

## **PENTINGNYA APLIKASI TEKNIK KONSERVASI AIR DENGAN METODE STRUKTUR FISIK DI WILAYAH HULU DAS**

**M. Kudeng Sallata**

Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar  
Jl. P. Kemerdekaan Km 16 Makassar, Sulawesi Selatan, 90243  
Telp. (0411) 554049, Fax (0411) 554058

E-mail: kudengs@yahoo.com

### **ABSTRAK**

*Telah banyak upaya konservasi, baik dalam bentuk proyek pemerintah maupun partisipasi masyarakat yang dilakukan untuk menanggulangi permasalahan banjir, longsor dan kelangkaan air, namun sampai saat ini belum dapat meredamnya, bahkan dampaknya semakin banyak menelan jiwa manusia. Teknologi yang diterapkan untuk mengurangi erosi dan aliran permukaan selama ini kurang mendapat dukungan dari para petani yang mengharapkan produksi lahan yang tinggi. Diperlukan perubahan paradigma penerapan teknologi konservasi lahan dan air pada wilayah-wilayah pertanian. Paradigma lama yaitu teknologi konservasi yang diterapkan difokuskan untuk menekan erosi dan aliran permukaan tanpa memerhatikan peningkatan produksi suatu lahan. Paradigma baru yaitu penerapan teknologi konservasi lahan yang mengutamakan peningkatan produksi lahan namun mengurangi erosi dan aliran permukaan (run off). Aplikasi kombinasi teknik konservasi air secara struktur fisik dengan vegetatif sangat mendesak dilakukan untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan yang semakin meningkat pada wilayah DAS saat ini. Wanatani salah satu bentuk kombinasi tanaman dengan memilih tanaman yang produktif berdasarkan kebutuhan petani telah banyak dilakukan masyarakat. Pembangunan waduk, embung, dam parit secara berjenjang (cascade), sumur resapan dan biopori juga perlu dilakukan untuk menyimpan air sebagai sumber air pada musim kemarau untuk lahan pertanian. Semua jenis teknologi konservasi lahan tersebut dapat mengendalikan aliran permukaan dan erosi tanah, juga dapat meningkatkan produksi lahan untuk memenuhi kebutuhan petani.*

**Kata kunci:** *Perubahan paradigma, kombinasi metode fisik dan vegetatif, peningkatan produksi lahan dan konservasi air.*

## I. PENDAHULUAN

Perubahan tata guna lahan di wilayah hulu DAS sebagai dampak peningkatan populasi penduduk yang memerlukan banyak kebutuhan hidup, tidak dapat dibendung lagi. Bentuk dan pola degradasi lahan yang terjadi sangat beragam mulai dari penurunan kerapatan dan jenis vegetasi, perubahan tipe vegetasi penutup lahan (*land cover type*), alih fungsi lahan dari lahan budidaya menjadi lahan pemukiman. Dampak utama dari degradasi lahan tersebut adalah terjadinya banjir, longsor dan kelangkaan sumber air yang semakin meningkat bahkan telah menjadi ancaman untuk menghilangkan jiwa manusia pada saat ini. Musibah tersebut merupakan isyarat-isyarat alam bagi manusia untuk menjaga kelestarian lingkungan dan mengoptimalkan tata guna lahan. Alam yang menerima perubahan akan merespon secara kontinu melakukan keseimbangan baru yang dampaknya berupa malapetaka untuk kelangsungan hidup manusia (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Menurut Irianto (2008), alih fungsi lahan menjadi perkebunan dan atau pemukiman umumnya sulit dicegah dan dikendalikan karena pelakunya adalah pemodal besar dan memiliki akses kuat terhadap para pengambil kebijakan baik di tingkat pusat maupun di daerah-daerah. Dampak dari semuanya itu adalah penurunan kemampuan produksi air DAS utamanya pada musim kemarau dan sebaliknya banjir makin meningkat pada musim hujan.

Konservasi air pada prinsipnya adalah pengelolaan air hujan yang jatuh ke atas permukaan tanah dengan pengaturan waktu aliran yang tepat sehingga tidak terjadi banjir pada musim hujan dan tersedia cukup air pada musim kemarau (Arsyad, 2000). Selanjutnya, dinyatakan bahwa tindakan konservasi tanah dan air (KTA) maksud utamanya adalah untuk mengatasi banjir dan kekeringan (Arsyad, 2010). Berkurangnya air yang meresap ke dalam lapisan tanah menyebabkan tidak adanya air yang tersimpan di dalam tanah sebagai air bawah tanah (*ground water*) yang merupakan sumber air utama bagi sungai, danau, kolam, sumur atau badan air lainnya pada musim kemarau.

