

# **Pengelolaan Sumberdaya Air dan Lahan di Jawa: Studi Kasus di Wilayah Kerja Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dan Bengawan Solo**

Oleh:

**Raymond Valiant Ruritan**

Direktur Teknik

Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I

Jalan Surabaya No 2A Malang 65115

[raymond\\_valiant@jasatirta1.net](mailto:raymond_valiant@jasatirta1.net)

## **Ringkasan**

Makalah ini membahas degradasi lahan dan air di pada daerah aliran sungai (DAS) Brantas dan Bengawan Solo di Pulau Jawa, yang merupakan wilayah kerja dari Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I selaku badan usaha milik negara (BUMN) yang mengelola sumberdaya air. Degradasi lahan dan air akan ditelaah dari beberapa indikator yang ada dan selanjutnya terhadap metode penanganan yang telah dilakukan akan dievaluasi kritis. Indikator peningkatan degradasi lahan dan air pada kedua DAS tadi dilihat pada fluktuasi prosentase limpasan permukaan terhadap curah hujan yang jatuh maupun dan dari laju erosi teoritik yang meningkat. Analisis secara kritis terhadap degradasi lahan dan air di DAS Brantas dan Bengawan Solo menunjukkan sejumlah kekurangan yang berlangsung secara terus-menerus, seperti kegiatan konservasi vegetatif (penanaman pohon) masih dilakukan tidak tepat sasaran sehingga berimplikasi penanganan lahan yang terdegradasi tidak dapat dilakukan secara optimal, sementara pemilihan spesies tanaman dari jenis kayu ringan/sedang yang cepat tumbuh mempengaruhi tata air secara keseluruhan dan belum pasti meningkatkan efektifitas pengendalian degradasi lahan. Dari sisi kelembagaan, konservasi lahan dan air belum dilaksanakan secara terencana (*designated*), menyatu (*integrated*) dan terkoordinasi antar instansi; kondisi ini dipersulit dengan kebijakan pemerintah yang belum mampu mengendalikan tata ruang dan tata guna lahan secara efektif. Ditenggarai sektor pertanian merupakan kunci dalam pengendalian degradasi lahan dan air khususnya di bagian hulu dari kedua DAS tersebut. Keterlibatan masyarakat petani dan kerjasama antar-lembaga sebagai faktor yang berpengaruh dalam pengendalian degradasi lahan dan air. Untuk itu perlu ditingkatkan kemampuan, teknik dan strategi dalam konservasi lahan, sekaligus peningkatan kesejahteraan masyarakat petani sebagai pendukung keberhasilan dalam melestarikan lahan, yang diikuti integrasi antara strategi, perencanaan dan metode kerja dengan kegiatan (program) pada tataran petani dengan melibatkan lembaga terkait.

**Kata kunci:** lahan, air, daerah aliran sungai, indikator degradasi, pengendalian

## I. Pendahuluan

Kesatuan antara air dan tanah merupakan dasar perkembangan hidup hayati di muka bumi ini. Bila salah satu di antara kedua aspek itu berubah, ataupun mengalami gangguan, maka timbul persoalan bagi lingkup hayati (biosfer). Tidak saja pada tingkat dunia, ancaman terhadap kehidupan hayati yang berasal dari kerusakan pada air atau tanah juga terjadi di Indonesia, negeri khatulistiwa yang dikaruniai potensi alam yang berlimpah.

Degradasi lahan adalah suatu proses di mana kemampuan tanah pada suatu bidang lahan menurun atau berkurang (secara aktual maupun potensial) untuk memproduksi suatu barang ataupun jasa. Lahan yang telah terdegradasi cenderung mengalami **penurunan produktifitas** (Mawardi, 2012; Arsyad, 2013; Banuwa, 2013). Adapun degradasi air adalah suatu proses di mana air secara kuantitas dan kualitas mengalami perubahan terhadap waktu dan tempat yang menyebabkan **penurunan manfaat** (Oki & Kanae, 2006).

Degradasi lahan juga menjadi faktor yang membatasi produktifitas air dalam dunia pertanian (Barrow, 1991; Bossio *et al*, 2008; Falkenmark & Lannerstad, 2005).

