata-rata masing-masing berkisar antara 600-2500 mm/tahun, 18-40°C,

dan 50-85% (Karyati, 2003; Karyati, 2005; Karyati, 2008a; Karyati, 2008b).

Beberapa persyaratan tanaman legum non-pangan yang digunakan antara lain:

- a. Mudah diperbanyak, sebaiknya dengan biji.
- b. Sistem perakaran cukup baik untuk mengikat tanah.
- c. Tumbuh cepat dan banyak menghasilkan bahan organik.
- d. Mempunyai toleransi terhadap pemangkasan.
- e. Tahan terhadap hama, penyakit dan kekeringan serta tidak menyebabkan inang hama/penyakit bagi tanaman pokok.
- f. Mampu menekan pertumbuhan tanaman pengganggu.
- g. Sesuai dengan kegunaannya untuk reklamasi tanah.
- h. Mudah diberantas jika sudah tidak digunakan lagi.
- i. Tidak mempunyai sifat-sifat yang tidak menyenangkan, misalnya berduri, mempunyai sulur yang membelit dan sebagainya.

Selain manfaat pergiliran tanaman dalam upaya untuk mengurangi keberlangsungan erosi, beberapa manfaat lainnya adalah untuk:

- a. Meningkatkan produksi pertanian atau pendapatan petani per satuan luas dalam suatu kurun waktu.
- b. Meratakan pemanfaatan tanah yang kosong.
- c. Memperkaya variasi menanam petani.
- d. Memperkecil resiko kegagalan panen.
- e. Memperbaiki kesuburan tanah.

- f. Mengurangi biaya pengolahan tanah.
- g. Memelihara keseimbangan biologis.

Sehubungan dengan kebutuhan para petani akan bahan pangan, maka pola pergiliran tanaman yang dilakukan sebaiknya yang berjangka pendek yaitu dengan memanfaatkan tanaman-tanaman pangan yang berselang-seling dengan tanaman penyubur atau penutup tanah seperti leguminosa.

Pergiliran tanaman dapat berupa padi-palawija, padi-tumbuhan penutup tanah/pupuk hijau, atau palawija – tanaman penutup tanah/pupuk hijau. Pada tanah-tanah berlereng pergiliran yang efektif untuk pencegahan erosi atau menentukan pola tanaman bahan makanan – tanaman penutup tanah. Beberapa bentuk pergiliran tanaman antara lain:

1. *Sequential planting* (penanaman tanaman secara beruntun)

Sequential planting adalah menanam atau menumbuhkan tanaman berikutnya sesegera mungkin setelah tanaman terdahulu dipanen. Contoh penerapan sistem ini adalah pada penanaman kedelai (tanpa melupakan tanaman pupuk hijau atau tanaman penutup tanah). Setelah kedelai dipanen segera ditanami jagung, dan seterusnya.

2. *Mixed cropping* (pertanaman tanaman campuran)

Mixed cropping adalah menanam dua jenis tanaman atau lebih tanpa mengabaikan tanaman pupuk hijau atau tanaman penutup tanah ditanam serentak pada waktu yang sama. Penerapan pada tanah-tanah pekarangan yang

kosong biasanya ditanam tanpa membentuk larikan-larikan tanaman yang lurus dan teratur.

3. *Inter cropping* (tumpang sari seumur)

Inter cropping adalah dua jenis tanaman atau lebih ditanam secara serentak dengan membentuk larikan-larikan tanaman. Misalnya penanaman jagung dan kacang tanah, dan sebagainya yang diperkirakan seumur.

4. *Inter planting* (tumpang sari berbeda umur)

Inter planting adalah jenis tanaman yang berumur lebih pendek ditanam selarik diantara jenis tanaman lain yang berumur lebih panjang pada sebidang tanah yang sama. Misalnya tanaman jagung dan tanaman ubi kayu, kacang-kacangan dan umbi-umbian, tanaman wortel dan bawang sop, dan sebagainya.

5. *Inter culture*

Inter culture adalah tanaman semusim atau tanaman berumur pendek ditanam diantara tanaman tahunan. Misalnya kacang tanah ditanam diantara tanaman pepaya, kacang-kacangan ditanam diantara pohon jeruk, dan sebagainya.

Penerapan pergiliran tanaman harus mempertimbangkan kesesuaian antara tanaman-tanaman tersebut dengan kondisi setempat. Tanaman pupuk hijau bermanfaat untuk menunjang kesuburan tanah dan menekan pertumbuhan tanaman-tanaman pengganggu. Contohnya adalah tanaman *Pueraria* dan *Calopogonium* dapat menekan tanaman pengganggu. Tanaman

Sesbania (turi/polong-polongan) berguna untuk menekan pertumbuhan alang-alang.

F. Pemakaian Mulsa

Definisi mulsa (*mulch*) adalah sisa tanaman hasil pembersihan lahan atau sisa-sisa tanaman yang ditebarkan di atas permukaan tanah. Sedangkan pengertian pemulsaan (*mulching*) adalah menutupi permukaan tanah dengan serasah atau sisa-sisa tanaman benar-benar berkemampuan mencegah erosi, karena melindungi tanah dari daya timpa butir-butir hujan dan daya kikis aliran air di permukaan. Arsyad (1989) menambahkan bahwa penggunaan sisa tanaman untuk konservasi tanah dapat berbentuk mulsa atau pupuk hijau. Cara pemulsaan dilakukan dengan menyebarkan daun atau batang tumbuhan di atas permukaan tanah, sedangkan pupuk hijau menggunakan sisa-sisa tanaman yang ditanam ke dalam tanah.

Pemulsaan dalam kegiatan konservasi tanah dan air memiliki beberapa keuntungan yaitu:

1. Melindungi agregat tanah.

Pemberian mulsa pada permukaan tanah akan melindungi tanah dari pukulan energi kinetik air hujan secara langsung. Hal ini akan memperkecil resiko penghancuran agregat tanah menjadi agregat yang lebih kecil. Air hujan yang jatuh akan menyerpa mulsa, sehingga walaupun pada akhirnya air hujan akan

menerpa tanah air hujan, tetapi dengan kekuatan merusak yang lebih kecil.

2. Mengurangi kecepatan dan volume aliran permukaan.

Mulsa mempunyai peran penting dalam mengurangi kecepatan dan volume aliran permukaan. Dalam hal ini mulsa menghambat aliran permukaan pada saat terjadi hujan. Peran ini akan semakin besar pada lahan-lahan yang mempunyai kelerengan curam.

3. Meningkatkan agregasi dan porositas tanah.

Pemulsaan akan meningkatkan agregasi dan porositas pada tanah, karena dengan adanya mulsa maka agregat tanah akan terlindungi dan laju aliran permukaan akan berlangsung lebih lambat. Hal ini akan cenderung memperbaiki agregasi dan porositas tanah. Asmar dan Adrinal (2006) menyatakan mulsa kertas memberikan pengaruh yang hampir sama dengan mulsa jerami terhadap perubahan sifat fisika yaitu penurunan bobot isi 2,2%, peningkatan total ruang pori 4,2%, penurunan pori drainase 11,6%, dan peningkatan pori air tersedia 21,4%, serta peningkatan produksi jagung semi (*Zea mays* L.) sebesar 37,8%.

4. Meningkatkan kandungan bahan organik tanah.

Aplikasi mulsa organik sebesar 6 ton/ha pada musim kering meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), pH, C organik, bahan organik tanah, N total, ketersediaan K, dan C/N rasio pada penanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) (Harsono, 2012). Pemberian mulsa jerami pada

penanaman cabai mampu meningkatkan kadar bahan organik, sebaliknya penggunaan mulsa plastik menurunkan kadar bahan organik tanah (Basuki dkk., 2009).

5. Memelihara suhu (temperatur) dan kelembaban tanah.

Peranan mulsa dalam mengendalikan atau memodifikasi iklim mikro, terutama suhu udara, kelembaban udara, suhu tanah, maupun kelembaban tanah disekitar tanaman sangat penting. Suminarti (2015) melaporkan pemberian mulsa jerami berpengaruh nyata pada lingkungan mikro tanaman, baik kelembaban tanah maupun suhu tanah serta pertumbuhan dan hasil tanaman talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *Antiquorum*).

Perlakuan pemberian mulsa juga berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan suhu tanah dan suhu udara, serta peningkatan kelembaban udara tanaman cabai di tanah Entisol (Noorhadi & Supriyadi, 2003) dan tanah Vertisol (Harsono, 2012). Sebaliknya Basuki dkk. (2009) menyebutkan penggunaan mulsa jerami dan mulsa plastik pada penanaman cabai mampu meningkatkan suhu tanah dan lengas tanah. Penelitian Anetasia dkk. (2013) menunjukkan pengaplikasian mulsa kulit singkong (*Manihot esculenta* Crantz) pada pertanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) meningkatkan kadar air tanah tinggi dan menurunkan suhu tanah. Semakin

tinggi dosis mulsa kulit singkong (ton/ha), semakin tinggi kadar air tanahnya.

6. Mengendalikan pertumbuhan tanaman pengganggu.

Pertumbuhan gulma pada pertanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan mulsa organik. Mulsa alang-alang berkemampuan paling tinggi dalam menekan pertumbuhan gulma dibandingkan mulsa kenikir (*Tagetes erecta*) dan kirinyu (*Chromolaena odorata*) (Mulyono, 2015). Pujiiswanto (2011) melaporkan penggunaan mulsa alang-alang 5 dan 10 cm dengan tumpang sari cabai 100% + kubis bunga (*Brassica oleracea* L.) 50% dan 75% mampu menekan pertumbuhan gulma total dan menghasilkan pertumbuhan tanaman tertinggi.

Beberapa pertimbangan dalam penerapan pemulsaan adalah:

1. Pemilihan bahan mulsa

Pemilihan bahan mulsa dalam konservasi tanah dan air harus disesuaikan dengan kondisi tanah yang ada. Suardjo dan Arsyad (1981) menyatakan pemakaian mulsa yang agak sukar dilapuk (C/N rasionya besar) seperti jerami padi dan batang jagung akan memberikan perlindungan yang lebih baik jika dibandingkan dengan pemakaian mulsa yang mudah dilapuk (C/N rasionya rendah).

Jenis mulsa organik berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman umur 9 minggu

setelah tanam dan komponen produksi tanaman jagung manis (*Zea mays* Sacharata), dimana hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan mulsa jerami padi dibandingkan mulsa ampas tebu (*Saccharum officinarum* L.) dan mulsa sekam padi (Hayati dkk., 2010). Mulsa alang-alang, kenikir, dan kirinyu berpengaruh nyata terhadap berat segar tanaman, berat kering tanaman dan berat umbi per rumpun pada tanaman bawang merah. Namun ketiga mulsa tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi per rumpun, dan hasil per hektar pada tanaman bawang merah (Mulyono, 2015).