Asdak (2014) menyarankan bahwa dalam menelaah permasalahan hidrologi daerah tangkapan air (*catchment hydrology*) harus ditinjau secara menyeluruh komponen daur hidrologi, pengaruh antar komponen serta kaitannya dengan komponen lain di luar bidang hidrologi. Dalam tulisan ini akan disampaikan kajian-kajian

yang berhubungan dengan terapan teknologi yang bersifat bangunan fisik secara terstruktur sebagai bagian dari teknologi konservasi sumber daya air secara khusus di daerah imbuhan air pada wilayah tangkapan air suatu DAS.

## **II. PENTINGNYA MENERAPKAN TEKNIK KTA DI DAERAH TANGKAPAN AIR ( *CATCHMENT AREA* ) DAS**

Perjuangan untuk mengatasi degradasi lahan telah berlangsung cukup lama di negara kita, juga telah menelan banyak biaya dan upaya untuk pengembangan pengetahuan, juga teknologi untuk mengurangi dan/atau memperbaiki lahan tergradasi tersebut namun hasilnya belum optimal. Sebaliknya lahan tergradasi semakin meningkat, baik luasannya maupun intensitas dampaknya. Diakui atau tidak, ternyata pendekatan (teknologi konservasi tanah) yang digunakan selama ini dalam menanggulangi degradasi lahan, menurut pakar belum sama atau belum sepadan yang diperlukan oleh sipengguna (petani) di lapangan (Utomo dan Wisnubroto, 2007). Pengetahuan, teknologi dan program konservasi tanah yang dikembangkan selama ini didasarkan terutama pada ide untuk mengendalikan laju erosi (kehilangan tanah) dan mempertahankan produktivitas lahan. Namun di pihak petani mengharapkan dalam mengelola lahan adalah untuk memperoleh hasil dan pendapatan yang tinggi secara berkesinambungan (lestari). Sehubungan dengan itu diperlukan adanya keharmonisan antara teknologi yang diterapkan dengan produktivitas lahan sebagai faktor modal produksi bagi petani. Oleh karena itu pada umumnya petani mengharapkan, teknologi yang diterapkan harus menjamin terpeliharanya kapasitas produksi, bahkan peningkatan produksi lahan miliknya dengan dampak negatif minimum terhadap lahan dan lingkungannya, itulah yang diharapkan oleh semua pihak.

Diperlukan perubahan paradigma dalam memilih dan menerapkan teknik KTA pada wilayah lahan masyarakat agar motivasi mereka meningkat untuk mendukung pelaksanaannya di lapangan. Telah banyak teknologi di bidang KTA yang tersedia, namun diperlukan pengetahuan yang komprehensif dalam penerapannya. Jenis dan karakteristik lahan sangat menentukan di dalam memilih teknologi yang akan diterapkan, sehingga lahan tersebut tetap terpelihara bahkan dapat meningkatkan produktivitasnya.

Beberapa kegiatan yang perlu menjadi perhatian dalam program konservasi sumberdaya air yang saat ini banyak dibutuhkan di wilayah hulu DAS yaitu:

### **A. Kombinasi Konservasi Metode Vegetatif dan Mekanik**

Semakin meningkatnya tekanan kepada sumberdaya alam yang berada dalam DAS untuk memenuhi kebutuhan manusia akan pangan, sandang dan kebutuhan lainnya menyebabkan kondisi ekosistem DAS semakin kritis. Untuk mencapai hasil maksimum dalam pengendalian aliran permukaan dibutuhkan kombinasi tindakan konservasi baik secara vegetatif maupun secara struktur fisik. Metode vegetatif mencakup semua pemanfaatan tumbuh-tumbuhan yang meliputi wanatani, budidaya lorong, tanaman penutup tanah (*cover crop*), penanaman rumput, mulsa, pupuk hijau. Metode struktur fisik meliputi semua bangunan berupa terasering/sengkedan, sumur resapan, biopori, embung, cekdam dan bendungan (Santoso *et al.*, 2004). Pada kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) dan konservasi tanah dan air (KTA) ada dua komponen siklus air yang penting menjadi perhatian yaitu: curah hujan (*rain-fall*) dan aliran permukaan (*runoff*). Kedua komponen inilah yang pertama menghancurkan struktur tanah menjadi partikel-partikel halus dan yang komponen kedua mengangkut partikel-partikel tanah tersebut ke tempat lain, sehingga semakin besar volume aliran permukaan semakin banyak erosi yang terjadi (Arsyad, 2010).

