

KONSERVASI DAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR BERDASARKAN KEBERADAANNYA SEBAGAI SUMBER DAYA ALAM

M. Kudeng Sallata*

Balai Penelitian Kehutanan Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.16 Makassar, Sulawesi Selatan Kode pos 90243
Telp. (0411) 554049, Fax. (0411) 554058

*E-mail: kudengs@yahoo.com

ABSTRAK

Sumberdaya air merupakan sumber daya alam yang tidak hidup (abiotik) namun dapat diperbaharui (renewable resources). Air adalah salah satu sumber alam paling penting bagi makhluk hidup namun sering menjadi permasalahan dalam keberadaannya (occurance), peredaran/sirkulasinya (circulation) dan penyebarannya (distribution). Selain itu karena sifat-sifatnya, air sangat mudah terkontaminasi dengan zat-zat kimia lainnya melalui pencemaran lingkungan. Oleh karena itu diperlukan upaya konservasi melalui sistem pengelolaan yang efektif dan efisien sehingga terjadi kemanfaatannya secara berkelanjutan sampai ke generasi mendatang.

Kata kunci: *Sumber daya air, konservasi, pengelolaan efektif*

I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan intensitas pengelolaan lahan baik di dalam kawasan hutan maupun di luar kawasan hutan di wilayah DAS hulu untuk memenuhi kebutuhan sandang, pangan, papan dan energi. Aktivitas tersebut memiliki pengaruh negatif terhadap kondisi hidrologis DAS secara keseluruhan. Penanganan masalah lahan kritis atau konservasi tanah dan air secara parsial yang telah ditempuh selama ini ternyata belum mampu mengatasi masalah tersebut dan juga tidak efisien ditinjau dari segi biaya. Untuk itu, penanganan harus diubah dengan strategi pelaksanaan kegiatan pengembangan konservasi tanah dan air melalui pendekatan holistik dengan fokus pada sumber daya.

Diperlukan inovasi pengembangan program konservasi lahan dan sumberdaya air secara menyeluruh dan inovatif dalam merancang pemanfaatannya berbasis kelompok pemukiman masyarakat. Program-program pemerintah, terutama untuk pengentasan kemiskinan masyarakat yang dilaksanakan di wilayah hulu DAS perlu dipadukan sehingga efektif dan efisien berguna bagi masyarakat. Pengembangan inovasi dengan mengadopsi kearifan lokal menjadi salah satu pilihan sebagai sumber kemandirian masyarakat dalam mengelola sumberdaya air secara berkelanjutan.

Sumber daya air berdasarkan sifatnya dapat digolongkan menjadi Sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Sumber daya alam yang dapat diperbaharui adalah kekayaan alam yang dapat terus tersedia di alam selama penggunaannya tidak berlebihan seperti: tumbuh-tumbuhan, hewan, mikroorganisme, sinar matahari, angin, dan air. Namun demikian, manusia harus berusaha untuk menemukan dan menggunakannya secara berkelanjutan (lestari). Oleh karena itu manusia dianugerahi oleh Tuhan YMH, akal budi dan pemikiran untuk mengelola dan memanfaatkan alam semesta sebaik mungkin untuk kepentingan kemaslahatan hidup umat manusia baik sekarang maupun kehidupan generasi yang akan datang.

Dalam Undang-Undang No.23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa konservasi sumber daya alam adalah pengelolaan sumber daya alam tak terbaharui untuk menjamin pemanfaatannya secara bijaksana dan sumber daya alam yang terbaharui untuk menjamin kesinambungan ketersediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilainya. Konservasi sumber daya air adalah upaya memelihara keberadaan dan keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang. Selanjutnya Arsyad (2000); menyatakan bahwa konservasi air dan konservasi tanah merupakan dua kegiatan yang berhubungan sangat erat satu sama lainnya. Setiap perlakuan yang dilakukan pada sebidang tanah akan memengaruhi tata air pada tempat itu (*on site*) dan areal-areal di hilirnya (*off site*).

Konservasi air melalui pengelolaan yang efektif dan penggunaan yang efisien merupakan kegiatan sangat dibutuhkan dan mendesak. Pengelolaan air berdasarkan keberadaannya sebagai sumber daya alam adalah merupakan bagian dari program konservasi air yang secara utuh memelihara, merehabilitasi, menjaga

dan memanfaatkan sumber-sumber air yang ada secara efektif dan efisien terhadap kesejahteraan masyarakat. Kegiatan ini diperlukan untuk mengurangi volusi dan pencemaran sumber daya air akibat perlakuan eksploitasi berlebihan dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat.