2. Cara penempatan bahan mulsa

Beberapa cara penempatan bahan mulsa yaitu:

- a. Dengan disebar merata. Manfaat cara ini untuk memperoleh efektivitas penutupan paling tinggi, sehingga dapat melindungi permukaan tanah dari daya rusak butir hujan serta mengurangi aliran permukaan.
- b. Ditempatkan dalam jalur.
- c. Ditempatkan dalam lajur.

Manfaat penempatan bahan mulsa dalam jalur dan lajur adalah untuk mengendalikan kelembaban tanah. Hal ini dikarenakan dengan kemampuan menyimpan air hujan dapat digunakan untuk mengairi atau mensuplai kebutuhan air bagi tanaman.

Cara peletakan mulsa berpengaruh terhadap limpasan permukaan dan massa tanah tererosi. Dhanvantary dan Sarminah (2017) melaporkan bahwa limpasan permukaan dan massa tanah tererosi pada petak ukur erosi (PUE) yang ditebar mulsa secara merata dan secara selang-seling lebih rendah dibanding PUE kontrol. Limpasan permukaan pada PUE yang ditebar mulsa secara merata, secara selang-seling, dan tanpa mulsa (kontrol) masing-masing sebesar 454,32; 553,09; dan 644,47 m³/ha/tahun. Sedangkan massa tanah tererosi tertinggi adalah pada PUE yang ditebar mulsa secara merata (11,12 ton/ha/tahun), diikuti PUE yang ditebar mulsa secara selang-seling (44,13 ton/ha/tahun) dan PUE tanpa mulsa (kontrol) (69,89 ton/ha/tahun).

3. Waktu pemberian dan jumlah bahan mulsa

Waktu pemberian bahan mulsa sebaiknya dilakukan setelah akhir panen, atau dilakukan bersama-sama dengan pengolahan tanah untuk menyiapkan musim tanam berikutnya. Pemberian mulsa selanjutnya, baik waktu maupun jumlah bahan yang akan ditambahkan, tergantung pada efektivitas penutupan dan daya-pengendali-erosi dari mulsa yang tersisa. Suminarti (2015) menambahkan penggunaan mulsa jerami dengan ketebalan 6 cm memberikan hasil panen tanaman talas terbaik (10,54 ton/ha) dan B/C sebesar 1,76 dibandingkan ketebalan mulsa 1,5 cm; 3,0 cm; 4,5 cm dan 7,5 cm.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian mulsa dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kombinasi 12 ton/ha mulsa alang-alang, 25 kg/ha pupuk Urea, 37,5 kg/ha pupuk TSP, dan 25 kg/ha pupuk KCl merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, umur berbunga, jumlah polong per tanaman, jumlah polong bernas per tanaman, dan produksi per plot tanaman kacang hijau (*Vigna radiate* (L.) R. Wilczek). Pemakaian dosis tersebut menghasilkan potensi hasil kacang hijau sebesar 1,42 ton/ha (Widawaty dkk., 2016).

Pemberian mulsa juga berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan tinggi tanaman dan memperlebar luas daun tanaman cabai (Noorhadi & Supriyadi, 2003). Ditambahkan oleh Basuki dkk. (2009) bahwa penggunaan mulsa jerami meningkatkan pertumbuhan (tinggi tanaman, lingkaran batang, bobot kering tanaman) dan hasil tanaman (bobot buah per tanaman) cabai. Perlakuan mulsa alang-alang 10 cm dan tumpang sari cabai 100% + kubis bunga 50% menghasilkan produksi buah cabai dan kubis bunga tertinggi (Pujiswanto, 2011).

G. Reboisasi, Penghijauan, dan Rehabilitasi Lahan

Definisi reboisasi adalah usaha untuk memulihkan dan menghidupkan kembali tanah hutan, sehingga kebutuhan akan hutan dan fungsi hutan dapat dipenuhi, baik untuk keperluan produksi maupun untuk pengaturan tata air serta untuk

perlindungan alam dan sosial budaya. Sedangkan Kartasapoetra (1985) mendefinisikan reboisasi sebagai kegiatan untuk membuat tegakan hutan baru dalam kawasan hutan bekas tebang habis atau tanah-tanah kosong yang ditinjau dari tata guna pemanfaatan wilayah perlu dihindarkan.

Pengertian rehabilitasi tegakan adalah merupakan kegiatan untuk memperbaiki mutu tegakan dengan memperhatikan kondisi lahan pada hutan-hutan bekas tebangan (tebang pilih) dalam areal HPH (Kartasapoetra, 1985). Penghijauan merupakan usaha pembentukan tanaman diatas tanah-tanah gundul dan kritis di luar kawasan hutan untuk kepentingan tata air dan pencegahan erosi.

Beberapa penyebab harus dilakukannya reboisasi adalah:

1. Melestarikan sumber daya alam.

Unsur tata lingkungan biofisik yang nyata dan berpotensi untuk memenuhi kebutuhan manusia demi mempertahankan kelangsungan hidupnya. Maka tindakan eksploitasi harus disertai dengan norma-norma pemanfaatan dan pelestarian sumber daya alam.

2. Pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan hidup harus menjadi perhatian yang serius di era saat ini, meningkatnya kegiatan industri seperti pertambangan telah banyak mengganggu ekosistem hidup, sehingga harus segera dilakukan reboisasi (*go green*).

3. Untuk meningkatkan dan melestarikan sumber daya alam dan lingkungan.

4. Untuk melestarikan hutan dan mencegah adanya banjir.

Beberapa cara dapat dilakukan untuk melakukan reboisasi atau penanaman pohon seperti:

1. Pemanfaatan lingkungan
2. Pengendalian lingkungan
3. Pengawasan lingkungan
4. Kegiatan pemulihan
5. Kegiatan pengembangan lingkungan

Kegiatan reboisasi mempunyai banyak manfaat antara lain:

1. Mencegah keseimbangan alam
2. Mencegah terjadinya banjir
3. Mencegah global warming

Tujuan reboisasi, rehabilitasi lahan dan penghijauan adalah (Kartasapoetra, 1985):

1. Memperluas persediaan sumber bahan baku yang berharga bagi masyarakat.
2. Meningkatkan penyelamatan tanah, hutan dan air.
3. Menyelamatkan hasil usaha-usaha pembangunan dalam bidang pengairan.

Sasaran reboisasi dan penghijauan diutamakan pada daerah-daerah tanah kritis, yakni lahan yang karena tidak disesuaikan penggunaan dengan kemampuan tanahnya, telah mengalami atau berada dalam kerusakan fisik/kimia/biologi yang akhirnya membahayakan fungsi hidrologi dan lingkungannya.

Secara umum lahan kritis tersebut dapat berupa:

- Hutan rusak
- Tebing curam
- Belukar
- Padang alang-alang
- Tanah gundul atau terlantar dengan kelerengan $>45\%$
- Jurang sepanjang sungai dan atau mata air dimana menurut pertimbangan teknis harus ditanami tanaman tahunan dan faktor tempat tumbuhnya memungkinkan berhasilnya tanaman.

Jenis-jenis tanaman pilihan yang dapat memenuhi beberapa kepentingan dalam pelaksanaan reboisasi, penghijauan, dan rehabilitasi seperti misalnya:

1. Jenis-jenis pohon mempunyai nilai ekonomis tinggi dan mempunyai prospek yang baik di kemudian hari.
2. Mempunyai pertumbuhan cepat, sehingga menutup tanah dengan cepat dan mengurangi laju erosi, bersifat pionir dalam arti tidak banyak meminta syarat dari tanah dan berkemampuan memperbaiki tanah.
3. Mempunyai perakaran yang dalam, akar serabut panjang dan rapat, sehingga merupakan sistem perakaran intensif.
4. Untuk daerah dengan curah hujan tinggi dipilih jenis-jenis yang mempunyai sifat evapotranspirasi besar, sedangkan daerah yang mempunyai curah hujan lebih rendah disarankan yang mempunyai sifat evapotranspirasi sedang atau kecil.

5. Dipilih jenis-jenis yang dapat meningkatkan dan memperbaiki kesuburan tanah baik secara langsung maupun tidak.
6. Untuk pohon penghijauan disamping nilai ekonomis, perlindungan juga dapat menunjukkan keindahan bentuk.

Menurut Juhaeti dkk. (2005), tumbuhan yang mampu tumbuh dengan baik di lahan kritis berarti mempunyai toleransi yang baik untuk hidup pada lahan marginal. Daswir (2010) mengungkapkan bahwa salah satu teknik konservasi yang murah dan mudah dilaksanakan oleh petani adalah sistem budidaya lorong (*alley cropping*). Sistem ini pada dasarnya adalah menanam tanaman semusim dan atau tahunan di suatu lahan. Adanya tanaman tahunan akan menciptakan kondisi iklim mikro yang lebih baik. Karyati (2014a) menambahkan jenis-jenis tanaman tahunan memerlukan kisaran curah hujan 500-3000 mm/tahun, suhu udara rata-rata 15-34°C, kelembaban udara rata-rata 70-90%, dan pH 4,0-8,5. Sedangkan kebutuhan iklim yang sesuai untuk jenis sayur-sayuran adalah pada kisaran curah hujan 500-2500 mm/tahun, suhu udara 15-30°C, kelembaban udara 50-80%, dan pH antara 4,5-8,0 (Karyati, 2014b).

Beberapa jenis kegiatan reboisasi adalah:

1. Reboisasi Hutan Produksi

Kegiatan reboisasi ini dimaksudkan untuk mengembalikan kondisi hutan produksi pasca penebangan tersebut seperti kondisi semula yang bernilai

ekonomis dan berperan ekologis, maka diperlukan suatu tindakan penanaman kembali terutama dari jenis-jenis asli penyusun hutan alami tersebut, seperti dari jenis-jenis famili Dipterocarpaceae.

2. Reboisasi Hutan Lindung

Kegiatan reboisasi ini dimaksudkan selain untuk memulihkan fungsi hutan lindung, juga untuk mewujudkan interaksi positif antara masyarakat dan hutan lindung melalui pengelolaan partisipatif yang produksinya dapat dirasakan manfaatnya secara langsung oleh masyarakat setempat.

Kegiatan reboisasi ini berupa melakukan reboisasi campuran yaitu menghutankan kembali hutan dan lahan yang rusak di dalam kawasan hutan lindung dengan menanam kayu-kayuan yang dicampur dengan tanaman buah-buahan dari kelompok *Multi Purpose Trees Species* (MPTS).

3. Reboisasi Kawasan Pelestarian Alam (Taman Nasional)

Kegiatan reboisasi dimaksudkan untuk memulihkan fungsi hutan di kawasan pelestarian alam, juga untuk mewujudkan interaksi positif antara masyarakat dan hutan melalui pengelolaan partisipatif yang produksinya dapat dirasakan manfaatnya secara langsung oleh masyarakat setempat.

Kegiatan reboisasi dapat dilakukan dalam bentuk reboisasi campuran yaitu menghutankan kembali lahan kritis di dalam kawasan hutan dengan menanam kayu-

kayuan yang dicampur dengan tanaman buah-buahan dari kelompok *Multi Purpose Trees Species* (MPTS).