Untuk menjaga produktivitas lahan tetap lestari maka penggunaan lahan harus sesuai dengan kemampuan lahan dan penggunaan agroteknologi harus disertai dengan penerapan teknik KTA yang sesuai kebutuhan lahan tersebut (Sinukaban, 2007). Tipe KTA dan air yang banyak diterapkan di seluruh dunia termasuk dalam pengelolaan DAS di Indonesia dapat dikelompokkan ke dalam empat kelompok utama yaitu: agronomi, vegetatif, struktur, dan manajemen (WASWC, 1998), hal tersebut mirip dengan metode yang disampaikan dalam UU RI no. 37 tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air yaitu: vegetatif, agronomi, sipil teknis, manajemen dan metode lain sesuai dengan perkembangan IPTEK. Kelompok metode vegetatif antara lain: penanaman kayu-kayuan, tanaman perdu, penanaman MPTS (*multi purpose trees Species*), tanaman pagar, penanaman strip rumput untuk ternak, dan tanaman penutup tanah lainnya. Kelompok metode agronomi antara lain:

pemberian mulsa, pengaturan pola tanam, pemberian amelioran, pengayaan tanaman, pengolahan tanah konservasi, penanaman mengikuti kontur, pemupukan, pemanenan, dan/atau kegiatan lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

Hasil penelitian (Sallata, 2016) menunjukkan penerapan teknik KTA secara bersama-sama metode vegetatif dan fisik (teras gulud) pada demplot KTA di Dusun Datara, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan yang dibangun pada lahan kemiringan di atas 45% dapat menurunkan volume aliran permukaan dari 24,4% pada tahun 2010 menjadi 2,72% pada tahun 2014 dari jumlah curah hujan yang diterima. Secara vegetatif masyarakat menanam rumput pada bibir terasering yang berguna untuk selain penguat teras juga pakan ternak dan di bagian lahan olah ditanami jenis pohon penghasil kayu untuk keperluan jangka panjang, dan ditanam kopi sebagai tanaman ekonomi keluarga.

Penerapan kombinasi metode konservasi secara vegetatif dan fisik-mekanik diharapkan akan dicapai hasil maksimum dalam mengendalikan erosi dan aliran permukaan yang saat ini banyak membawa bencana karena kurang terkendali dengan baik. Hal tersebut dilakukan sebagai pendekatan kreatif untuk mendukung sistem pertanian berkelanjutan yang banyak mengalami kegagalan pada lahan kering. Pola tanam adalah sistem pengaturan pertanaman berdasarkan distribusi curah hujan dan kondisi kesuburan lahan olah. Dalam pengembangannya pola tanam sangat tergantung kepada jenis tanah, tipe iklim, topografi (Subagyo *et al.*, 2004). Pada lahan dengan kemiringan <8%, pola tanam pada tanaman utama dengan jarak rapat akan membantu mengurangi erosi dan aliran permukaan. Dengan meningkatnya intensitas tanaman, bukan hanya produktivitas lahan yang meningkat tetapi sekaligus merupakan tindakan konservasi vegetatif. Tertutupnya lahan sepanjang tahun akan mengurangi erosi serta menghasilkan bahan organik yang dapat digunakan sebagai mulsa dan sumber unsur hara bagi tanaman. Lahan garapan yang berada pada kemiringan >8%, diusahakan searah garis kontour, kombinasi dengan teras dan tanaman pangan tidak lagi berfungsi sebagai tanaman utama melainkan beralih ke kombinasi tanaman tahunan berupa perdu dan pohon-pohonan.

Hasil penelitian Monde, (2010) menunjukkan rorak yang diberi mulsa secara vertikal efektif menekan aliran permukaan hingga 73%. Teknik konservasi dengan rorak dapat menekan jumlah tanah yang

tererosi 76%. Pemberian mulsa 6 ton/ha pada lahan kakao umur  $\leq 3$  tahun dapat menurunkan jumlah aliran permukaan hingga 71% dan erosi 87%. Selanjutnya hasil penelitian Pratiwi dan Narendra (2012) di Jawa Barat, menunjukkan mulsa vertikal berinterval enam meter mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman mahoni masing-masing sebesar 25% dan 66%. Pada perlakuan tersebut, limpasan permukaan dan erosi dapat ditekan hingga setengahnya, dan kehilangan unsur hara akibat limpasan permukaan dan erosi menjadi berkurang masing-masing hingga tiga dan lima kali lipat.

Oleh karena itu usaha mengelola aliran permukaan akan semakin berat dan tidak hanya mengandalkan metode tertentu saja dalam penerapan sistem KTA pada sebidang tanah akibat desakan kebutuhan penduduk yang semakin tinggi. Penerapan metode vegetatif dan mekanis perlu semakin ditingkatkan baik kualitas maupun kuantitasnya. Selain membangun ekosistem hutan juga memperbanyak bangunan fisik untuk menjebak aliran permukaan di daerah hulu berupa terasering, biopori, parit jebakan, rorak, cek dam, waduk kecil, embung, sumur resapan dan bendungan. Pengaruh hutan terhadap hasil air masih banyak diperdebatkan, hasil penelitian Junaidi dan Tarigan (2011) menunjukkan peranan tutupan hutan hanya efektif pada luasan DAS < 100 km<sup>2</sup>. Bangunan Cek Dam selain mengendalikan aliran permukaan juga dapat digunakan petani sebagai sumber air pengairan untuk meningkatkan produktivitas lahan (Listyani dan Sunaedi, 2015). Embung-embung<sup>1</sup> di Kabupaten Belu mampu menampung air dengan baik dan sangat bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan air pada musim kemarau (Widiyono, 2010).