II. PEMANFAATAN SUMBER DAYA AIR SERING MENJADI KONFLIK KEPENTINGAN

Sumber daya Air merupakan salah satu sumber daya alam yang tergolong tidak hidup (*non-hayati*) dan dapat diperbaharui sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Berdasarkan kebutuhan manusia yang terus meningkat dalam era sekarang, sumber daya air menjadi kurang karena pengelolaannya tidak memadai sehingga sering terjadi konflik kepentingan di wilayah masyarakat. Sehubungan dengan itu dibutuhkan sistem pengelolaan yang efektif dan efisien secara komprehensif dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan (*stakeholders*) untuk membangun model konservasi air yang tepat guna bagi masyarakat dan lingkungannya.

Menurut Firdaus, (2015), bahwa pengelolaan sumber daya air akan kacau apabila tidak diatur dengan baik. Terjadinya konflik kepentingan pemanfaatan air antara masyarakat dan industri air minum dalam kemasan yang terjadi antara lain: di Sukabumi, Klaten dan Umbulan merupakan salah satu faktor pendorong dan menjadi pertimbangan hakim di Mahkamah Konstitusi (MK) untuk membatalkan Undang-Undang No.7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air tertanggal 18 Maret 2015 dan memutuskan kembali menggunakan Undang-Undang No.11 tahun 1974 tentang Pengairan sebagai payung hukum. Banyak pihak mengharapkan pemerintah dapat menyatukan pengelolaan sumber air tanah dan sumber air permukaan karena saling terkait satu sama lain yang selama ini dikelola oleh dua Kementerian yang berbeda sehingga sering terjadi konflik kepentingan dalam penggunaan sumber air.

Asdak (2007), menyatakan bahwa memulai sistem pengelolaan sumber daya air tentu tidak terlepas dari pengetahuan tentang air dan permasalahannya meliputi: keberadaan (*occurance*), peredaran/ sirkulasinya (*circulation*) dan penyebarannya (*distribution*). Bagi pengelola sumber daya air tentu tidak lepas dari pengetahuan tentang hidrologi, geografi, meteorologi, klimatologi, geologi,

geomorfologi, sedimentologi dan oceanografi yang semuanya mempelajari unsur-unsur bumi dan air yang terkandung dalamnya. Dengan mempelajari hidrologi dapat diketahui potensi, waktu, dan tempat tersedianya sumber daya air dari suatu aliran sungai (DAS), selanjutnya diketahui juga tentang keberadaan air mengenai distribusinya tidak merata dan sangat dipengaruhi waktu dan kondisi tempatnya (Soewarno,2000).

III. AIR SEBAGAI SUMBER DAYA ALAM YANG DAPAT DIPERBAHARUI

Untuk memahami keberadaan air secara utuh tidak terlepas dari pengertian sifat-sifat air secara lengkap. Sekalipun sulit memisahkannya dari sumber alam tanah dan udara yang kelihatannya tersedia melimpah di alam, perlu kajian khusus terhadap sumber alam air untuk kepentingan pengertian yang lebih baik dan lengkap. Hal ini sangat penting sebagai dasar pengetahuan utama dalam menentukan sistem pengelolaan yang efektif dan efisien dalam kemanfaatannya. Dalam rangka konservasi air diperlukan sistem pengelolaan yang tepat guna, sehingga air dapat bermanfaat secara lestari untuk generasi mendatang.

Air sebagai salah satu sumber daya alam non-hayati (tidak hidup) adalah sumber daya alam yang terdapat di atas permukaan bumi dan di bawah permukaan bumi (Soewarno, 2000). Air mempunyai sifat-sifat tertentu yang khas seperti: air selalu menempati atau mengisi ruang sesuai bentuk dan ukurannya, mempunyai berat, permukaan air tenang selalu datar, selalu mengalir ke tempat yang lebih rendah, dapat berubah bentuk (wujud) padat atau bentuk gas, dapat melarutkan beberapa zat kimia lainnya, menekan ke segala arah, meresap/merembes melalui celah kecil, selalu bening/tidak berwarna, tidak mempunyai rasa (netral) dan tidak berbau. Air dapat menjadi wadah dan sebaliknya air dapat diwadahi oleh benda lain. Oleh karena sifatnya demikian maka air dapat dibuat menjadi sarana pembantu manusia, namun juga dapat menjadi sumber malapetaka dalam kehidupan manusia (dapat menjadi kawan dan sebaliknya dapat menjadi lawan).