4. Reboisasi Hutan Mangrove

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki hutan mangrove terluas di dunia mencapai 25% dari total luas hutan mangrove di seluruh dunia (18 juta hektar) yaitu seluas 4.5 juta hektar atau sebanyak 3,8% dari total luas hutan di Indonesia secara keseluruhan. Kondisi hutan mangrove juga mengalami kerusakan yang hampir sama dengan keadaan hutan-hutan lainnya di Indonesia (Mangrove Information Center, 2006 dalam Sudiarta, 2006).

Penebangan hutan baik hutan darat maupun hutan mangrove secara berlebihan tidak hanya mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air, abrasi, dan bencana alam seperti erosi dan banjir tetapi juga mengakibatkan hilangnya pusat sirkulasi dan pembentukan gas karbon dioksida (CO₂) dan oksigen O₂ yang diperlukan manusia untuk kelangsungan hidup.

Kegiatan reboisasi ini dimaksudkan untuk mengembalikan kondisi kerusakan hutan mangrove seperti kondisi semula, yang bernilai ekonomis dan berperan ekologis, sehingga diperlukan suatu tindakan penanaman kembali terutama dari jenis-jenis asli penyusun hutan mangrove.

Perencanaan teknis reboisasi hutan lindung dan produksi terdiri dari:

1. Rencana Teknis Tahunan Reboisasi

Pembuatan tanaman reboisasi Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan / Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GN RHL/Gerhan) secara umum mengacu pada Rencana Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) yang secara teknis menggunakan DAS sebagai unit perencanaan.

Secara hierarkhis pembuatan tanaman reboisasi didasarkan kepada Rencana RHL tingkat Nasional jangka panjang (>15 tahun) yaitu Rencana Umum RHL Jangka Panjang pada DAS Prioritas, Rencana RHL 5 (Lima) Tahun dan Rencana Tahunan RHL. Penerapan lokasi areal reboisasi mengacu kepada Rencana RHL 5 Tahun yang dijabarkan dalam Rencana Teknik Tahunan (RTL RLKT Sub DAS dan Masterplan RHL Kabupaten/Kota) yang kemudian dituangkan dalam Rencana GN RHL/Gerhan 5 Tahunan.

Selanjutnya disusun RTT Reboisasi dengan dilakukan pengecekan lapangan (*ground survey*) dan masukan berbagai pihak terkait sehingga menjadi rencana definitif lokasi/areal pembuatan tanaman. Untuk setiap lokasi yang ditetapkan pada RTT Reboisasi disusun Rancangan Teknis (rencana tapak/bestek) Pembuatan Tanaman Reboisasi sebagai acuan pelaksanaan kegiatan di lapangan.

2. Penyusunan Rancangan

Rancangan pembuatan tanaman reboisasi GN RHL/Gerhan disusun menurut hamparan pada rencana lokasi (tapak/site) yang ditetapkan menurut blok, petak dan anak petak dalam kawasan. Rancangan penanaman reboisasi minimal memuat:

- a. Lokasi rencana penanaman reboisasi,
- b. Luas areal rencana penanaman (Ha),
- c. Rencana kegiatan dan biaya,
- d. Peta lokasi/situasi,
- e. Peta rancangan

Secara rinci penyusunan rancangan reboisasi hutan lindung dan hutan produksi diatur dalam pedoman teknis sendiri (Lampiran I Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.03/Menhut-V/2004 Tanggal 22 Juli 2004).

Beberapa jenis kegiatan penghijauan adalah:

1. Pembuatan Hutan Rakyat Murni

- a. Hutan rakyat adalah hutan yang dimiliki oleh rakyat dengan ketentuan luasan minimal 0,25 ha dan penutupan tajuk tanaman kayu lebih dari 50% dan/atau pada tanaman tahun pertama terdapat sebanyak minimal 100 tanaman tiap hektar.
- b. Hutan rakyat murni adalah areal hutan rakyat yang seluruhnya ditanami kayu-kayuan.

2. Pembuatan Hutan Rakyat Pola Tumpang Sari

Pola tumpang sari adalah sistem pengelolaan sumberdaya alam secara dinamis yang memadukan berbagai unsur pepohonan dan pertanian pada sebidang lahan, sehingga diperoleh keberagaman hasil secara lestari untuk meningkatkan manfaat sosial, ekonomi dan lingkungan bagi pemakai pada semua tingkatan.

3. Pembuatan Hutan Rakyat Pola Kebun Rakyat

Pola kebun rakyat adalah pola penanaman yang pengaturan jarak tanamnya mengikuti pola kebun dengan maksud dapat dikerjakan seperti sistem tumpang sari.

Teknik pelaksanaan kegiatan reboisasi dan penghijauan terdiri dari:

1. Identifikasi dan Seleksi Lokasi

Identifikasi dan seleksi lokasi dalam pelaksanaan kegiatan reboisasi dan penghijauan dimaksudkan untuk menentukan prioritas lokasi yang tepat sebagai areal-areal reboisasi dan penghijauan berdasarkan pertimbangan kondisi biogeofisik dan sosial ekonomi budaya masyarakat setempat.

2. Penataan Areal dan Penyiapan Lahan

a. Penataan areal kerja merupakan kegiatan pengaturan petak-petak kerja guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi perencanaan, pelaksanaan, pemantauan dan pengawasan kegiatan penanaman.

b. Petak-petak tersebut kemudian dibagi lagi menjadi beberapa anak petak sebagai unit dengan perlakuan

yang sama. Pembagian petak-petak dan anak petak ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam pelaksanaan penanaman dan pemeliharaan tanaman.

3. Pemilihan Jenis Tanaman dan “*Site-Species Matching*”

Pemilihan jenis-jenis tanaman rehabilitasi didasarkan pada pertimbangan kesesuaian/ kecocokan suatu jenis tanaman dengan tapak/tempat tumbuh (*site-species matching*) yang dapat berbeda dari suatu tempat ke tempat lain. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan tapak tersebut diantaranya iklim, topografi, fisiografi, geologi, jenis tanah, sifat fisik dan kimia tanah, drainase dan hidrologi. Selain itu, tipe vegetasi, kondisi vegetasi, persebaran generatif dan sifat fisiologis juga dapat menentukan jenis vegetasi yang tumbuh di areal tertentu.

4. Penyiapan dan Pengadaan Bibit Tanaman beserta Bahan dan Sarana Penunjang

- a. Kegiatan penyiapan bibit terdiri dari pengadaan bibit dari jenis-jenis tanaman yang terpilih atau telah ditentukan.
- b. Pembuatan persemaian yang efisien dan efektif untuk jenis-jenis tanaman lokal (*indigenous*) dan tanaman tumbuh cepat (*fast growing*) serta tanaman pertanian/ perkebunan yang telah dipilih atau ditentukan.
- c. Pengangkutan bibit ke areal-areal tanam dan ke samping lubang tanam di lokasi reboisasi dan penghijauan.

d. Penyiapan dan pengadaan bahan dan sarana penunjang kegiatan pembibitan.

5. Teknik Penanaman dan Pemeliharaan

Teknik penanaman yang tepat terhadap jenis-jenis tanaman lokal (*indigenous*) dan tanaman tumbuh cepat (*fast growing*) serta tanaman pertanian/perkebunan yang telah dipilih atau ditentukan untuk ditanam pada areal-areal reboisasi dan penghijauan. Teknik pemeliharaan jenis-jenis yang ditanam seperti penyiangan, penyulaman, pembersihan jalur tanam, pembunahan gulma dan pohon penaung pada areal-areal reboisasi dan penghijauan.

6. Pengawasan dan Kinerja Pekerjaan

a. Pengawasan dan evaluasi kinerja terhadap masing-masing tahapan pelaksanaan kegiatan pada areal-areal reboisasi dan penghijauan, yang meliputi kegiatan penyiapan lahan, kegiatan pengadaan bibit dan sarana prasarana, kegiatan persemaian dan kegiatan penanaman.

b. Pengukuran waktu kerja, penentuan waktu kerja standar, perhitungan produktivitas dan prestasi kerja, perhitungan HOK (hari orang kerja), perhitungan biaya dan evaluasi kinerja terhadap masing-masing tahapan pelaksanaan kegiatan pada areal-areal reboisasi dan penghijauan.

7. Pelaporan Pelaksanaan Kegiatan

Penyusunan laporan kemajuan (*progress report*) pelaksanaan masing-masing bidang kegiatan reboisasi

dan penghijauan secara periodik. Penyusunan laporan akhir (*final report*) pelaksanaan seluruh bidang-bidang kegiatan reboisasi dan penghijauan secara komprehensif.

Tabel 3 menyajikan daftar jenis pohon yang dapat dipilih untuk kegiatan reboisasi dan penghijauan.

Tabel 3. Daftar jenis pohon untuk reboisasi dan penghijauan

No.	Reboisasi	Penghijauan
1	<i>Acacia decurens</i>	<i>Anacardium occidentale</i> (jambu mente)
2	<i>Acacia auriculiformis</i>	<i>Arenga pinnata</i> (aren)
3	<i>Agathis loranthifolia</i> (damar)	<i>Artocarpus communis</i> (kluwih)
4	<i>Altingia excelsa</i> (rasamala)	<i>Artocarpus integra</i> (nangka)
5	<i>Albizia falcata</i> (jeunjing, sengon)	<i>Ceiba pentandra</i> (kapuk)
6	<i>Aleurites moluccana</i> (kemiri)	<i>Cinnamomum</i> spp. (kulit kayu manis)
7	<i>Anthocephalus cadamba</i> (jabon)	<i>Durio zibethinus</i> (durian)
8	<i>Calliandra</i> spp. (kaliandra)	<i>Eugenia aromatica</i> (cengkeh)
9	<i>Dalbergia latifolia</i> (sonokeling)	<i>Glirisidia maculata</i> (gamal)
10	<i>Dalbergia sissoo</i> (sonosiso)	<i>Gnetum gnemon</i> (melinjo)
11	<i>Eucalyptus deglupta</i> (leda)	<i>Hevea brazilliensis</i> (karet)
12	<i>Leucaena glauca</i> (kemlandingan)	<i>Leucaeba glauca</i> (petai)
13	<i>Macadamia hildebrandii</i>	<i>Manilkara kauki</i> (sawo kecik)
14	<i>Maesopsis eminii</i> (kayu afrika)	<i>Naphelium lapaceum</i> (rambutan)

No.	Reboisasi	Penghijauan
15	<i>Melaleuca laucadendron</i> (kayu putih)	<i>Parkia speciosa</i> (petai)
16	<i>Peronema canescens</i> (sungkai)	<i>Sesbania grandiflora</i> (turi)
17	<i>Pinus merkusii</i> (pinus, tusam)	Dan lain-lain
18	<i>Tectona grandis</i> (jati)	
19	<i>Schima moronhae</i> (puspa)	
20	<i>Swietenia macrophylla</i> (mahoni)	
21	Dan lain-lain	