Degradasi lahan merupakan salah satu ancaman terhadap keberlanjutan hidup manusia, yang tidak saja terjadi pada tanah di kawasan kering, setengah-kering atau setengah-basah di dunia sebagaimana ditinjau Oldeman *et al* (1991) namun juga terjadi pada kawasan tropis yang kaya akan kelembaban seperti Indonesia (Gillsdottir & Stocking, 2005; Bossio *et al*, 2010; Lestrelin, 2010). Ancaman akibat degradasi lahan ini dapat dikatakan bersifat global oleh karena mempengaruhi sejumlah besar umat manusia; diperkirakan sekitar 2,6 miliar penduduk yang menempati 33% luas lahan pertanian di dunia terancam secara langsung oleh degradasi lahan (Adams & Eswaran, 2000).

Selain penyebab alami seperti erosi oleh angin, air dan aliran salju, degradasi lahan kerap kali diakibatkan campur tangan manusia seperti: perubahan tata guna lahan (GLP, 2005; Tschakert & Dietrich, 2010), pengolahan tanah secara intensif dalam kegiatan bercocok-tanam atau pembukaan lahan yang menguras kandungan zat hara atau penggembalaan hewan merumput secara berlebihan (Ravi *et al*, 2010).

Degradasi air merupakan salah satu persoalan yang melekat pada keterbatasan air itu sendiri. Seluruh kehidupan di bumi ini terkait erat dengan air. Lebih khusus lagi, sebagian kehidupan itu bertumpu (secara mutlak) pada air tawar. Padahal air tawar di bumi ini hanya sekitar 2,5% dari keseluruhan air yang ada dan dua-per-tiga darinya berada dalam bentuk es, salju, beku atau tersimpan di dalam tanah (Shiklomanov, 1997).

Dalam kenyataan, penambahan penduduk menekan ketersediaan air tawar melalui desakan penyediaan air minum, pangan dan energi, selain kebutuhan untuk rupa-rupa pengolahan produk. Sebagai akibat tekanan ini, pengelolaan air tawar menjadi semakin penting – khususnya dalam mengatasi keterbatasannya terhadap waktu, ruang, jumlah dan mutu.

Dalam keterbatasan ini, air juga terancam oleh keberadaan manusia, baik akibat perubahan pada siklus hidrologi (Vörösmarty & Sahagian, 2000; Oki dan Kanae, 2006), limbah (rumah tangga, industri dan pertanian) yang dibuang ke perairan danau, waduk, rawa dan sungai-sungai di dunia (Vörösmarty *et al*, 2010), maupun emisi gas rumah kaca yang mendorong perubahan iklim global (Arnell, 2004; Kanae, 2009).

Makalah ini secara khusus akan meninjau degradasi lahan dan air pada DAS Brantas dan DAS Bengawan Solo yang merupakan dua buah wilayah sungai yang dikategorikan sebagai strategis-nasional. Kedua wilayah sungai itu juga sekaligus merupakan wilayah kerja dari Perusahaan Umum Jasa Tirta I (PJT-I) yang merupakan badan usaha milik negara (BUMN) pengelola sumberdaya air. Oleh karena kedua DAS ini berada di Pulau Jawa yang memiliki penduduk dalam jumlah besar dan tingkat kerapatan pemanfaatan lahan yang tinggi maka tidak dapat dipungkiri Brantas dan Bengawan Solo mengalami tekanan pada ketersediaan lahan dan air. Tanah yang relatif subur dari aktifitas vulkanik dan curah hujan cukup dari iklim yang mendukung, mendorong pertumbuhan penduduk bersama perkembangan kegiatan agraris dan aktifitas ekonomi lainnya.

PJT-I sebagai pelaksana dari sebagian kegiatan dalam pengelolaan sumberdaya air pada prinsipnya mengelola air permukaan melalui operasi dan pemeliharaan dari berbagai prasarana pengairan berupa bendungan, bendung gerak, bendung karet dan pintu air, dengan tujuan melayani kebutuhan air berbagai sektor. Namun, sebagai pelaksana amanat dari Undang-undang No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, maka BUMN ini juga menyelenggarakan pengelolaan data hidrologi, pemantauan kualitas air dan kegiatan konservasi yang bertujuan melestarikan tanah dan air.