Air merupakan salah satu sumber alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan mempunyai daya regenerasi yang selalu berada dalam sirkulasinya dari suatu siklus yang disebut siklus air/siklus hidrologi. Oleh karena sifatnya dapat diperbaharui

tergolong sumber alam yang tersedia melimpah di alam dan apabila volumenya berkurang dapat dengan cepat tersedia melalui proses pembaharuan baik secara alami maupun melalui rekayasa manusia. Namun demikian searah dengan perkembangan populasi mahluk hidup yang cepat dan khusus pada manusia untuk memenuhi kebutuhan air dalam kehidupannya menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan persediaan air disekelilingnya. Oleh karena itu diperlukan teknologi pengelolaan sumber air yang bijak dan cerdas (*smart*) sehingga ketersediaan air tetap berjalan sesuai kebutuhan populasi mahluk hidup yang ada.

Dalam Ensiklopedia Wikipedia (diakses 16 Maret 2015) dinyatakan bahwa air menutupi permukaan bumi hampir 71% atau 1,4 triliun kilometer kubik yang sebagian besar terdapat di laut (97,25%). Sisanya yaitu 2,75% berupa air tawar yang tersebar berupa uap dan awan serta hujan di atmosfer (0,001%), salju dan lapisan es di daerah kutub dan puncak-puncak gunung yang tinggi (2,063%), air permukaan berupa sungai, danau, kolam, cekdam (0,027%), dan air dibawah permukaan tanah (0,659%). Dari uraian tersebut diketahui bahwa volume air tawar yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kehidupan di darat persentasenya sangat kecil. Oleh karena itu volume air di darat harus dikelola sebaik-baiknya sehingga kemanfaatan terhadap kehidupan mahluk hidup secara umum dan terutama terhadap manusia.

Air dalam objek-objek tersebut di atas bergerak mengikuti suatu siklus air yang lazim disebut siklus hidrologi (*hydrologic cycle*). Proses berlangsungnya sangat sederhana yaitu dimulai dengan adanya energi matahari menyinari bumi mengakibatkan penguapan dari permukaan air di bumi naik ke atmosfer menjadi awan berubah menjadi hujan jatuh kembali ke permukaan bumi sebagian mengalir diatas permukaan tanah (*surface runoff*), sebagian meresap kedalam permukaan tanah (*infiltrasi*) dan mengalir di bawah permukaan tanah (*subsurface runoff*) atau aliran dalam tanah (*interflow*) menuju ke laut. Para hidrologiwan menyatakan bahwa ditinjau dari segi jumlah volume air (kuantitas) yang jatuh ke bumi relatif tetap, tetapi yang berubah adalah pola penyebarannya (distribusinya) menurut kondisi waktu dan tempat. Oleh karena itu banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau adalah fenomena alam yang merupakan bagian dari siklus hidrologi dan hanyalah disebabkan salah pengelolaan saja.

IV. KONSERVASI AIR HANYA EFEKTIF DITERAPKAN DI DAERAH HULU DAS

Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air hujan yang jatuh ke atas permukaan tanah seefisien mungkin dengan pengaturan waktu aliran yang tepat sehingga tidak terjadi banjir pada musim hujan dan tersedia cukup air pada musim kemarau (Arsyad.2000). Konservasi air dapat dilakukan dengan meningkatkan pemanfaatan komponen hidrologi berupa air permukaan dan air tanah serta meningkatkan efisiensi pemakaian air irigasi (Subagyo, 2007). Teknologi konservasi air dirancang untuk meningkatkan masuknya air ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dan pengisian kantong-kantong air di daerah cekungan serta mengurangi kehilangan air melalui proses evapotranspirasi dan menguap ke atmosfer. Keuntungan yang diperoleh melalui strategi konservasi air yang diarahkan untuk peningkatan cadangan air pada lapisan tanah dan disekitar zona perakaran tanaman pada wilayah pertanian adalah: terwujudnya pengendalian aliran permukaan, peningkatan infiltrasi dan pengurangan evaporasi. Ada dua pendekatan yang dapat ditempuh untuk mengefisienkan penggunaan air pada wilayah perkebunan yaitu: melalui pemilihan jenis tanaman sesuai dengan kondisi iklim dan melalui teknik konservasi air dengan penggunaan mulsa, gulud, dan teknik tanpa olah tanah (Santoso et al, 2004).