Sumber: Kartasapoetra dkk. (2000)

Penerapan beberapa sistem penanaman berpengaruh positif terhadap pengurangan laju limpasan permukaan dan massa tanah tererosi. Sutrisno dkk. (2013) menyatakan bahwa laju erosi tanah di Indonesia pada lahan pertanian dengan lereng 3-30% tergolong tinggi, berkisar antara 60-625 ton/ha/tahun, padahal banyak lahan pertanian yang berlereng lebih dari 15%, bahkan lebih dari 100% sehingga erosi tanah tergolong sangat tinggi. Erosi tanah pada beberapa sistem konservasi tanah dan air dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Erosi tanah pada sistem konservasi tanah dan air

Perlakuan	Erosi (ton/ha/tahun)	Lokasi	Sumber
Pembuatan teras dan penanaman tanaman penguat teras yang rapat	16-20 ton/ha/tahun	Banjarsari dan Nawungan, Yogyakarta,	Hafif dkk. (1995)

Perlakuan	Erosi (ton/ha/ tahun)	Lokasi	Sumber
pada kelerengan 20-40% dan 15- 30%		Indonesia	
Penanaman strip rumput dalam sistem usaha tani pada kelerengan 15-45%	6-8 ton/ha/ tahun	Kulon Progo, DIY, Indonesia	Suhardjo dkk. (1995)
Kombinasi tanaman jati, mangga, dan jambu mente dengan - Teras bangku - Teras gulud	1-11 ^{a)} 0,5-5 ^{a)}	Sub DAS Dungwot, Kecamatan Nguntorona di, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa tengah, Indonesia	Pramono & Wahyuning rum (2009)
Pertanian monokultur	90,92	Sub DAS Krueng Simpo, Provinsi Aceh, Indonesia	Fitri (2011)
Teknik konservasi tanah dan air dan penerapan sistem agriforestri	190,08	Desa Ngadipiro, Kecamatan Nguntorona di, Kabupaten Wonogiri, Indonesia	Sumarno dkk. (2011)

Perlakuan	Erosi (ton/ha/ tahun)	Lokasi	Sumber
Lahan pertanian dengan kelerengan 3-30%	60-625	Indonesia	Sutrisno dkk. (2013)
<i>G. arborea</i> + rorak jarak 5 m	5,1	Banten, Indonesia	Pratiwi & Salim (2013)
<i>G. arborea</i> + rorak jarak 10 m	5,6		
<i>G. arborea</i> + tanpa rorak (kontrol)	5,9		
Penanaman kelapa sawit (umur 5-7 bulan) + padi gogo ditanam berurutan dengan kedelai + strip <i>Mucuna bracteata</i> pada kelerengan 15-25%	11,96 ^{b)}	Desa Blang Mane Kecamatan Peusangan Selatan Kabupaten Bireuen, Aceh	Fuady dkk. (2014)
Penanaman kelapa sawit (umur 5-7 bulan) + gulma yang dibiarkan tumbuh pada gawangan kelapa sawit	57,17 ^{b)}		
Sistem agroforestri sengon dan kacang tanah		Kalimantan Timur, Indonesia	Sarminah dkk. (2017)
- Kelerengan 25-40%	20,05		
- Kelerengan 40%	45,50		

Perlakuan	Erosi (ton/ha/ tahun)	Lokasi	Sumber
Sistem agroforestri <i>A. cadamba</i> dan <i>G. max</i>		Kalimantan Timur, Indonesia	Karyati dkk. (2017)
- Kelerengan 25-40%	32,13		
- Kelerengan 40%	52,51		
Kelerengan 5°: Tanpa rumput	0,425	Tanah ordo Ultisols, Banda Aceh, Indonesia	Safriani dkk. (2017)
Rumput pait	0,375		
Rumput alang-alang	0,125		
Kelerengan 10°: Tanpa rumput	1,102		
Rumput pait	0,305		
Rumput alang-alang	0,414		
Kelerengan 15°: Tanpa rumput	2,217		
Rumput pait	0,451		
Rumput alang-alang	0,858		

Keterangan: a) ton/ha/bulan; b) ton/ha

IV. METODE MEKANIK (TEKNIK SIPIL)

A. Prinsip-prinsip Metode Mekanik (Teknik Sipil)

Pengertian metode mekanik (teknik sipil) adalah semua perlakuan fisik mekanis yang diberikan terhadap tanah dan pembuatan bangunan untuk mengurangi aliran permukaan dan erosi, dan meningkatkan kemampuan penggunaan tanah. Beberapa fungsi metode mekanik dalam konservasi tanah adalah:

1. Memperlambat aliran permukaan.
2. Menampung dan menyalurkan aliran permukaan dengan kekuatan yang tidak merusak.
3. Memperbaiki atau memperbesar infiltrasi air ke dalam tanah dan memperbaiki aerasi tanah.
4. Penyediaan air bagi tanaman.

Usaha pengendalian erosi dapat juga dilakukan dengan cara teknis mekanis walaupun pada kenyataannya cara ini membutuhkan pembiayaan yang besar dibanding cara vegetatif, karena menyangkut pembuatan prasarana seperti:

1. Pembuatan jalur-jalur bagi pengaliran air dari tempat-tempat tertentu ke tempat-tempat pembuangan (*water ways*).
2. Pembuatan teras-teras atau sengkedan-sengkedan agar aliran air dapat terhambat sehingga daya angkutnya berkurang.
3. Pembuatan selokan atau parit ataupun rorak-rorak pada tempat-tempat tertentu.

4. Melakukan pengolahan tanah sedemikian rupa sehingga sejajar dengan garis kontur.

Walaupun jelas cara ini memerlukan biaya yang cukup besar, namun demi terhindarnya erosi yang akan mengakibatkan kerugian yang jauh lebih besar, maka cara ini sebaiknya diperhatikan.

Secara umum yang termasuk metode mekanik dalam strategi konservasi tanah dan air antara lain:

1. Pengaturan sistem pengolahan tanah.
2. Pembuatan teras.
3. Pembuatan saluran pembuangan air (*water way*).
4. Pembuatan bendungan pengendali (*check dam*).

B. Pengolahan Tanah

Definisi pengolahan tanah adalah setiap manipulasi mekanik terhadap tanah yang bertujuan untuk menciptakan kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman (Baver dkk., 1972). Adapun beberapa manfaat pengolahan tanah yaitu:

1. Untuk menggemburkan tanah.
2. Untuk membalik tanah agar sisa-sisa tanaman terbenam sehingga tidak menimbulkan kompetisi terhadap tanaman yang dibudidayakan, justru sebagai pupuk.
3. Untuk mengurangi kekuatan tanah dan mendapatkan struktur dan tata aerasi yang baik sehingga tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimal.

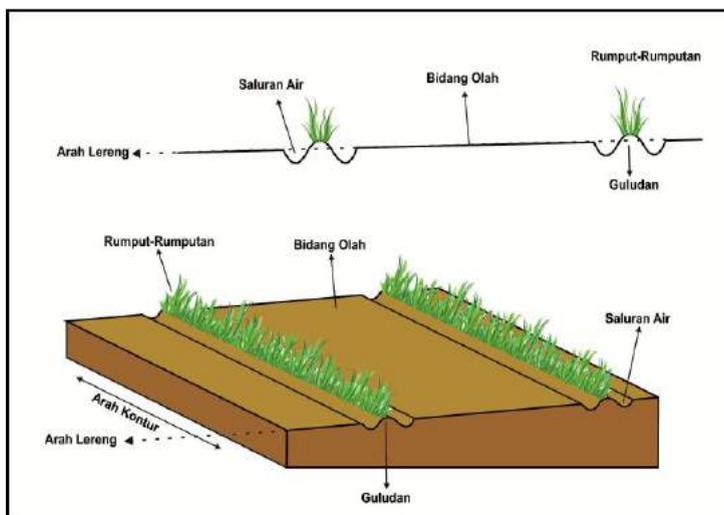
Dalam upaya untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan tanah sebagai akibat pengolahan tanah, disarankan agar:

1. Tanah diolah seperlunya (*minimum tillage*).
2. Pengolahan tanah dilakukan pada saat kandungan air yang tepat.
3. Pengolahan tanah dilakukan menurut/sejajar garis kontur.
4. Pengolahan tanah hendaknya diikuti dengan pemberian mulsa.

C. Penterasan

Berdasarkan bentuk dan fungsinya dikenal 4 (empat) macam teras yaitu :

1. Teras Datar (*Level Terrace*)
 - Teras datar biasanya dibuat pada tanah-tanah dengan kemiringan <3%.
 - Manfaat teras datar adalah untuk menahan dan menyerap air.
 - Teras ini dibuat sejajar kontur dengan jalan membuat tanggul yang diberi saluran baik di atas maupun dibawahnya. Tanah untuk pembuatan tanggul diambil dari kedua sisi tanggul (atas dan bawah). Tanah yang sudah jadi sebaiknya ditanami rumput untuk menjaga kestabilannya. Model teras datar disajikan pada Gambar 7.

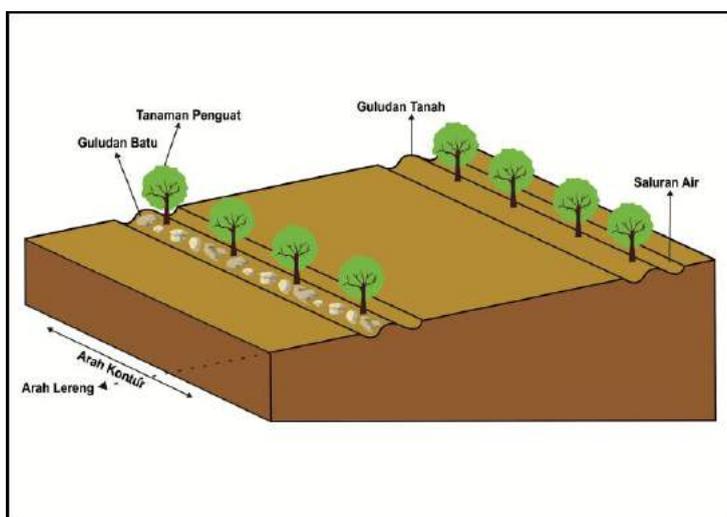


Gambar 7. Sketsa teras datar.

2. Teras Kridit (*Ridge Terrace*)

- Pembuatan teras kridit biasanya dilakukan pada tanah-tanah dengan kemiringan 3-10% dengan tujuan untuk mempertahankan kesuburan tanah.
- Pembuatan teras ini dimulai dengan membuat jalur penguat teras guludan sejajar garis kontur dan ditanami tanaman seperti lontorogung dan lain-lain. Jarak antar jalur 512 m. Diharapkan jalur tanaman teras mampu menahan sedimen hasil erosi yang tertimbun di selokan, sehingga permukaan tanah bagian atas turun dan bagian bawah dekat jalur tanaman akan naik. Sehingga lama kelamaan bidang olah tanah menjadi datar, sehingga erosi akan dapat dihentikan. Proses tersebut dapat dipercepat dengan menarik tanah-tanah ke bawah pada setiap

kali pengolahan tanah. Tanaman penguat teras sebaiknya dibuat rapat, namun bila tidak mungkin maka guludan sebaiknya ditanami rumput atau diberi batu. Model teras kredit ditampilkan pada Gambar 8.