Berdasarkan pengalaman PJT-I dalam mengelola air permukaan dan pengamatan akan berbagai perubahan pada lahan dan air dalam beberapa tahun terakhir ini diyakini DAS di Pulau Jawa berada dalam ancaman karena tindakan manusia atau yang disebut juga sebagai akibat antropomorfik (Sabiham, 2013; Arsyad, 2013). Memenuhi maksud melestarikan air permukaan dan lahan yang terkait, maka PJT-I berusaha lebih berperan sebagai mitra-strategis dalam pengelolaan lahan dan air di dalam wilayah kerjanya.

### 1.1 Penurunan Produktifitas Lahan

Degradasi lahan memberikan pengaruh yang cukup luas baik secara langsung maupun tidak langsung. Dampak dapat dirasakan dalam wujud semakin terbatasnya pemanfaatan lahan, makin tertekannya ketersediaan air permukaan dan air tanah, serta perekonomian dari sektor pertanian secara keseluruhan.

Degradasi lahan akan menurunkan luasan lahan yang subur. Akibatnya terbatasnya lahan subur maka produktivitas hasil pertanian juga akan terpengaruh. Jika produktivitas lahan turun maka muncul pola pertanian baru dengan memasukkan lebih banyak ikhtiar untuk meningkatkan hasil. Ikhtiar ini dapat berupa teknologi, bahan kimia, mineral tanah ataupun jenis bibit yang lebih toleran kondisi lahan saat sekarang.

Dalam kenyataan penambahan ikhtiar ini juga berpengaruh pada keadaan lingkungan, sebagai misal, diketahui penambahan pupuk anorganik secara berlebihan, menyebabkan residu fosfat dan nitrat berubah menjadi limbah yang mencemari perairan (PJT-I, 2004; Soekistijono, 2005) bahkan mendorong pelepasan gas rumah kaca yang mempercepat perubahan iklim (Quéré *et al*, 2013).

Adapun degradasi lahan pada hakikatnya juga mendorong konversi pemanfaatan lahan. Semakin menurunnya produktivitas lahan untuk kegiatan pertanian, akan mendorong alih fungsi lahan dari pertanian ke fungsi lainnya. Hal ini terjadi pada lahan-lahan yang dekat aglomerasi urban. Sejauh ini upaya pengendalian konversi lahan pertanian diupayakan melalui penerapan tata ruang namun dalam kenyataan masih terjadi secara meluas karena berbagai faktor (Dardak, 2013).

Sementara untuk memenuhi kebutuhan akan produk pertanian, alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman ini diikuti dengan alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian. Pada dasarnya alih fungsi lahan berlangsung dari aktivitas-aktivitas dengan *land rent* yang lebih rendah kepada aktivitas-aktivitas dengan *land rent* yang lebih tinggi (Arsyad, 2013)

### 1.2 Perubahan pada Tata Air

Tanah memainkan peran penting dalam daur hidrologi karena berfungsi sebagai penyerap presipitasi (hujan, embun maupun salju) dari atmosfer. Air yang diserap dalam keadaan tanah tidak jenuh air disebut infiltrasi. Bila tanah telah mencapai keadaan jenuh terjadi aliran air di dalam tanah akibat gaya gravitasi yang disebut perkolasi. Inilah yang menjadi aliran air tanah. Sebaliknya, air yang tidak terserap tanah akan mengalir di permukaan tanah melimpas di permukaan tanah atau *surface run-off* (Subramanya, 1999; Asdak, 2010; Mawardi, 2013).

Aliran air di permukaan dan di dalam tanah, sama-sama bergantung kepada tanah sebagai media penentu (*determinant media*). Gangguan terhadap tanah dalam bentuk degradasi lahan sangat mempengaruhi tata air secara keseluruhan (Li *et al*, 2009; Ravi *et al*, 2010), menurunkan produktifitas air dan tanah (Bossio *et al*, 2008 dan 2010); menurunkan daya tangkap karbon (Trabucco *et al*, 2008).