Secara ringkas Subagyo *et al.* (2004) menyarankan beberapa pilihan teknik konservasi air seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pilihan teknik konservasi air, persyaratan, kegunaan, dan kendala penerapannya.

TEKNIK KONSERVASI AIR	PERSYARATAN	KEGUNAAN	KENDALA PENERAPAN
Saluran Peresapan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanah bertekstur berat, sehingga infiltrasi dan permiabilitasnya lambat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan kesempatan kepada air untuk meresap lebih lama</li> <li>Mengendalikan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pada lahan yang sempit, petani tidak berminat, karena mengurangi lahan yang biasa ditanami</li> </ul>

TEKNIK KONSERVASI AIR	PERSYARATAN	KEGUNAAN	KENDALA PENERAPAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tersedia tenaga dan biaya pembuatan dan pemeliharaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kecepatan aliran permukaan agar melaju dengan kecepatan yang tidak merusak</li> <li>• Mengarahkan aliran permukaan agar tidak merusak bagian yang diinginkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menambah tenaga kerja/biaya</li> </ul>
Rorak, Jebakan sedimen, sumur resapan, gully plug, terjunan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tersedia tenaga dan biaya pembuatan dan pemeliharaan</li> <li>• Bahan cukup tersedia di sekitar lokasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menurunkan kecepatan dan volume air aliran permukaan, menekan laju erosi, dan sedimentasi</li> <li>• Meningkatkan simpanan air tanah sehingga fluktuasi debit maksimum dan minimum menurun</li> <li>• Memperpanjang musim tanam karena air tanah tersedia lebih lama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umumnya biaya pembuatan tinggi sehingga tidak terjangkau oleh petani atau memerlukan bantuan pemerintah untuk pembuatan</li> <li>• Mengurangi luas lahan tanam</li> <li>• Perlu disertai dengan teknik efisiensi penggunaan air</li> </ul>
Mulsa vertikal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan mulsa cukup tersedia</li> <li>• Tidak terdapat kontradiksi kepentingan misalnya, konservasi dan ternak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan kesempatan air untuk meresap</li> <li>• Menampung sedimen</li> <li>• Memelihara kelembaban tanah secara vertikal dan horizontal</li> <li>• Memberikan kondisi yang baik untuk kehidupan mikroorganisme tanah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biasanya bahan mulsa kurang tersedia</li> <li>• Ada kontradiksi kepentingan, misalnya antara aplikasi teknik konservasi dan ternak</li> </ul>
Embung, kedung, situ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanah bagian bawah cukup kedap air</li> <li>• Lahan cukup tersedia</li> <li>• Tersedia tenaga dan biaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menampung air aliran permukaan sehingga tidak mengalir ke tempat yang tidak diinginkan</li> <li>• Menyediakan kebutuhan air untuk tanaman terutama pada musim kemarau</li> <li>• Memperpanjang musim tanam</li> <li>• Untuk budidaya perikanan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi pengurangan luas areal tanaman utama sebesar 5 – 15%</li> <li>• Perlu biaya yang cukup besar untuk pembuatan dan pemeliharaan</li> </ul>

TEKNIK KONSERVASI AIR	PERSYARATAN	KEGUNAAN	KENDALA PENERAPAN
Gulud permanen air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanah dengan permeabilitas dan kapasitas infiltrasi tinggi</li> <li>• Sesuai untuk lahan dengan lereng 10%-40%</li> <li>• Diperlukan SPA untuk mengalirkan air permukaan ke sungai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengalirkan air aliran permukaan dari bidang olah ke SPA</li> <li>• Meningkatkan kelengasan tanah pada bidang olah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apabila rumput penguat gulud belum tumbuh sempurna, guludan tidak stabil sehingga mudah dihanyutkan oleh air aliran permukaan saat hujan lebat</li> </ul>
Pemberian mulsa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan mulsa cukup tersedia di lokasi misalnya: legum, sisa panen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memperbaiki struktur tanah</li> <li>• Meningkatkan produksi tanaman</li> <li>• Menekan pertumbuhan gulma</li> <li>• Mengurangi penguapan (evaporasi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika bahan mulsa tidak cukup menyebabkan penutupannya kurang dapat merangsang pertumbuhan gulma</li> <li>• Kadang-kadang dapat menjadi sarang hama/penyakit tanaman</li> <li>• Petani lebih suka melihat lahannya bersih</li> </ul>
Tanaman Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ditanam pada bibir, tanggapan teras, menurut strip sejajar kontour, atau ditanam sebagai tanaman penutup di lahan perkebunan</li> <li>• Petani beternak ruminansia</li> <li>• Perlu diusahakan agar semua petani di dalam satu desa atau sekurang-kurangnya dalam satu kelompok ikut menanam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menurunkan erosi sampai seperempat dari erosi plot kontrol</li> <li>• Sumber pakan</li> <li>• Memberikan proteksi terhadap erosi dan aliran permukaan</li> <li>• Sumber bahan organik/ bahan mulsa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi pengurangan luas areal tanaman utama sebesar 5% - 15%</li> <li>• Dapat menyaingi tanaman pokok</li> <li>• Perlu biaya pemeliharaan</li> </ul>