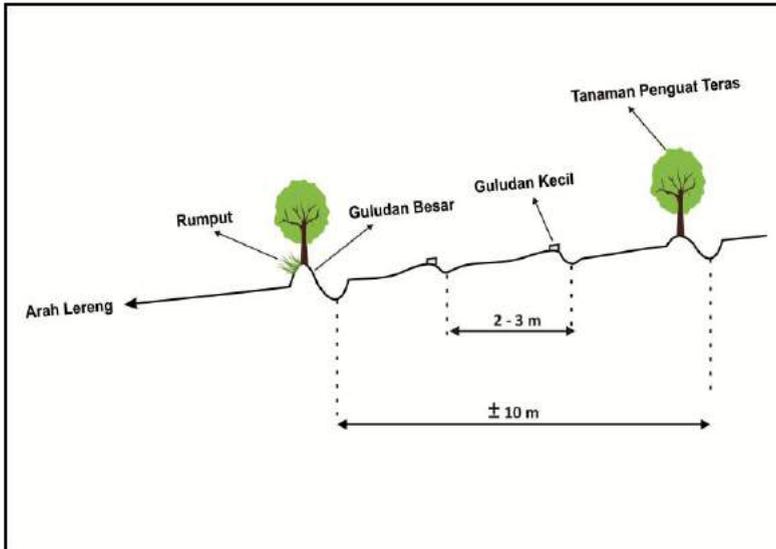


Gambar 8. Sketsa teras kredit.

3. Teras Pematang/Guludan (*Contour Terrace*)

- Biasa dibuat pada tanah-tanah dengan kemiringan 10-40%, untuk mencegah hilangnya lapisan tanah. Teras pematang atau guludan adalah suatu teras berbentuk pematang, dibuat sejajar garis kontur, berjajar dari atas ke bawah dengan kemiringan sekitar 0,1% ke arah saluran pembuangan air (*water way*) atau datar bila tanahnya bertekstur lepas dan daya menyerap airnya tinggi. Puncak pematang diusahakan agar tidak dilampaui air (luapan air), karena dapat mengakibatkan bobolnya pematang.

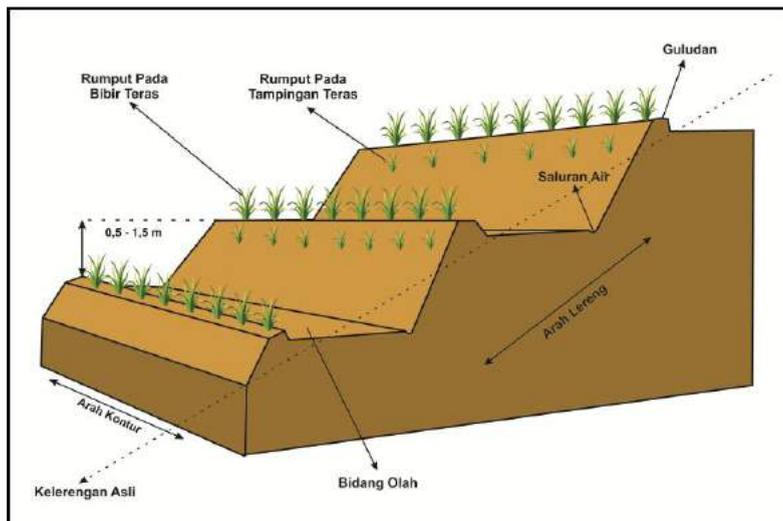
- Pada lapisan dengan kemiringan 20-40% disertai penanaman tanaman penguat pematang penanaman rumput atau pemberian batu pada pematang tersebut. Jarak antar pematang biasanya 10 m, sedang besar saluran tergantung pada luas bidang olah teras dan atau letak saluran pembuangan.
- Di daerah-daerah berpenduduk rapat, disamping teras pematang, dapat pula dibuat pematang kecil tambahan sebanyak 3-5 buah dengan jarak 2-3 m. Sedang di daerah kurang padat penduduknya, cara ini dapat diarahkan untuk pengembangan hutan atau perkebunan rakyat. Gambar 9 menyajikan model teras pematang.



Gambar 9. Sketsa teras pematang.

4. Teras Bangku (*Bench Terrace*)

- Teras bangku biasanya dibuat pada tanah-tanah dengan kemiringan 10-30% yang bertujuan untuk mencegah hilangnya lapisan tanah akibat erosi.
- Pembuatan teras bangku dilakukan dengan jalan memotong lereng dan meratakan tanah di bagian bawah sehingga menjadi suatu deretan bentuk bangku. Langkah pertama ditentukan batas lapangan yang akan di teras dan saluran airnya. Teras bangku merupakan serangkaian bidang datar atau hampir datar yang miring ke sebelah dalam sekitar 3%. Bidang-bidang tersebut dibatasi oleh bidang tegak dengan kemiringan 2:1 agar air permukaan tidak mengalir ke arah tepi teras. Pada tepi teras dibuat pematang dengan lebar sekitar 20 cm dan tinggi 30 cm, ditanami penguat seperti lamtoro gung, kaliandra atau rumput untuk makanan ternak.
- Di bagian dalam bidang olah teras dibuat saluran dengan lebar sekitar 15 cm dan dalam 25 cm. Bidang olah dan salurannya dibuat miring 0,1% ke arah saluran pembuangan air (*water way*). Jarak maksimal antar saluran pembuangan air adalah 100 meter. Contoh penampang melintang teras bangku ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Penampang melintang teras bangku.

Penerapan kombinasi penanaman beberapa jenis tanaman dan teras menghasilkan aliran permukaan dan erosi tanah berbeda. Penelitian Pramono dan Wahyuningrum (2009) menunjukkan plot yang ditanami tanaman jati, mangga, dan jambu mente dengan teras bangku tak terawat menghasilkan aliran permukaan berkisar 114-243 mm dan erosi berkisar 1-11 ton/ha/bulan. Sedangkan plot yang ditanami tanaman jati, mangga, jambu mente, pete dengan teras gulud menyebabkan aliran permukaan sebesar 6-24 mm dan erosi sebesar 0,5-5 ton/ha/bulan.

Hafif dkk. (1995) melaporkan pembuatan teras disertai dengan penanaman tanaman penguat teras yang rapat di Banjarsari (pada kelerengan 20-40%) dan Nawungan (pada kelerengan 15-30%) dapat menekan laju erosi antara 16-20 ton/ha/tahun. Selain itu, adopsi teknologi konservasi dengan

baik pada lahan berlereng 15-45% dapat mengendalikan erosi sampai mendekati batas laju erosi yang diperbolehkan (*permissible rate of erosion*) sebesar 6-8 ton/ha/tahun.

D. Saluran Pembuangan Air (*Water Way/Water Channel*) dan Terjunan Air (*Water Drop Structure*)

Pembuatan saluran pembuangan air (*water way*) dimaksudkan untuk menghindarkan agar air aliran permukaan tidak terkumpul pada sembarang tempat. Manfaat saluran pembuangan air adalah mengarahkan aliran air ke tempat yang aman dari erosi jurang sekaligus meresapkan air ke dalam tanah. Manfaat terjunan air kelengkapan saluran pembuangan air agar air yang jatuh di saluran pembuangan air tidak menyebabkan erosi dan menimbulkan longsor.

Pembangunan saluran pembuangan air dilakukan menurut arah lereng dan merupakan saluran pembuangan air aliran permukaan yang berasal dari saluran diversifikasi dan saluran air yang ada di dalam teras.

- Saluran diversifikasi bertujuan untuk menangkap air aliran permukaan dan membelokkannya ke saluran pembuangan. Gunanya untuk mengamankan tempat atau bangunan tertentu seperti areal pertanian. Kemiringan saluran ini biasanya 0,3% sedang lebar dan dalamnya bergantung pada besarnya aliran permukaan yang biasa terjadi. Sebaiknya tebing saluran diberi tanaman penguat atau rumput.

- Bentuk penampang melintang saluran pembuangan biasanya segitiga, trapesium atau parabolik. Agar dasar dan tebing saluran tidak cepat terkikis air, maka disarankan agar dasar dan tebing saluran ditanami atau diperkuat dengan gebalan rumput. Metode ini dikenal dengan istilah *grass waterway* atau *vegetated waterway*. Contoh menggunakan rumput gajah sangat efektif. Jika kelerengan sangat curam, maka saluran pembuangan harus dilengkapi terucuk dan bangunan penerjun (*drop structure*). Bangunan penerjun dapat dibuat dari batu lembaran logam atau bangunan permanen dari beton.

Persyaratan lokasi dibangunnya saluran pembuangan air adalah lahan usaha atau lahan terbuka lainnya terutama yang terletak di lereng dengan tingkat kelerengan curam dan jenis tanah mudah tererosi dan longsor. Beberapa tahapan pelaksanaan pembuatan saluran pembuangan air adalah:

1. Persiapan Lapangan

- a. Persiapan pembuatan saluran pembuangan air

- Penyiapan rancangan teknis
- Pemancangan patok induk tegak lurus kontur yang merupakan as/poros saluran pembuangan air. Jarak maksimum antara dua patok 5 m.
- Pemancangan patok pembantu di kanan/kiri patok induk untuk menggambarkan lebar atas saluran pembuangan air.

b. Persiapan pembuatan bangunan terjunan

- Pemancangan patok-patok disepanjang saluran pembuangan air untuk menentukan letak terjunan, jarak antara dua patok disesuaikan dengan lebar bidang olah teras.
- Letak bangunan terjunan harus lebih ke dalam dari pada talud teras dan pada tanah asli (bukan tanah urugan).
- Penggalian tanah menurut patok yang telah dipancang dengan arah tegak lurus ke bawah sedalam 0,5-1,5 m diukur dari bidang olah.

2. Pembuatan

a. Pembuatan bangunan saluran pembuangan air

- Penggalian tanah sesuai profil yang terbentuk dari patok-patok pembantu sedalam minimal 50 cm dari bidang olah teras dan lebar dasar 50 cm sesuai rancangan.
- Dasar SPA pada teras bangku dibuat dengan kemiringan 0,1-0,5% ke arah luar sehingga perbedaan tinggi dasar saluran yang berjarak 5 m adalah 0,5-2,5 cm.
- Setiap jarak 1 m sepanjang saluran pembuangan air ditanami gebalan rumput selebar 20 cm melintang saluran pembuangan air.

b. Pembuatan bangunan terjunan

- Dua atau tiga potong bambu bulat ditanam ke dalam tanah 0,5 meter, sedang yang berada

dipermukaan saluran dipasang setinggi bangunan terjunan.