Beberapa dampak dari degradasi lahan terhadap tata air:

- Terjadinya kerusakan atau bahkan matinya sumber-sumber air, sebagai akibat dari menurunnya infiltrasi air dan terkurasnya akuifer (lapisan tak kedap air) di dalam tanah;
- Membesarnya perbandingan debit sungai di musim hujan terhadap debit di musim kemarau sebagai tanda berkurangnya aliran air tanah dan membesarnya limpasan permukaan;
- Erosi permukaan tanah (*sheet erosion*) dan erosi alur (*reef erosion*) cenderung membesar oleh karena aliran permukaan mengikis kolom tanah (*solum*) yang subur.

Menurunnya kualitas dan kuantitas air permukaan tidak dapat dipisahkan dari proses degradasi lahan dan dalam kenyataan merupakan satu kesatuan dengan erosi serta berkurangnya tutupan lahan.

### 1.3 Dampak pada Sosial Ekonomi Masyarakat

Proses degradasi lahan oleh tindakan manusia (antropomorfik) mempengaruhi kehidupan manusia baik secara langsung maupun tidak. Menurunnya tingkat kesuburan tanah menjadi penyebab kenaikan biaya produksi dan turunnya produktifitas pertanian, yang akhirnya berakibat kerugian pada petani.

Secara tidak langsung hal ini akan berdampak pada bertambahnya tingkat kemiskinan dan laju urbanisasi yang didorong oleh keinginan untuk memperoleh penghasilan yang lebih baik. Sementara itu, sebagai akibat dari penurunan produktifitas ini akan muncul berbagai konflik sosial, baik secara horizontal maupun vertikal (Rahim, 2003).

Hal ini dapat ditengarai dengan makin meluasnya kegiatan perekonomian masyarakat, khususnya dalam bentuk kegiatan pertanian, di daerah dataran tinggi (*up-land*) baik sebagai bentuk pemanfaatan kawasan hutan maupun daerah resapan air.

## II. Kondisi Sumberdaya Air dan Lahan di DAS Brantas dan Bengawan Solo

### 2.1 Gambaran Umum

Secara geologis, DAS Brantas maupun DAS Bengawan Solo berada pada sebuah zona geologi yang dibatasi oleh dua zona lainnya. Berdasarkan peta geologi Bemellen (1949) diketahui bagian utama dari kedua DAS ini berada pada sebuah formasi vulkanis yang ditandai rangkaian pegunungan berapi terbentang dari Jawa Tengah sampai Jawa Timur. Sebagai pembatas dari bagian utara dari kedua DAS ini terdapat zona Kendeng yang merupakan perlipatan yang membentuk perbukitan, sedangkan di selatan oleh zona Pegunungan Kapur.

Alur dari Sungai Brantas dan Bengawan Solo memiliki karakteristik khas. DAS kedua sungai ini berbentuk seperti daun (*leaf shape*) namun bila sungai utama diluruskan maka bentuknya menjadi akan memanjang (*long shape*). Alur sungai cenderung berkelok-kelok, khususnya di bagian hilir (*meandering*) namun sebagian telah diluruskan (*rectification*) sejak tahun 1980-an.

Iklim DAS Brantas dan Bengawan Solo bercorak muson tropis – sebagaimana halnya seluruh Pulau Jawa – ditandai musim hujan dari bulan Nopember sampai April tahun berikutnya dan musim kemarau dari Mei sampai Oktober. Kelembaban udara relatif tinggi di musim hujan, mencapai 60-80% dan rentang suhu udara sepanjang tahun berkisar antara rerata 26° sampai 32° C.