Untuk menjamin terselenggaranya pengelolaan sumber daya air yang dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kepentingan masyarakat dalam segala bidang kehidupan diperlukan pola pengelolaan sumber daya air yang didasarkan pada prinsip keseimbangan antara upaya konservasi dan pendaaygunaan sumber daya air. Pola pengelolaan sumber daya air disusun berdasarkan wilayah sungai dengan prinsip keterpaduan antara air permukaan dan air tanah. Penerapan teknologi konservasi air lebih efektif dan luwes dilakukan di wilayah hulu suatu DAS karena wilayah tersebut merupakan daerah menerima, menampung dan mengalirkan air lebih banyak dan lebih luas sehingga berpengaruh besar terhadap wilayah hilirnya. Ada banyak pilihan teknologi konservasi air yang tersedia dan telah menjadi pengetahuan umum para petani dapat menjadi pertimbangan menurut kondisi fisik wilayahnya. Oleh karena itu dibutuhkan pemahaman yang utuh dari seluruh masyarakat untuk mendukung program-program nasional dalam beberapa bentuk seperti: penyelamatan tanah dan air, pencegahan lahan kritis,

pembangunan dam-dam yang semuanya diarahkan untuk konservasi air dan tanah di wilayah hulu suatu DAS.

Pengelolaan sumber daya air adalah upaya merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air. Pola pengelolaan sumber daya air adalah kerangka dasar dalam merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi kegiatan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air. Di alam, air hanya dapat dikendalikan melalui wadah daerah tangkapan (*catchment area*) atau Daerah Aliran Sungai. Oleh karena daerah ini mampu menerima air yang masuk sebarangpun, dan dapat menyimpannya, dan mengalirkannya ke laut.

Aliran permukaan merupakan komponen penting dalam konservasi air, sehingga tindakan-tindakan yang berhubungan dengan pengendalian dan pengelolaan aliran permukaan dapat diformulasikan dalam strategi konservasi air (Arsyad, 2000). Sehubungan dengan itu air hujan yang banyak jatuh wilayah hulu DAS diusahakan sebanyak mungkin dapat meresap kedalam tanah melalui infiltrasi, ditahan sebanyak-banyaknya didaerah cekungan atau lembah sehingga dapat digunakan sebagai sumber air untuk pengairan pada musim kemarau. Memperbanyak tanaman pepohonan di wilayah lindung akan membangun iklim mikro di sekitarnya dan meningkatkan bahan organik sehingga akan meningkatkan simpanan air di permukaan tanah (*surface storage*) dan mengurangi evaporasi karena kelembabannya tinggi. Selain itu konservasi air dapat dilakukan melalui penutupan permukaan tanah dengan mulsa dari sisa-sisa tanaman pada lahan pertanian atau mengembangkan tanaman penutup tanah (*cover crop*).

Apabila wilayah hulu suatu DAS telah berfungsi dengan baik mengatur pergerakan aliran air ke wilayah hilir maka dipastikan kondisi tata air dalam DAS tersebut sangat baik. Mengendalikan sistem pertanian masyarakat di daerah hulu DAS yang pada umumnya dilakukan di wilayah kemiringan lereng yang tinggi (fisiographi) dengan menerapkan teknologi konserasi tanah dan air yang sesuai. Telah banyak hasil penelitian yang dapat diterapkan misalnya: hasil penelitian Utomo dan Islami,(2006); menggunakan sistem budidaya lorong di desa Ngrimbi, Jombang; tanaman jenis *Gliricidae* selama 10 tahun telah mampu meningkatkan kandungan hara tanah yang telah tererosi, dan pada saat bersamaan

memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas penyimpanan air tanah. Peningkatan kandungan hara, kapasitas penyimpanan air, dan perbaikan struktur tanah diikuti dengan peningkatan hasil tanaman pangan yang ditanam di antara pagar. Pada tahun pertama hasilnya hanya 1 ton/ha jagung dan tahun ke-5 menjadi 2 ton/ha. Konservasi tanah dengan metode vegetatif yang dikenal murah dan mudah dilakukan oleh petani; Konservasi sumberdaya air di daerah tangkapan dengan cara kombinasi konservasi tanah dan air; dan peningkatan efisiensi pemanfaatan air dengan teknologi budidaya tepat guna. Hutan masih diakui berbagai pihak sebagai penjaga kesuburan tanah dan memperbaiki tata air (Gintings, 2007; Junaidi dan Tarigan, 2011).