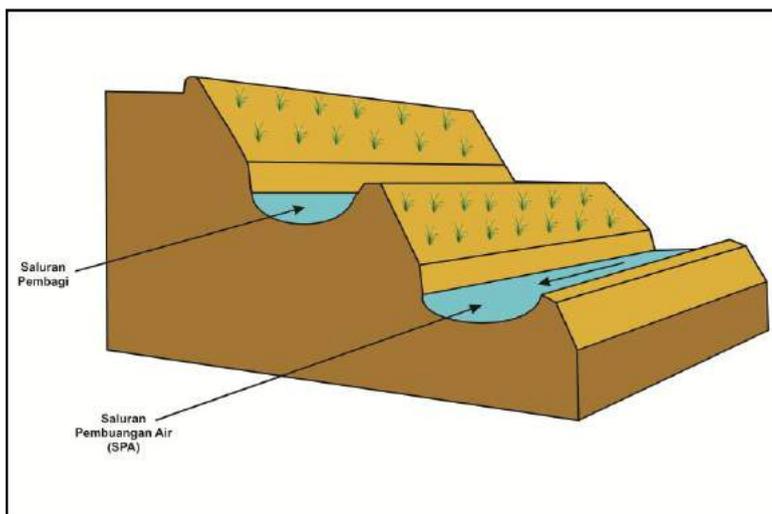
- Bambu belah dipasang melintang terjunan, kulit bagian luar bambu diletakan di bagian luar.
- Pemasangan bambu disusun mulai dari bawah dengan kedua ujungnya dimasukan ke dalam bagian kanan kiri dinding saluran pembuangan air dan diikatkan pada bambu bulat.

3. Pemeliharaan

- a. Pembersihan saluran dari endapan
- b. Perbaiki bambu apabila rusak baik karena sudah lapuk atau karena akibat lain.

Organisasi pelaksana pembuatan saluran pembuangan air dan terjunan adalah kelompok masyarakat didampingi penyuluh kehutanan lapangan (PKL) dibawah koordinasi Dinas Kabupaten/Kota. Adapun tahapan dalam pelaksanaan sesuai dengan jadwal pelaksanaan yang tertuang dalam rancangan.

Hasil kegiatan saluran pembuangan air dan bangunan terjunan yang telah dibangun sesuai rancangan dan setelah selesai masa pemeliharaan diserahkan kepada aparat desa setempat dengan berita acara untuk dilakukan pengelolaan/pemeliharaan lebih lanjut oleh kelompok tani. Gambar 11 menampilkan sketsa saluran pembuangan yang ada pada suatu lahan.



Gambar 11. Sketsa saluran pembuangan yang ada pada suatu lahan.

E. Bendungan Pengendali (*Check Dam*)

Definisi bendungan pengendali (*check dam*) adalah waduk kecil dengan konstruksi khusus yang dibuat di daerah berbukit dengan kemiringan lapisan dibawah 30%. Bangunan bendungan pengendali digunakan untuk menampung air aliran permukaan ekonomi dan sedimen hasil erosi, meningkatkan jumlah air yang meresap (infiltrasi) ke dalam tanah dan mendekatkan permasalahannya pada masyarakat.

Pelaksanaan pembuatan daerah aliran bendungan pengendali di lapangan biasanya tidak lebih dari 150 ha dan tinggi bendungan tanggul maksimal 10 m. Tempat dimana bendungan akan dibuat harus mempunyai kecekungan dengan daya tampung air yang besar. Perlu diketahui dengan pasti perbendungan yang tepat antara luas bendungan pengendali

dengan daerah alirannya serta karakteristik dari aliran permukaan yang terjadi di daerah tersebut.

Beberapa keuntungan dari adanya bendungan pengendali antara lain:

1. Dapat menyediakan air selama musim kemarau, terutama di daerah-daerah tandus.
2. Dapat memperluas areal sawah dengan meningkatkan fungsi saluran pembagi menjadi saluran irigasi terutama selama musim hujan.
3. Sebagai sarana perikanan.
4. Dapat meningkatkan nilai estetika daerah yang bersangkutan.

Upaya pemeliharaan keamanan pembuatan bendungan pengendali perlu memperhatikan faktor-faktor berikut:

1. Untuk menjaga bocornya badan tanggul, disarankan dibuat lapisan air di tengah badan tanggul. Lapisan dibuat dari tanah liat yang dipadatkan atau pasangan teras dan kapur dengan perbandingan 3:1 atau 5:1. Tinggi lapisan dibuat sampai dengan 1,5 m di bawah permukaan tanggul.
2. Untuk mencegah longsor badan tanggul, badan tanggul dibuat dengan kemiringan 2:1 untuk bagian dalam dan 1,5:1 untuk lereng bagian luar.
3. Tinggi air dalam bendungan tidak boleh melampaui badan tanggul. Karena itu dibuat saluran pelimpahan (*spill way*), yang terbuat dari pasangan batu atau tanah

yang diperkuat dengan gebalan rumput. Saluran pelimpahan biasanya dibuat dengan kedalaman 2 m.

4. Disarankan membuat saluran lokal yaitu pipa saluran yang berada di bawah ketinggian saluran pelimpahan yang dapat digunakan sebagai pengatur air.

Gambar 12 menyajikan bangunan bendungan pengendali.



Gambar 12. Bangunan bendungan pengendali Benanga di Kalimantan Timur (Foto: M. Agus Adhi).

V. METODE KIMIA

A. Definisi dan Manfaat Metode Kimia

Pengertian metode kimia dalam konservasi tanah dan air adalah pemanfaatan bahan pemantap tanah (*soil conditioner*) dalam hal memperbaiki struktur tanah sehingga tanah akan tetap resisten terhadap erosi (Winata dkk., 1998). Sedangkan Arsyad (1989) mendefinisikan metode kimia merupakan penggunaan preparat kimia sintesis atau alami.

Penggunaan preparat kimia tersebut secara umum disebut *soil conditioner* (pemantap struktur tanah) akan mempunyai pengaruh dalam jangka lama. Beberapa keuntungan yang akan diperoleh dengan penggunaan bahan pemantap tanah tersebut:

1. Tahan terhadap serangan mikroba tanah.
2. Permeabilitas tanah dipertinggi dan erosi berkurang.
3. Memperbaiki pertumbuhan tanaman semusim pada tanah liat yang berat.

B. Jenis dan Macam Bahan Pemantap Tanah

Penggunaan bahan kimia dalam upaya konservasi tanah dan air sebaiknya dilakukan pada keadaan yang sangat mendesak saja. Hal ini disebabkan harga bahan kimia sangat mahal. Namun walaupun harganya mahal, hasil yang diperoleh dari pemanfaatan bahan kimia sangat signifikan dalam upaya memperbaiki dan memantapkan struktur tanah. Bahan kimia ini pertama kali digunakan oleh Van Bavel (1950) antara lain

yaitu campuran dimethyl dichlorosilane dan methyl trichlorosilane yang disebut MCS. Perusahaan Monsanto Chemical Company pada tahun 1952 mengumumkan pembuatan bahan pemantap ini dengan merek dagang Krilium.

Berbagai bahan kimia yang dikembangkan untuk memperbaiki struktur tanah dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Polymer tak terionisasi: Polyvinyl alcohol (PVA)
2. Polyanion:
 - a. Poly vinyl acitrate (Pva)
 - b. Poly acrylonitrile, setengah terhidrolisa (HpPAN)
 - c. Poly acrylic acid (PAA)
 - d. Vinyl acetate malcic acid copolymer (VAMA)
3. Polycation: dimethyl aminoethyl metacrylate (DAEMA)
4. Dipo
5. le polymer, mempunyai gugus positif dan negatif: Polyacrylamide (PAM)
6. Emulsi bitumen.

Salah satu distributor PT Kencana Zavira mengenalkan lima jenis *soil conditioner* yaitu (Anonim, 2018):

1. *Alcosorb*

Alcosorb adalah *soil conditioner* yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air pada kondisi yang sangat terbatas, serta mempunyai kemampuan untuk mensuplai air lebih banyak untuk pertumbuhan tanaman pada umumnya. Penggunaan *alcosorb* pada beberapa media dengan cara:

a. Pott/*polybag*

Bentuk granules akan memperlama periode penyiraman dan mengurangi jumlah air yang dibutuhkan.

b. Transplatasi tanaman

Alcosorb dapat digunakan saat transplantasi untuk semua jenis tanaman. Hal ini dapat mengurangi stress/*shock* pada tanaman saat pemindahan.

c. Perkebunan/pertanian

Mengatur dan menjaga level air pada kondisi lahan kritis.

Adapun dosis pemakaian yang dianjurkan adalah 1-5 gram *alcosorb*/pohon.

2. *Soilfix*

Soilfix pada umumnya digunakan untuk bahan pemantap tanah yang berguna untuk mempermudah infiltrasi atau masuknya air ke dalam tanah dan mencegah terjadinya erosi. Selain itu pemakaian *soilfix* juga bertujuan untuk mempertahankan kestabilan struktur permukaan tanah. *Soilfix* juga berperan dalam hal:

- a. Mengurangi aliran permukaan (*run off*) air.
- b. Mengurangi pengikisan tanah pada saluran air.
- c. Meningkatkan efisiensi irigasi.

Dosis pemakaian yang dianjurkan berbeda untuk tingkat erosi yang berbeda. Tabel 5 menyajikan dosis pemakaian *soilfix* pada potensi erosi yang berbeda.

Tabel 5. Dosis pemakaian *soilfix* pada potensi erosi berbeda

Erosi potensial	Setelah pemanenan (kg/ha)	Tanah tidak terganggu (kg/ha)
Tinggi	1,2-3,5	0,3-0,6
Sedang	0,6-1,2	0,1-0,6
Rendah	0,3-0,6	Tidak perlu

Sumber: Anonim (2018)

Beberapa macam *soilfix* terdiri dari:

- a. *Soilfix* IR
- b. *Soilfix* Polybeat
- c. *Soilfix* NDP

Pemanfaatan *soil conditioner* ditekankan pada pemantapan agregat, sehingga harus mempunyai sifat-sifat antara lain:

1. Harus mempunyai sifat yang adhesif serta dapat bercampur dengan tanah secara merata.
2. Dapat merubah sifat hidrophobik atau hidrophilik tanah, sehingga dapat merubah kurva penahanan air tanah.
3. Dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, yang berarti mempengaruhi kemampuan tanah dalam menahan unsur hara.
4. Daya tahan sebagai pemantap tanah harus cukup memadai, tidak boleh terlalu singkat atau terlalu lama.
5. Tidak boleh bersifat racun (*phytotoxic*) dan harus murah harganya.

Cara pemakaian *soil conditioner* ke dalam tanah dapat dilakukan dengan 3 (tiga) cara yaitu:

1. Pemakaian di permukaan tanah (*surface treatment*)

Larutan atau emulsi *soil conditioner* yang telah dicampur air (dengan perbandingan tertentu) disemprotkan langsung ke permukaan tanah dengan alat sprayer seperti yang biasa digunakan untuk menyemprot hama/penyakit.