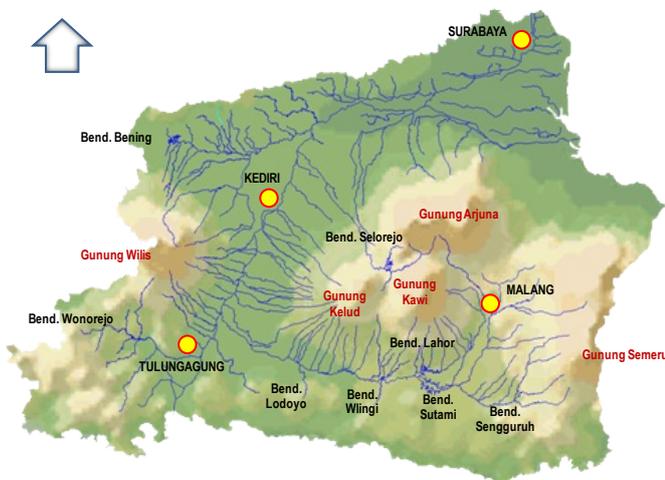
#### 2.1.1 DAS Brantas

DAS Brantas dianggap sebagai salah satu sungai penting di Pulau Jawa. Oleh karena memberi sumbangsih yang cukup besar pada pendapatan domestik regional bruto (PDRB) Provinsi Jawa Timur dan investasi yang ditanamkan Pemerintah Republik

Indonesia dalam sarana-prasarana pengairan yang nilainya cukup besar, ditetapkan sebagai sungai strategis nasional.

Sungai Brantas mengalir dari mata airnya di kompleks Pegunungan Arjuna-Anjasmara, yang berada pada ketinggian 1.547 meter di atas permukaan laut, menuju ke arah selatan, lalu ke barat dan akhirnya ke timur, searah jarum jam, sepanjang kurang lebih 320 km. Sepanjang alirannya sungai ini melewati sejumlah 14 kabupaten/kota, di mana ujung alirannya berada pada suatu delta yang dibatasi dua cabang anak sungai yakni Sungai Surabaya dan Sungai Porong (Sidoarjo).

Luas DAS Brantas seluruhnya sekitar 12.000 km<sup>2</sup> atau ¼ luas Provinsi Jawa Timur. Secara topografis, bentuk DAS-nya memanjang namun karena sungai utama ini mengalir searah jarum jam maka terlihat seperti trapesium. Secara umum, DAS Brantas terbagi dalam 3 bagian, yakni: DAS Brantas Hulu, DAS Brantas Tengah, dan DAS Brantas Hilir. Masing-masing memiliki karakteristik geologi, topografi, pedologi dan sosial ekonomi masyarakat yang berbeda.



**Gambar 1** – DAS Brantas di Provinsi Jawa Timur

Curah hujan rerata di Wilayah Sungai Brantas diketahui kurang lebih sebesar 2.000 mm tahun<sup>-1</sup>. Neraca air di DAS Brantas menunjukkan dari potensi air tersebut sekitar sekitar 1.038 mm tahun<sup>-1</sup> atau sekitar 12,45 miliar m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> menjadi aliran permukaan. Dari aliran sebesar ini hanya 3,33 miliar meter-kubik dimanfaatkan untuk keperluan manusia (bercocok tanam, industri dan domestik) melalui prasarana pengairan yang sudah terbangun.

Debit terbesar yang pernah terekam di Brantas Hulu adalah 2.057 m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup> pada 25-26 Desember 2007 (aliran masuk ke Bendungan Sutami) dan di Brantas Hilir adalah 1.535 m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup> pada 15 Januari 2011 (di Sungai Porong).

Awalnya, Pemerintah Hindia Belanda pada 1852 melakukan pengembangan modern di bidang sumberdaya air. Kegiatan awal adalah mengatur aliran yang selama ini masuk ke Sungai Surabaya melalui Pintu Air Mlirip dan mendirikan Bendung Gerak Lengkong untuk mengatur tinggi muka air Brantas di bagian hilir. Bersama dengan itu pada 1858 dibangun Daerah Irigasi (DI) Delta Brantas untuk pertanian padi dan tebu.