V. PENGELOLAAN AIR BERDASARKAN POTENSI YANG TERSEDIA

Upaya konservasi air tidak akan memiliki kontribusi secara signifikan dalam peningkatan produktivitas lahan, jika pemanfaatan air yang dilakukan boros. Oleh karena itu, upaya konservasi air harus disertai dengan pemanfaatan air secara efisien. Tidak semua bentuk teknik konservasi air dapat diterapkan pada setiap kondisi lingkungan. Ada beberapa faktor pembatas lingkungan yang perlu diperhatikan dalam menentukan teknik konservasi air yang akan diterapkan. Kesalahan penerapannya akan berakibat bukan hanya pada tidak efektifnya suatu teknologi konservasi air, tetapi juga meningkatkan biaya dan menurunnya produktivitas lahan. Faktor pembatas yang harus diperhatikan dalam menentukan teknik konservasi air adalah: Iklim (curah hujan), kemiringan lahan, kedalaman efektif tanah, dan tektur tanah. Jumlah curah hujan menentukan volume dari air hujan yang harus dikonservasi yang akan menjadi dasar menentukan dimensi teknologi konservasi air yang akan diterapkan di wilayah tertentu. Intensitas hujan menentukan jenis teknik konservasi air yang dipilih, sedangkan sebaran curah hujan berkaitan dengan lokasi dan waktu teknik tersebut diterapkan. Pada lokasi yang curah hujan tinggi, teknik konservasi air diarahkan untuk memanen hujan dan/atau aliran permukaan, sedangkan pada lokasi dengan curah hujan rendah, teknik konservasi air diarahkan selain untuk memanen air hujan juga untuk menanggulangi kehilangan air melalui evaporasi.

Menerapkan sistem pengelolaan air pada suatu wilayah tentu harus mempertimbangkan potensi sumber air yang tersedia. Untuk mengetahui semua itu menurut Djunaidi (2012); dapat menggunakan rumus Neraca Air. Neraca air merupakan hubungan antara ketersediaan air total (*supply*) dengan total kebutuhan air (*demand*) pada suatu DAS yang didalamnya terkandung komponen-komponen daur hidrologi, dengan persamaan neraca air sebagai berikut:

$$I = O \pm \Delta S$$

Keterangan:

I = air yang masuk ke DAS (ketersediaan)

O = air yang keluar dari DAS (kebutuhan)

ΔS = perubahan tampungan di dalam DAS

Nilai neraca air suatu DAS yang terkait dengan pengembangan sumber daya air, DAS dikatakan potensi sumber daya airnya baik jika antara ketersediaan air lebih besar dari kebutuhan air atau positif ($\Delta S = I - O$). Nilai ΔS merupakan nilai neraca air dapat bernilai positif atau negatif, tergantung kondisi DAS. Untuk melakukan perhitungan neraca air diperlukan komponen-komponen kebutuhan air dan komponen potensi ketersediaan air. Potensi Ketersediaan air dapat diketahui dari data: a) Ketersediaan air hujan (diketahui melalui Penakar), b) Ketersediaan air sungai (diketahui melalui debit aliran yang diukur dengan AWLR), c) Ketersediaan air dari mata air, jika terpisah dari debit sungai, d) Ketersediaan tampungan permukaan.; e) Ketersediaan air tanah. Air hujan yang jatuh di permukaan wilayah DAS tidak secara keseluruhan menjadi limpasan permukaan, melainkan sebagian hilang oleh proses infiltrasi, intersepsi dan evaporasi. Dengan demikian ketersediaan air hujan tidak secara langsung menunjukkan ketersediaan air dalam suatu wilayah perencanaan, namun untuk mendapatkan gambaran ketersediaan air dari air hujan diperlukan perhitungan dengan Hidrograf. Ketersediaan air sungai dilakukan dengan melakukan pengukuran debit secara langsung pada alur sungai yang ada pada wilayah perencanaan melalui AWLR, sehingga dapat mencerminkan kondisi nyata (*riii*) jumlah ketersediaan air. Identifikasi terhadap jenis *inflow* dibagian hulu sungai misalnya sumber mata air, saluran limbah domestik/ industry yang dibuang pada sungai tersebut dan lain-lain perlu dilakukan. Keberadaan mata air ini sangat dipengaruhi

oleh kondisi lahan dan vegetasi (tumbuhan) yang ada di daerah tangkapan airnya. Kondisi semacam ini memungkinkan keberadaan suatu air sumber dari tahun ke tahun mengalami perubahan baik besaran debit maupun lokasinya (Lisnawati dan Wibowo. 2010). Permukaan Tampungan air yang dimaksud disini adalah tampungan air permukaan baik yang alami maupun buatan. Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah yang membentuk di dalam retak-retak dari batuan.