TEKNIK KONSERVASI AIR	PERSYARATAN	KEGUNAAN	KENDALA PENERAPAN
Tanaman MPTS (Multi purpose tree species)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Status pemilikan tanah tetap atau adanya hak guna usaha &gt; 10 tahun</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memberi proteksi jangka panjang</li><li>• Sumber pendapatan dan devisa</li><li>• Daun dan ranting yang jatuh merupakan sumber bahan organik setelah terdekomposisi</li><li>• Sumber kayu bakar</li><li>• Sumber bibit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bila tiba saat penebangan tanaman kayu-kayuan maka lahannya kembali terbuka</li><li>• Setelah ditebang perlu biaya untuk penanaman kembali</li></ul>

Sumber: Subagyo *et al.* (2004)

## B. Agroforestri (Wanatani)

Agroforestri atau wanatani adalah sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pangan, pepohonan dan atau ternak secara terus-menerus ataupun periodik yang secara sosial dan ekologis layak dikerjakan oleh petani untuk meningkatkan produktivitas lahan dengan tingkat masukan dan teknologi rendah (Nair, 1989). Sistem agroforestri merupakan sistem yang telah lama dipraktekkan oleh sebagian besar masyarakat desa di daerah hulu DAS karena mereka telah menyadari manfaatnya, baik terhadap produktivitas lahan maupun untuk kelestarian lingkungan (Arsyad, 2010). Menurut Santoso *et al.* (2004) bahwa sistem wanatani pada dasarnya merupakan sistem usaha tani yang telah membudaya di masyarakat desa, karena sistem tersebut membuat mereka lebih bebas mengatur dan menanam berbagai jenis tanaman yang dapat memenuhi kebutuhan jangka pendek maupun kebutuhan jangka panjang rumah tangganya.

Berdasarkan dari penampilan sistem wanatani pada umumnya merupakan implikasi dari beberapa faktor yaitu : 1) terdapat interaksi kuat baik kompetitif maupun komplementer antar komponen pohon-pohonan dan bukan pohon; 2) terdapat perbedaan yang nyata antara masing-masing komponen wanatani dalam dimensi fisik, umur, tampilan fisiologi tanaman; 3) umumnya mengintegrasikan dua atau lebih jenis tanaman (atau ternak) yang salah satunya tanaman berkayu; 4) wanatani selalu mempunyai dua atau lebih hasil; 5) siklus wanatani selalu lebih dari satu tahun; 6) walaupun menggunakan teknologi sederhana, secara ekologi dan ekonomi lebih kompleks

dibandingkan dengan usaha tani monokultur; 7) wanatani dapat diterapkan pada lahan-lahan yang berlereng, berbatu-batu, ataupun lahan marginal sekalipun (Santoso *et al.* 2004).

Tanika *et al.* (2013), menyebutkan bahwa lebih dari 58% luas DAS Bialo di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan didominasi oleh sistem agroforestri, baik agroforestri kompleks, cengkeh, coklat, kopi maupun agroforestri lainnya dan 22,5% berupa kawasan hutan serta persawahan sebesar 11%. Selain itu berupa ladang, belukar, padang rumput, lahan terbuka dan pemukiman. Selama 21 tahun (1989-2009), perubahan tutupan lahan paling nyata yang terjadi di DAS Bialo adalah meningkatnya lahan agroforestri cengkeh (15,8%) dan agroforestri coklat-kopi (9,5%). Peningkatan luas lahan tersebut merupakan hasil dari konversi lahan hutan dan agroforestri selain cengkeh, kopi dan coklat. Sebagai akibatnya, lebih sedikit hujan yang diintersepsi dan dievaporasikan di lahan agroforestri dan lebih banyak menjadi aliran permukaan. Walaupun demikian, perubahan neraca air yang terjadi tidak terlalu signifikan (evapotranspirasi berkurang 2,6% selama 21 tahun atau 0,12% pertahun dan aliran permukaan meningkat 2,4% atau 0,11% pertahun).

Atmojo (2008) menyebutkan bahwa agroforestri sangat tepat untuk dikembangkan dalam pengelolaan DAS (pengendalian banjir dan longsor) dengan pertimbangan sebagai berikut: (1) mampu menutup permukaan tanah dengan sempurna, sehingga efektif menekan aliran permukaan, erosi/longsor dan banjir, serta mampu meningkatkan infiltrasi/pasokan dan cadangan air tanah; (2) variasi tanaman membentuk jaringan perakaran yang kuat baik pada lapisan tanah atas maupun bawah, akan meningkatkan stabilitas tebing, sehingga mengurangi kerentanan terhadap longsor (melalui pola tanam khusus); (3) terkait rehabilitasi lahan, mampu meningkatkan kesuburan fisika (perbaikan struktur tanah dan kandungan air), kesuburan kimia (peningkatan kadar bahan organik dan ketersediaan hara) dan biologi tanah (meningkatkan aktivitas dan diversitas), morfologi tanah (pembentukan solum); (4) secara ekonomi meningkatkan pendapatan petani dan menekan kegagalan panen; dan (5) mempunyai peran penting dalam upaya rehabilitasi lahan kritis.