Usaha ini dilanjutkan dengan pengembangan sejumlah jaringan irigasi lain di bagian hulu Sungai Brantas, seperti DI Molek dan Metro yang terletak di Kabupaten Malang, maupun di bagian tengah, yakni DI Warujayeng dan Turi-Tunggarana yang mengambil air dari Sungai Brantas.

Pengembangan lebih lanjut dari prasarana pengairan di DAS Brantas dimulai kembali oleh Republik Indonesia, dengan pembangunan Terowong Neyama di Kabupaten Tulungagung yang membebaskan Rawa Campurdarat seluas 16.000 ha dari genangan. Seiring dengan diselesaikannya terowongan ini, Pemerintah Jepang melalui dana

pampasan Perang Dunia II melanjutkan penyusunan rencana induk untuk pengembangan sumberdaya air di DAS Brantas.

Pengembangan prasarana sumberdaya air di DAS Brantas dilakukan berlandaskan rencana induk pertama (1961) berlandaskan prinsip: satu sungai, satu rencana terpadu, satu manajemen terkoordinasi. Pengembangan sumberdaya air di Wilayah Sungai Brantas dilaksanakan berdasarkan sejumlah rencana induk (*master plan*) yang disusun secara bertahap dan ditinjau kembali secara berkala untuk disesuaikan dengan program nasional dan perkembangan kebutuhan sumberdaya air di wilayah sungai Brantas.

Berdasarkan rencana induk pertama (1961), kedua (1974) dan ketiga (1985), berbagai prasarana pengairan telah dibangun. Pertama-tama, ada sejumlah bendungan di ruas hulu sungai ini yang berfungsi untuk menampung banjir, menyimpan air dan membangkitkan energi listrik, yakni: Bendungan Sengguruh, Sutami, Lahor, Wlingi, Selorejo, Bening dan Wonorejo.

Kemudian, pada ruas tengah Sungai Brantas dibangun berbagai bendung yang berfungsi sebagai pengatur alokasi air dan pengambil air permukaan untuk irigasi maupun pengguna lainnya. Beberapa bendung yang telah dibangun adalah Bendung Gerak Ladaya, Mrican, Lengkong Baru, Segawe, Tiudan, serta Bendung Karet Menturus dan Jatimlerek.

Terakhir, pada ruas hilir dari Sungai Brantas dibangun sejumlah bendung yang berfungsi mengendalikan elevasi dasar sungai, mengatur pelepasan debit pada saat terjadi banjir dan menahan intrusi air laut, yakni Bendung Karet Gubeng, Bendung Gerak Lengkong Baru dan Gunungsari serta Pintu Air Mlirip, Jagir dan Wonokromo.

### 2.1.2 DAS Bengawan Solo

Sungai Bengawan Solo memiliki panjang kurang lebih 600 km mengalir dari Kabupaten Wonogiri di Provinsi Jawa Tengah ke arah utara hingga bermuara di Tanjungkepala (Ujungpangkah), Kabupaten Gresik di Provinsi Jawa Timur. Luas seluruh daerah aliran sungai (DAS) Bengawan Solo 16.100 km<sup>2</sup> yang dibagi ke dalam tiga Sub DAS, yakni Solo Hulu 6.072 km<sup>2</sup>, Solo Hilir 6.273 km<sup>2</sup> dan Kali Madiun 3.755 km<sup>2</sup>.

Secara geografis DAS Bengawan Solo terletak di lereng timur dari Gunung Merapi dan Merbabu, lereng barat dari Pegunungan Kapur Utara, lereng timur/tenggara dari Pegunungan Rembang dan lereng barat/utara dari Pegunungan Kendeng. Secara administrasi pemerintahan, DAS Bengawan Solo melintasi dua provinsi, mencakup 7 Kabupaten dan 1 Kota di Provinsi Jawa Tengah serta 9 Kabupaten di Jawa Timur.



**Gambar 2** – DAS Bengawan Solo di Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur

Curah hujan merata di DAS Bengawan Solo berkisar 2.100 mm/tahun, walau demikian sebarannya tidak merata. Curah hujan merata di Sub DAS Solo Hulu (2007-2011) adalah

2.266 mm, di Solo Hilir (2001-2011) adalah 1.563 mm dan Kali Madiun (2007-2011) adalah 2.259 mm. Curah hujan tertinggi terekam adalah 278 mm pada tanggal 25 Desember 2007 di Jatisrono, Kabupaten Wonogiri.