2. Pemakaian secara dicampur (*incorporation treatment*)

Larutan atau emulsi *soil conditioner* yang telah dicampur air (dengan perbandingan tertentu) disemprotkan langsung ke permukaan tanah, sambil tanah tersebut diaduk-aduk atau diolah dengan cangkul atau garu, sehingga akan didapatkan campuran yang merata pada lapisan olah tanah.

3. Pemakaian setempat (*local/pit treatment*)

Pemakaian *soil conditioner* hanya dilakukan pada lubang-lubang yang dipersiapkan untuk ditanami tanaman (biasanya tanaman tahunan saja). Pemakaian bahan pemantap ini memerlukan keahlian dan pengalaman.

C. Beberapa Hasil Pemakaian *Soil Conditioner*

De Boodt (1975) menyatakan bahwa pemakaian *soil conditioner* tidak hanya terbatas pada tanah-tanah pertanian saja.

1. Di Belgia digunakan untuk menguatkan tebing-tebing jalan raya, sungai dan kolam-kolam besar dan untuk mengatasi tebing longsor.

2. Di kawasan Afrika Utara dimanfaatkan untuk menaikkan infiltrasi dan menekan penguapan.
3. Di Malaysia membuktikan penelitian hasil pemakaian bitumen yang dikombinasikan dengan leguminosa *Pueraria phaseoloides* sangat efektif untuk menekan laju erosi.

PPT Bogor (1975) dan Lenvain dkk.. (1976) melaporkan pemakaian *soil conditioner* membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman, terutama bila dikombinasikan dengan pemupukan. Contohnya untuk meningkatkan lingkaran batang dan volume kayu *Albizia falcata*. Rulliyanti (2008) meneliti bahwa pemakaian *alcosorb* sebanyak 5 gram dapat meningkatkan persentase hidup (29,66%) anakan johar (*Cassia siamea* Lamk.) dibanding tanpa menggunakan *alcosorb* (28,33%).

Allo (2016) melaporkan penerapan kombinasi perlakuan ukuran lubang tanam 0,30 m × 0,40 m × 0,30 m, dosis pupuk organik 15 kg, dan *alcosorb* 3 gram pada tanaman trengguli menghasilkan pertumbuhan tinggi dan diameter terbaik, sedangkan pertumbuhan diameter terbaik pada mahoni dihasilkan oleh penggunaan dosis pupuk kandang 7.5 kg dan 7.5 g NPK.

Hasil penelitian menunjukkan mulsa serutan kayu dan pemantap polyacrylamide (PAM) yang digunakan sebagai bahan campuran *hydroseeding* dapat memperbaiki sifat kimia tanah C organik, N-total, C/N rasio, dan KTK (kemampuan Tukar Kation). Kombinasi perlakuan mulsa serutan kayu 28,30

gram/pot dan polyacrylamide 0,19 gram/pot mampu memberikan hasil terbaik terhadap C-organik (2,65 %), N total (0,35 %), C/N rasio (7,66), dan KTK tanah (21,23 cmol/kg) (Sunandar & Mulyani, 2018). Septiawan (1987) menjelaskan bahwa pengaruh *soil conditioner* terhadap tanah tergantung kepada bobot molekul, jumlah dan jenis kandungan unsur-unsur dalam bahan tersebut, dan konsentrasi emulsi, serta mudah tidaknya bahan terurai dalam tanah.

VI. PENUTUP

Pelaksanaan teknik pencegahan erosi perlu memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi erosi, seperti faktor iklim, tanah, bentuk wilayah (misal kemiringan), vegetasi penutup tanah, dan kegiatan manusia. Prinsip-prinsip teknik pencegahan erosi adalah:

1. Memperbesar resistensi permukaan tanah, sehingga lapisan permukaan tanah tahan terhadap pengaruh tumbukan butir-butir air hujan.
2. Memperbesar kapasitas infiltrasi tanah, sehingga laju aliran permukaan dapat dikurangi.
3. Memperbesar resistensi tanah sehingga daya rusak dan daya hanyut aliran permukaan terhadap partikel-partikel tanah dapat diperkecil.

Beberapa tuntunan praktis cara melakukan pencegahan erosi yaitu:

1. Menghindari praktek bercocok tanam yang bersifat menurunkan permeabilitas tanah.
2. Mengusahakan agar permukaan tanah sedapat mungkin dilindungi oleh vegetasi berumput atau semak selama dan secepat mungkin.
3. Menghindari pembalakan hutan dan pengembalaan ternak berlebihan di daerah dengan kemiringan lereng terjal.

4. Merencanakan dengan baik pembuatan jalan di daerah rawan erosi dan tanah longsor, sehingga aliran air permukaan tidak mengalir keselokan-selokan di tempat yang rawan tersebut.
5. Menerapkan teknik-teknik pengendali erosi di lahan pertanian, dan mengusahakan peningkatan laju infiltrasi. Pada umumnya teknik konservasi untuk pencegahan erosi dirancang untuk:

1. Mencegah erosi percikan akibat curahan air hujan langsung atau melalui air lolos (*throughfall*).
2. Meningkatkan kekasaran permukaan tanah untuk menurunkan kecepatan aliran air permukaan.
3. Memperpendek panjang lereng dan mengurangi kemiringan lereng, sehingga mereduksi kekuatan aliran air permukaan.
4. Memperbesar laju infiltrasi air hujan sehingga dapat memperkecil jumlah dan kecepatan air larian.
5. Mencegah terkonsentrasinya aliran air permukaan membentuk saluran-saluran air yang kondusif terhadap terbentuknya erosi parit.

Peranan vegetasi dalam mencegah atau mereduksi terjadinya erosi tebing adalah melalui proses:

1. Mengikat partikel-partikel tanah oleh vegetasi.
2. Menurunkan tingkat kelembaban tanah melalui proses evapotranspirasi, sehingga mengurangi potensi terjadinya tanah longsor.

3. Meningkatkan laju infiltrasi sehingga dapat menurunkan volume air larian.
4. Melalui sistem perakaran vegetasi muatan sedimen dalam sungai dapat diendapkan di tebing-tebing sungai sehingga dapat memantapkan tebing sungai.

Usaha pengendalian erosi dan atau usaha pengawetan tanah dapat dilaksanakan dengan teknologi atau cara-cara sebagai berikut :

1. Cara vegetatif (biologi)
2. Cara mekanik
3. Cara kimiawi

Teknik pencegahan erosi yang paling efektif untuk kombinasi dari teknik atau cara vegetatif dan cara mekanik.

Cara-cara konservasi tanah dan air tersebut dapat:

1. Bersifat preventif (pencegahan), jika keadaan tanah yang tererosi belum begitu parah.
2. Bersifat represif yaitu tindakan-tindakan yang perlu dilakukan oleh pihak pemerintah, mengingat demikian parahnya kerusakan tanah atau lahan, misalnya bukit yang menjadi gundul, tanah-tanah kritis pada DAS, pendangkalan-pendangkalan sungai, dan lain-lain.

Sehubungan dengan hal tersebut pihak pemerintah harus melakukan beberapa hal seperti:

- a. Menyediakan bibit-bibit tanaman untuk reboisasi dan penghijauan.
- b. Menyediakan sejumlah biaya untuk pembuatan tanggul-tanggul permanen, dan lain-lain.

Kegiatan konservasi tanah merupakan bagian dari program nasional yang lebih luas, yaitu program penyelamatan hutan, tanah, dan air. Sasaran kegiatan konservasi tanah dan air antara lain:

1. Memperbaiki fungsi hidrologi DAS.
2. Meningkatkan produktivitas sumber daya alam.
3. Meningkatkan kesadaran masyarakat pemakai lahan terhadap prinsip-prinsip konservasi tanah dan air.
4. Meningkatkan kualitas lingkungan hidup.

Penerapan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah (RLKT) perlu dilakukan dengan memperhatikan beberapa aspek, seperti silvikultur, hidro-orologis, sosial, dan ekonomi. Informasi manfaat beberapa aspek tersebut dapat dijadikan data dasar untuk menentukan berbagai kebijakan terkait konservasi tanah dan air secara khusus, dan konservasi sumberdaya alam dan lingkungan secara umum.

Pada umumnya orang-orang yang terlibat dalam perencanaan dan evaluasi kebijakan bukanlah orang-orang pengambil keputusan, melainkan orang-orang khusus yang mampu memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk melakukan pilihan. Pengambilan keputusan merupakan proses politis yang melibatkan pertimbangan mengenai bermacam-macam kriteria baik secara nasional maupun internasional (Suparmoko, 1995). Penerapan RLKT pada lahan-lahan kritis perlu diintegrasikan antara pihak-pihak berwenang terkait, seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan,

Kementerian Pertanian, lembaga swadaya masyarakat (LSM), pihak swasta, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, Bakrie, I. dan Mujahiddin, D.E. 2013. Implementasi Kegiatan Penghijauan dalam Program Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) di Kecamatan Sekolaq Darat Kabupaten Kutai Barat. *Agrifor*, XII(2): 110-115.
- Allo, M.K. 2016. Kondisi Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada Bekas Tambang Nikkel serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Trengguli dan Mahoni. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2): 207-217.
- Anetasia, M., Afandi, Novpriansyah, H., Manik, K.E.S. dan Cahyono, P. 2013. Perubahan Kadar Air dan Suhu Tanah Akibat Pemberian Mulsa Organik pada Pertanaman Nanas PT Great Giant Pineapple Terbanggi Besar Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(2): 213-218.
- Anonim. 1979. Tropical Legumes: Resources for The Future. National Academy of Sciences. Washington, DC.
- Anonim. 2018. Soil Conditioner. Tersedia di laman <http://nutrisitanaman.com/soil.htm#alcosorb>. Diakses pada 10 Juli 2018.
- Asmar dan Adrinal. 2006. Peranan Tiga Sumber Mulsa terhadap Beberapa Sifat Fisika Ultisol dan Hasil Jagung Semi (*Zea mays* L). *Jurnal Solum*, III(2): 65-74.
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB. Bogor.
- Basuki, J., Yunus, A. dan Purwanto, E. 2009. Peranan Mulsa dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Cabai melalui Modifikasi Kondisi Fisik di dalam Tanah. *Partner*, 16(2): 73-77.
- Daigh, A.L., Helmers, M.J., Kladivko, E., Zhou, X., Goeken, R., Cavdini, J., Barker, D. dan Sawyer, J. 2014. Soil Water During the Drought of 2012 as Affected by Rye Cover

Crops in Fields in Iowa and Indiana. *Journal of Soil and Water Conservation*, 69(6): 564-573.