### **III. BANGUNAN STRUKTUR FISIK SEMAKIN DIBUTUHKAN UNTUK KONSERVASI AIR DI DAERAH HULU DAS**

#### **A. Pembangunan DAM Parit Bertingkat (*Channel reservoir in cascade*)**

Salah satu teknologi yang saat ini sedang berkembang di seluruh dunia baik di wilayah yang beriklim basah maupun yang beriklim kering untuk menekan dampak alih fungsi lahan terhadap banjir dan kekeringan adalah pembangunan Dam Parit Bertingkat (*channel reservoir in cascade*). Keunggulan teknologi ini antara lain: murah dan mudah dilakukan masyarakat, dampaknya terhadap penurunan debit banjir dapat terlihat langsung, mempunyai dampak ekonomi keluarga yang menjanjikan karena air yang ditampung dapat dimanfaatkan untuk pengembangan komoditas unggulan bernilai ekonomi tinggi. Dalam jumlah yang memadai dan terstruktur dam parit dapat digunakan untuk menyusun skenario distribusi dan alokasi sumberdaya air yang semakin terbatas dan langka. Menurut Irianto (2008), model pengembangan *Channel reservoir in cascade* di DAS bagian hulu, berdasarkan hasil penelitian di lapangan sangat ideal untuk dikombinasikan dengan pengelolaan air dan sedimen di waduk-waduk besar seperti: Jati luhur, Saguling, Cirata di Jawa Barat, Kedung ombo, Gajah mungkur di Jawa Tengah serta waduk Sutami di Jawa Timur. Pendekatan ini memungkinkan air hujan dan aliran permukaan tertahan lebih lama, banyak dan merata, sehingga pasokan air untuk berbagai keperluan dapat dipenuhi secara *in situ*. Dampak pembangunan *channel reservoir in cascade* terhadap perubahan karakteristik produksi air (debit puncak dan waktu respon) telah dapat dimodel oleh Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi.

Embung merupakan salah satu bentuk bangunan penampungan dan pelayanan air untuk rumah tangga penduduk, minum ternak dan irigasi di wilayah perbatasan dan beriklim kering Kabupaten Belu, Provinsi Nusa Tenggara Timur (Widiyono, 2010). Bentuk bangunan yang lain adalah sumur air tanah dangkal (kedalaman kurang dari 30 m) dan sumber-sumber air alam. Terdapat 26 embung-embung kecil di Nusa Tenggara Timur dengan kapasitas tampung 11.700 – 96.830 m<sup>3</sup> air dan, sebuah embung paling besar dengan kapasitas tampung 1.860.000 m<sup>3</sup> air; 276 sumber air alam dan beberapa sumur air tanah dangkal. Kelestarian embung-embung, dipengaruhi oleh berbagai aspek, seperti faktor teknis saat embung dibangun, pemanfaatan, sosial dan pengelolaan. Oleh karena keterbatasan sumberdaya alam

dan anggaran, pada umumnya di sebuah desa hanya terdapat satu tipe sumber air. Meskipun demikian, dimungkinkan pada sebuah desa terdapat tiga bangunan sumber air, yakni: embung khusus hanya untuk minum ternak dan pertanian; sumur gali air tanah dangkal dan sumber air alam untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Baik sumber air alam maupun buatan tersebut sangat bermanfaat untuk melayani kebutuhan petani di wilayah perbatasan Belu-Nusa Tenggara Timur (Widiyono. 2010).