Neraca air di DAS Bengawan Solo menunjukkan dari potensi air tersebut sekitar sekitar 1.040 mm tahun<sup>-1</sup> atau sekitar 16,70 miliar m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> menjadi aliran permukaan. Dari aliran sebesar ini hanya 3,46 miliar m<sup>3</sup> dimanfaatkan untuk keperluan manusia (bercocok tanam, industri dan domestik) melalui prasarana pengairan yang sudah terbangun.

Debit terbesar di Bengawan Solo Hulu adalah 1.986 m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup> pada tanggal 26 Desember 2007 (di Jurug Kota Surakarta), Bengawan Solo Hilir adalah 3.392 m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup> pada 29 Desember 2007 (di Bojonegoro) dan di Kali Madiun adalah 1.421 m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup> pada 26 Desember 2007 (di Mangunharjo, Madiun).

Menilik sekilas pemanfaatan lahan di DAS Bengawan Solo, sebagian besar sudah merupakan kawasan terbuka, yakni untuk lahan pertanian (47,3%), pekarangan dan pemukiman (32,4%), sementara hanya sebagian kecil saja masih berwujud tutupan hutan (19,5%) selebihnya dimanfaatkan untuk hal-hal lain. Kondisi tutupan lahan ini dipengaruhi oleh jumlah penduduk di DAS Bengawan Solo yang diperkirakan mencapai 14,63 juta jiwa (data tahun 2010).

Kondisi sungai Bengawan Solo Hilir memiliki keunikan, berupa alur yang lebar dengan kemiringan kecil/landai, melalui dataran hasil pengendapan (*alluvial*) dan menjadi daerah yang sering digenangi banjir. Semakin ke arah muara sungai ini diapit beberapa daerah yang lebih rendah (*depression zone*) yang merupakan rawa atau paya, seperti Rawa Jabung (luas 5.450 ha), Rawa Semando (1.661 ha) dan Bengawan Jero (10.951 ha).

Pada 1852, Pemerintah Hindia Belanda tertarik mengembangkan bagian hilir Sungai Bengawan Solo setelah melihat luas dan suburnya lahan pertanian yang dapat dibuka di lembah itu. Departemen Pekerjaan Umum (Burgerlijke Openbare Werkingen disingkat BOW) mempersiapkan konsep awal pengembangan DAS Bengawan Solo, dengan membendung Kali Pacal – salah satu anak Bengawan Solo – untuk membangun suatu sistem irigasi di bagian hilir sungai ini. Rencana ini ditinjau ulang pada 1870 dan pada 1881 disusun rencana oleh BOW berupa sebuah mega proyek yang dikenal dengan nama Solo Valleiwerken. Rencana mencakup perbaikan muara Bengawan Solo sehingga sungai itu mengalir ke Laut Jawa di sekitar Ujungpangkah (Tanjungkepala), pembuatan saluran pengendali banjir (*floodway*) di Pelangwot yang mengalir ke utara menuju Laut Jawa di dekat Sedayulawas.

Proyek ini selanjutnya bermaksud membangun daerah irigasi seluas 223.000 *bouw* (setara 158.000 hektar) dihentikan pada 1898 dan sebagai gantinya dibangun sejumlah waduk kecil pada anak-anak Bengawan Solo, seperti: Prijetan (selesai 1917) di Lamongan, Bunder (1932) di Gresik dan Pacal (selesai 1933) di Bojonegoro, untuk pengembangan irigasi di bagian hilir dari sungai terpanjang di Jawa ini.

Pada 13-20 Maret 1966 terjadi banjir di Bengawan Solo yang menggenangi 142.000 ha tanah pertanian dan permukiman serta menelan 600-an korban jiwa. Akibat dari banjir ini Pemerintah Republik Indonesia mulai memberikan perhatian untuk mengendalikan banjir dan mengelola potensi air yang tersedia di sungai tersebut.