- Daswir. 2010. Peran Seraiwangi sebagai Tanaman Konservasi pada Pertanaman Kakao di Lahan Kritis. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 21(2): 117-128.
- Dephut RI. 1989. Kamus Kehutanan. Edisi Pertama. Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Dephut RI. 1990. Kamus Kehutanan. Edisi Pertama (Bagian II). Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Dhanvantary, A. dan Sarminah, S. 2017. Efektifitas Penggunaan Mulsa Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dalam Upaya Pengendalian Erosi Tanah pada Lahan Kritis di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Unmul Samarinda. Dalam Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke IV (Diana, R., Sulistioadi, Y.B., Karyati, Sarminah, S., Widiati, K.Y., Kuspradini, H., Sari, D.R. dan Mulyadi, R. Eds). Hal. 566-573. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dan Masyarakat Silvikultur Indonesia.
- Edison, Bisri, M. dan Suhartanto, E. 2012. Studi Teknologi Konservasi untuk Menurunkan Laju Erosi pada Sub DAS Sombe Lewara Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2): 204-210.
- Fitri, R. 2011. Prediksi Erosi pada Lahan Pertanian di Sub DAS Krueng Simpo Provinsi Aceh. *Jurnal Hidrolitan*, 2(3): 96-102.
- Fuady, Z., Satriawan, H. Dan Mayani, N. 2014. Aliran Permukaan, Erosi, dan Hara Sedimen Akibat Tindakan Konservasi Tanah Vegetatif pada Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 11(2): 95-103.
- Hafif, B., Maswar, Suhardjo, M., Supriadi dan Idjudin A.A. 1995. Potensi dan Efektivitas Beberapa Teknik Stabilisasi Lahan pada Kawasan Perbukitan Kritis Nawungan Yogyakarta.

Dalam Prosiding Lokakarya dan Ekspose Teknologi Sistem Usahatani Konservasi dan Alat Mesin Pertanian. Yogyakarta, 17–19 Januari 1995. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor. Hal. 37-48

- Harsono, P. 2012. Mulsa Organik: Pengaruhnya terhadap Lingkungan Mikro, Sifat Kimia Tanah dan Keragaan Cabai Merah di Tanah Vertisol Sukoharjo pada Musim Kemarau. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 3(1): 35-41.
- Hayati, E., Ahmad, A.H. dan Rahman, C.T. 2010. Respon Jagung Manis (*Zea mays* Sacharata Shout) terhadap Penggunaan Mulsa dan Pupuk Organik. *Agrista*, 14(1): 21-24.
- Idjudin, A.A. 2011. Peranan Konservasi Lahan dalam Pengelolaan Perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5(2): 103-116.
- Juhaeti, T., Syarif, F. dan Hidayati, N. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *Biodiversitas*, 6(1): 31-33.
- Karyati. 2003. Pertimbangan Faktor Klimatis dalam Pemilihan Jenis Tanaman pada Kegiatan Rehabilitasi Lahan Kritis. *Rimba Kalimantan*, 9(1): 53-61.
- Karyati. 2005. Tinjauan Persyaratan Anasir Iklim Beberapa Jenis Legum. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Perkayuan Indonesia (Mapeki) VIII. ISBN 979-96348-5-7. Samarinda.
- Karyati. 2008a. Alternatif Pemilihan Tanaman Sela pada Tegakan Jati (*Tectona grandis* Linn. f.) Berdasarkan Faktor Klimatis dan Edafis di Kelurahan Lempake Kota Samarinda. *Agrifor*, VII(1): 29-34.
- Karyati. 2008b. Pengelolaan Sistem Tanam Sela (*Agroforestry Temporal*) pada Tegakan Jati (*Tectona grandis* Linn. f.). *Lembusuana*, VIII(85): 1-7.

- Karyati, Ipor, I.B., Jusoh, I. dan Wasli, M.E. 2012a. Suitability of Plant Species for Agroforestry Program at Sri Aman, Sarawak. In *Taxonomy and Ecology: Beyond Classical Approaches* (Ahmad, F.B., Muid, S., Ipor, I.B., Fasihuddin, B.A., Sepiah, M., Ipor, I.B., Zainudin, R., Wasli, M.E., Kalu, M. and Assim, Z.B., eds.). pp. 203-214. Malaysia: Universiti Malaysia Sarawak (Unimas).
- Karyati, Ipor, I.B., Jusoh, I. dan Wasli, M.E. 2012b. Alternative Intercropping under Oil Palm Plantation at Sabal, Sri Aman, Sarawak. In *Prosiding KABOKA 6 (Konferensi Antar Universiti Se-Borneo Kalimantan Ke-6): Sumber dan Warisan Sejarah, Budaya dan Alam* (Said, S. and Awang Pawi, A.A., eds.). pp. 349-360. Malaysia: Institut Pengajian Asia Timur, Universiti Malaysia Sarawak (Unimas).
- Karyati. 2014a. Persyaratan Faktor Iklim dan Tanah Beberapa Jenis Sayur-sayuran. *Lembusuana*, XIV(59): 41-46.
- Karyati. 2014b. Interaksi antara Iklim, Tanah dan Tanaman Tahunan. *Magrobis*, 14(2): 39-45.
- Karyati, Sarminah, S. dan Karmini. 2017. Strategi Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT) pada Lahan Kritis dengan Sistem Agroforestri. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Kartasapoetra, G., Kartasapoetra, A.G. dan Sutedjo, M.M. 2000. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Maryono, A. 2005. *Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mulyono. 2015. Pengaruh Penggunaan Mulsa Alang-alang, Kenikir dan Kirinyu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah di Tanah Mediteran pada Musim

Penghujan. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 3(2): 73-77.

Noorhadi dan Supriyadi. 2003. Pengaruh Pemberian Air dan Mulsa terhadap Iklim Mikro pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) di Tanah Entisol. *Sains Tanah*, 3(2): 68-72.

Nugroho, S.P. 2000. Minimalisasi Lahan Kritis Melalui Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Konservasi Tanah dan Air Secara Terpadu. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(1): 73-82.

Nugroho, S.P. 2005. Analisis dan Evaluasi Kerusakan Lahan di Daerah Aliran Sungai Danau Tondano, Provinsi Sulawesi Utara. *Alami*, 10(1): 62-72.

Permenhut Nomor P.03/Menhut-V/2004 Tentang Pedoman dan Petunjuk Pelaksanaan Penyelenggaraan Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan.

Pramono, I.B. dan Wahyuningrum, N. 2009. Model Pengendalian *Run-off* dan Erosi dengan Metode Vegetatif (Studi Kasus Sub DAS Dungwot). *Jurnal Balai Penelitian Kehutanan Solo*, 13(1): 23-32.

Pratiwi dan Salim, A.G. 2013. Aplikasi Teknik Konservasi Tanah dengan Sistem Rorak pada Tanaman Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) di KHDTK Carita, Banten. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10(3): 273-282.

Pujiswanto, H. 2011. Penggunaan Mulsa Alang-alang pada Tumpangsari Cabai dengan Kubis Bunga untuk Meningkatkan Pengendalian Gulma, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman. *Agrin*, 15(2): 85-91.

Rulliyanti. 2008. Pengaruh Pemakaian Alcosorb Terhadap Daya Tahan Anakan Johar (*Cassia siamea* Lamk.) di PT Jembayan Muara Bara Separi Kecamatan Tenggaraong

Seberang. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.

- Safriani, Jayanti, D.S. dan Syahrul. 2017. Pengendalian Erosi Secara Vegetatif Menggunakan Rumput Pait (*Axonopus compressus*) dan Rumput Alang-alang (*Imperata cylindrica*) pada Tanah Ordo Ultisols. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 2(2): 396-403.
- Sarief, E.S. 1985. Konservasi Tanah dan Air. Pustaka Buana. Bandung.
- Sarminah, S., Karyati, Karmini, Simbolon, J. dan Tambunan, E. 2018. Rehabilitation and Soil Conservation of Degraded Land Using Sengon (*Falcataria moluccana*) and Peanut (*Arachis hypogaea*) Agroforestry System. *Biodiversitas* 19(1): 222-228.
- Septiawan, G.W. 1987. Pengaruh Pemberian Soil Conditioner terhadap Kemantapan Agregat Tanah, Difusivitas dan Hantaran Hidrolik Tidak Jenuh pada Tanah Labil Lapisan Atas dari Daerah Pagelaran, Cianjur Selatan. Jawa Barat. Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Seta, A.K. 1987. Konservasi Sumberdaya Tanah dan Air. Kalam Mulia. Jakarta.
- Sitanala, F., Sukanta, J., Samsuri, A., Kurniawan dan Witarsa, P.M. 1988. Ekonomi Sumber Daya. Penerbit Karunika Universitas Terbuka. Jakarta.
- Sudiarta, M. 2006. Ekowisata Hutan Mangrove: Wahana Pelestarian Alam dan Pendidikan Lingkungan. *Jurnal Manajemen Pariwisata*, 5(1): 1-25.
- Suhardjo, M., Maswar, Supriadi dan Idjudin A.A. 1995. Peranan Strip Rumput dalam Sistem Usaha Tani Konservasi di Lahan Perbukitan Kritis Kulon Progo, DIY. Dalam Prosiding Lokakarya dan Ekspose Teknologi Sistem Usahatani Konservasi dan Alat Mesin Pertanian.

Yogyakarta, 17–19 Januari 1995. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Sumarno, Winarno, J. dan Prastomo, I. 2011. Kajian Pengelolaan Lahan Berdasarkan Tingkat Bahaya Erosi dan Pola Konservasi Tanah dan Air di Desa Ngadipiro Kecamatan Nguntoronadi, Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 8(1):11-22

Suminarti, N.E. 2015. Pengaruh Tingkat Ketebalan Mulsa Jerami pada Hasil Tanaman Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. Antiquorum). *Jurnal Agro*, 2(2): 1-13.

Sunandar, A. dan Mulyani, S.Y. 2018. Pengaruh Mulsa Serutan Kayu dan Polyacrylamide dalam Campuran Hydroseeding terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Inceptisol. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 3(1): 6-16.

Suparmoko. 1995. Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan (Suatu Pendekatan Teoritis). BPFE. Yogyakarta.

Sutrisno, N. dan Heryani, N. 2013. Teknologi Konservasi Tanah dan Air Untuk Mencegah Degradasi Lahan Pertanian Berlereng. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 32(3): 122-130.

Suripin. 2002. Pengelolaan Sumber Daya Tanah dan Air. Andi. Yogyakarta.

Syam, A. 2003. Sistem Pengelolaan Lahan Kering di Daerah Aliran Sungai Bagian Hulu. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22(4): 162-171.

Tim Kashiko. 2004. Kamus Lengkap Biologi. Kashiko Publisher. Surabaya.

Widawaty, I.F., Armaini dan Silvina, F. 2016. Pengaruh Pemberian Mulsa Alang-alang dan Pupuk Urea, TSP, KCl pada Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Phaseolus*

radiatus L.). Jurnal Online Mahasiswa Faperta Unri, 3(2):
1-13

Winata, A., Rusdiyanto, E. dan Deliyanto, B. 1998. *Konservasi Sumber Daya Alam dan Buatan.* Universitas Terbuka. Jakarta.