Tingginya tekanan pada ekosistem DAS menyebabkan penanggulangan dan pemulihan semakin membutuhkan teknologi yang lebih banyak, tidak dapat hanya mengandalkan satu macam teknik namun diperlukan keterpaduan dari pengetahuan dan teknik serta melibatkan semua pihak (*stakeholder*). Penerapan metode struktur dan non struktur secara terpadu sudah saatnya sekarang, seperti sudah dilaksanakan di beberapa daerah antara lain beberapa DAS di Jawa misalnya DAS Citandui, DAS Jaratun Seluna (Asdak, 2014). Di Sulawesi Selatan, kabupaten Enrekang yang termasuk wilayah hulu DAS Saddang sudah melaksanakan kegiatan membangun embung sederhana di seluruh jaringan sungai yang ada di wilayahnya. Hal ini karena desakan aspek ekonomi terhadap penduduk, seperti dilaporkan oleh Pemerintah setempat (Kepala Dinas PU dan SDA) bahwa Kabupaten Enrekang berada di wilayah hulu DAS Saddang yang mengalir ke wilayah Kabupaten Sidrap, Kabupten Pinrang, Soppeng dan Pare-Pare yang merupakan lumbung padi di Sulawesi Selatan. Walaupun menjadi wilayah hulu sungai dan mata air, karena topografi wilayah memiliki kemiringan terjal dan berbatu, air hanya lewat di wilayah pemukiman ataupun pertanian dan perkebunan di Enrekang. Air tersebut tidak meresap dan tidak tertampung. Begitu musim kemarau sebagian wilayahnya menjadi sangat kering dan apabila musim hujan lahan tersebut berpotensi longsor. Kondisi tersebut membuat warga tidak bisa berbuat banyak, karena sebagian besar sawah adalah tadah hujan. Kondisi ini memaksa warga meninggalkan daerahnya. Tak jelas dari mana dan siapa yang memulainya, sebagian warga membuat embung, awalnya hanya kecil-kecil untuk keperluan pribadi, seperti menyiram tanaman, minuman ternak, atau keperluan rumah tangga. Dengan adanya embung tersebut masyarakat dapat tertolong dengan persiapan air saat musim kemarau, makin banyak yang ikut membuat dan akhirnya bukan lagi per rumah, melainkan per kelompok, terutama kelompok tani. Tidak sedikit embung yang menggunakan pompa dan

mengalirkan air ke tempat yang lebih tinggi. Ukuran embung bervariasi minimal 10 m x 5 m x 5 m kedalaman. Pemerintah mendukung dan sesuai data tahun 2015 di Kabupaten Enrekang terdapat embung 1.359 embung (bangunan pemerintah), jika ditambah embung buatan masyarakat sekitar 2.000 buah.

## **B. Biopori dan Sumur Resapan**

Banyak hasil penelitian yang dapat meningkatkan infiltrasi dan mengurangi banjir antara lain: pembuatan lubang resapan biopori yang digagas oleh Dr. Kamir R. Brata tahun 2008 di IPB. Secara alami biopori adalah lubang-lubang kecil pada lapisan tanah yang terbentuk akibat aktivitas organisme tanah, seperti cacing atau akar-akar tanaman. Beberapa penyebab sehingga biopori alami semakin langka misalnya meningkatnya bangunan-bangunan beton, penebangan pepohonan yang secara langsung mengurangi bahan organik sebagai bahan makanan bagi organisme tanah sebagai pembuat pori-pori alam, penggembalaan tidak terkendali dan pembakaran hutan secara luas. Maka solusinya dibuatlah lubang resapan secara fisik baik berupa lubang biopori maupun sumur resapan. Biopori merupakan lubang silindris secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 cm dan kedalaman kurang lebih 100 cm atau tidak sampai melampaui muka air tanah sedangkan jarak antar lubang 50-100 cm (Brata dan Nelistya, 2008). Lubang diisi sampah organik yang bertujuan agar terjadi dekomposisi dalam lubang dan dapat diambil sebagai kompos pada akhir musim kemarau bersamaan dengan pemeliharaan lubang peresapan. Biopori secara langsung akan menambah bidang resapan air minimal sebesar luas kolom atau dinding lubang, sebagai contoh bila lubang diameter 10 cm dan dalam 100 cm maka luas bidang resapan akan bertambah sebanyak 3.140 cm persegi atau hampir 1/3 meter persegi. Dengan kata lain suatu permukaan tanah berbentuk lingkaran dengan diameter 10 cm, yang semula mempunyai bidang resapan 78,5 cm persegi setelah dibuat lubang resapan biopori dengan kedalaman 100 cm, luas bidang resapannya menjadi 3.218 cm persegi. Lubang resapan biopori diaktifkan dengan memberikan sampah organik ke dalamnya. Sampah ini akan dijadikan sebagai sumber energi bagi organisme tanah untuk melakukan kegiatannya melalui proses dekomposisi (Brata dan Nelistya, 2008).

Sumur resapan berguna untuk membantu menyimpan air masuk ke dalam tanah yang lebih banyak. Sumur resapan merupakan

kegiatan konservasi sipil teknis sederhana untuk menampung, menahan dan meresapkan air permukaan (*run-off*) ke dalam tanah (akuifer) untuk meningkatkan jumlah dan posisi muka air tanah (USAID, 2012).