Kebutuhan air yang selalu menjadi pertimbangan adalah: kebutuhan air untuk domestik (air minum dan air bersih), kebutuhan air irigasi untuk pertanian dan kebutuhan air untuk industri. Menyimpan air melalui upaya panen air (*water harvesting*) dapat dilakukan terutama pada saat musim hujan, dan memanfaatkannya untuk memenuhi kebutuhan irigasi bagi tanaman yang dikembangkan. Teknologi konervasi air yang dapat diaplikasikan untuk masyarakat antara lain adalah saluran peresapan, rorak, embung, dam, parit, gulud pemanen air, mulsa vertikal dan juga melalui pengelolaan lengas tanah menggunakan bahan organik. Teknologi ini telah terbukti mampu meningkatkan ketersediaan air untuk pertumbuhan dan produksi tanaman (Subagyono,2007).

VI. KESIMPULAN

Kebutuhan air semakin meningkat seiringan dengan penambahan populasi penduduk menyebabkan munculnya konflik kepentingan dalam pemanfaatannya. Sehubungan dengan itu dibutuhkan pengaturan dan sistem pengelolaan yang tepat guna sehingga dapat menghemat penggunaan air. Membangun sistem pengelolaan air berdasarkan sumberdaya lebih fokus menentukan komponen-komponen yang dibutuhkan mulai dari hulu sampai hilir sehingga konsep konservasi air dapat dicapai dengan baik demi keberlanjutan kamanfaatannya (lestari).

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad. S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Asdak, Chay. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Djunaidi. 2012. *Kajian Penataan Sumber Daya Air Dan Konservasi Air Tanah Pada Wilayah Kritis Air (Studi Kasus di DAS Blega Kabupaten Sampang Madura – Jawa Timur)*. *Jurnal Teknik Pengairan* Vol.2 no.1. ub.ac.id. Malang.
- Edy Junaidi dan Surya Dharma Tarigan. 2011. *Pengaruh Hutan Dalam Pengaturan Tata Air Dan Proses Sedimentasi Daerah Aliran Sungai (DAS): Studi Kasus Di Das Cisadane*. *Jurnal Rehabilitasi Hutan Dan Konservasi Alam* Vol. 8 No. 2: 155-176, 2011.
- Firdaus. 2015. *Pemerintah Diminta Satukan Pengelolaan Sumber Daya Air*. *Harian Kompas* 24 Maret 2015. Jakarta.
- Gintings, N. 2007. *Hutan, Tata Air dan Kelestarian DAS Cicatih*. *Prosiding Seminar: Peran Serta Para Pihak Dalam Pengelolaan Jasa Lingkungan Daerah*. Bogor.
- Lisnawati.Y dan Ari Wibowo. 2010. *Analisis Fluktuasi Debit Air Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Di Kawasan Puncak Kabupaten Bogor*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol.7 No.4 Oktober 2010. 221 - 226. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Bogor
- Santoso.D; J. Purnomo; I.G.P Wigena; E.Tuherkih. 2004. *Teknologi Konservasi Tanah Vegetatif*. Dalam *Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng* editor: U.Kurnia dkk 2004. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Schwab.G.O; R.K.Frevert; T.W.Edminster; K.Barnes. 1955. *Soil and Water Conservation Engineering*. John Wiley & Sons. Singapore.
- Soewarno. 2000. *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. PT.Citra Aditya Bakhti. Bandung. ISBN: 979-414-833-4
- Subagyono. 2007. *Konservasi Air Untuk Adaptasi Pertanian Terhadap Perubahan Iklim*. *Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air*. Pengurus Pusat MKTI. Jakarta.

Utomo.W.H dan T., Islami. 2006. Penggunaan Budidaya Lorong untuk Rehabilitasi Tanah Tererosi. Buana Sains Vol.6 No.1:67-74.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 tahun 1997, tentang pengelolaan lingkungan hidup.