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

Aplikasi teknologi konservasi tanah dan air berupa kombinasi metode struktur fisik dan vegetatif merupakan kegiatan yang produktif dan konservatif. Pembangunan metode konservasi struktur fisik berupa dam parit, waduk, embung, sumur resapan dan biopori semakin dibutuhkan untuk membantu menahan aliran air di daerah hulu DAS. Selain untuk mengurangi banjir di daerah hilir juga sebagai sumber air para petani pada musim kemarau. Pola wanatani dengan kombinasi jenis tanaman produktif juga efektif untuk konservasi tanah dan air dan meningkatkan produksi lahan sesuai kebutuhan petani.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arsyad. S. (2000). Konservasi Tanah dan Air, edisi kedua, IPB Press, Bogor.
- Arsyad. S. (2010). Konservasi Tanah dan Air, edisi kedua, IPB Press, Bogor. 466 hal
- Asdak. C., (2014). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Edisi 4. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 630 hal.
- Atmojo. S. W. (2008). Peran Agroforestri Dalam Menanggulangi Banjir Dan Longsor DAS. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Prndidikan Agroforestry Sebagai Strategi Menghadapi Pemanasan Global di Fakultas Pertanian, UNS. Solo, 4 Maret 2008.
- Brata. K.R dan A. Nelistya. (2008). Lubang Resapan Biopori. Kategori Buku: Teknologi Non-Budi Daya (70 Hal). Penebar Niaga Swadaya. ISBN.(13) 978-979-002-209-6. Depok.
- Brata, R. Kamir. (2008). Lubang Resapan Biopori. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Irianto, G. (2008). Alih Fungsi Lahan: Dampaknya Terhadap Produksi Air DAS dan Banjir. Tabloit Sinar Tani, 28.
- Junaidi E dan S. D. Tarigan (2011), Pengaruh Hutan Dalam Pengaturan Tata Air dan Proses Sedimentasi Daerah Aliran Sungai (DAS): Studi Kasus

- di DAS Cisadane. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(2): 155-176. Bogor.
- Kodoatie R.J dan Sugiyanto, (2002). *Banjir. Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Belajar (anggota IKAPI) Yogyakarta, 55167. ISBN: 979-9483-46-8.
- Listyani I.D dan Sunaedi Nedi (2015), *Pemanfaatan cekdam singapraya untuk pengairan lahan sawah di desa kadupandak kecamatan tambaksari Kabupaten Ciamis*. Program Studi Pendidikan Geografi. FKIP Universitas Siliwangi Tasikmalaya.
- Monde, A. (2010). *Pengendalian aliran permukaan dan erosi pada lahan berbasis kakao di DAS Gumbasa, Sulawesi Tengah*. *Media Litbang Sulteng* 3(2), 131-136.
- Nair, P.K.R. (1989). *Agroforestry Systems in the Tropics*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Pratiwi dan Narendra. (2012). *Pengaruh penerapan teknik konservasi tanah terhadap pertumbuhan pertanaman mahoni (swietenia macrophylla king) di hutan penelitian carita, jawa barat*. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9 (2): 139-150. Bogor.
- Sallata.M.K. (2016). *Pengelolaan Sumberdaya Air Partisipatif Berbasis Pemukiman di Wilayah Hulu Daerah Aliran Sungai*. Disampaikan dalam Seminar Nasional Peran Pengelolaan DAS untuk Mendukung Ketahanan Air diselenggarakan atas kolaborasi dari BP2TPDAS, Pascasarjana UNS dan Fakultas Geografi UMS di Surakarta, pada tanggal 22 September 2016.
- Santoso, D; J.Purnomo; I.G.P.Wigena dan E. Tuherkih. (2004). *Teknologi Konservasi Tanah Vegetatif*. Dalam *Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng* editor Kurnia, U; A.Rachman; Ai Dariah. Pusat Litbang Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Sinukaban. N, (2007). *Peranan Konservasi Tanah dan Air dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. dalam *Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air*, penyunting Fahmuddin Agus, Naik Sinukaban, A.Ng Gintings, Harry Santoso dan Sutadi. Pengurus Pusat MKTI 2004-2007. Jakarta.
- Subagyo.K; Umi Haryati; dan Sidik H.Tala'ohu. (2004). *Teknologi Konservasi Air Pada Pertanian Lahan Kering*. dalam *Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng* editor: U.Kurnia; A.Rachman; Ai Dariah. Pusat Litbang Tanah dan Agroklimat. Bogor. ISBN 979-9474-434-4

- Tanika.L; C. I. Wijaya; Elissa Dwiyanti, dan Ni'matul Khasanah. (2013). Peranan Lahan Berbasis Agroforestri Terhadap Neraca Air Di Das Bialo, Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013. Hal. 328-334.
- WASWC (world Association of Soil and Water Conservation), (1998). WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies) A Frame Work for the Evaluation of Soil and Water Conservation. Lang Druck AG, Bern Switzerland.
- Widiyono Wahyu. (2010). Profil "Embung" dan Sumberdaya Air di Wilayah Perbatasan Kabupaten Belu-Ntt. Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter. Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi. Hal 164-170.
- Undang Undang RI. No. 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air.
- USAID, (2012). Sumur Resapan Sebuah Adaptasi Perubahan Iklim dan Konservasi Sumberdaya Air. Usaid Indonesia Urban Water Sanitation and Hygiene.
- Utomo.W.H dan Wisnubroto E. I, (2007). Dari Konservasi Tanah Ke Pemeliharaan Lahan: Upaya Pencapaian Pertanian Berkesinambungan. Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air. Pengurus Pusat MKTI, Jakarta 2007.