Setelah pembangunan tanggul negara untuk melindungi Kota Solo selesai (1972) maka disusunlah rencana induk pengembangan wilayah sungai (WS) Bengawan Solo dengan bantuan Overseas Technical Cooperation Agency (OTCA) dari Pemerintah Jepang (1974). Pelaksanaan dari rencana induk ini ditangani Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai (PIPWS) Bengawan Solo di bawah Kementerian Pekerjaan Umum.

Salah satu hasil utama dari rencana induk pertama ini adalah penyelesaian Bendungan Wonogiri (1982), Bendung Gerak Babat (2003) dan pembuatan saluran pengendali banjir di Pelangwot-Sedayulawas (2005). Rencana induk ini lalu ditindaklanjuti berturut-turut dengan sejumlah kegiatan di Bengawan Solo berupa perbaikan bagian hulu dari Bengawan Solo (1994), perbaikan khusus Kali Madiun (1995) dan bagian hilir dari Bengawan Solo (2001 sampai sekarang)

Sementara itu pada 2001, rencana induk pengembangan WS Bengawan Solo ditinjau kembali melalui bantuan Japan International Cooperation Agency (JICA). Rencana induk

kedua ini merupakan penyempurnaan untuk memperbaiki rencana yang tidak dapat diselesaikan pada rencana pertama, termasuk di dalamnya ketidakmampuan membangun Bendungan Jipang – yang semula diharapkan dapat dipakai mengendalikan banjir di bagian hilir Bengawan Solo.

Pada tahun itu pula, Perum Jasa Tirta I diberi kewenangan oleh Pemerintah Republik Indonesia melalui Keputusan Presiden No. 129 tahun 2000 tanggal 14 September 2000 untuk mengelola sejumlah prasarana-sarana pengairan di Bengawan Solo.

Lebih lanjut, melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11A/PRT/M/2006, Bengawan Solo ditetapkan sebagai sungai lintas provinsi yang karena memiliki fungsi sentral baik di Jawa Tengah maupun Jawa Timur, penyiapan prasarana-sarana pengairannya diserahkan pada Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo.

## 2.2 Permasalahan Sumberdaya di DAS

### 2.2.1 Perubahan Tata Ruang dan Degradasi Lahan

Perubahan tata guna lahan telah diketahui terjadi di DAS Brantas dan Bengawan Solo sejak lama dan bersumber dari kegiatan manusia (PU, 2005 dan PU, 2001). Beberapa analisis terhadap DAS Brantas Hulu misalnya telah menunjukkan timbulnya perubahan tata guna lahan yang mendorong ke arah degradasi lahan (BPDAS, 2003a; 2003b; dan 2003c).

Oleh karena aspek geologi dan litologi (bebatuan permukaan) yang cenderung vulkanis, maka DAS Brantas dan Bengawan Solo memiliki corak pedologis yang unik. Proses erosi dan disposisi lapukan vulkanik menyiptakan *cluster* tanah dengan berbagai keragaman kesuburan. Bagian tengah dan hilir dari kedua DAS ini berwujud dataran aluvial hasil pengendapan material vulkanis, yang membentuk dataran (delta) pada kawasan yang dipengaruhi pasang-surut laut.

Sesuai persebaran curah hujan, jenis tanah, kelerengan dan tata guna lahan, maka erosi di kedua DAS ini bervariasi secara ruang dan waktu. Sebagai contoh, diketahui tingkat erosi teoritik di DAS Brantas Hulu telah mencapai 2,9 mm tahun<sup>-1</sup> (BPDAS, 2003a, 2003b dan 2003c), tidak berbeda jauh dengan analisis PU (2005) sebesar 2,8 mm tahun<sup>-1</sup>.

Memperhatikan laju erosi, semakin dapat dipahami perubahan kondisi tutupan lahan merupakan fenomena kolektif pendorong degradasi lahan pada berbagai bagian DAS. Salah satu indikator dari perubahan tata guna lahan adalah luas tutupan hutan. Contoh diberikan pada

Tabel 1 untuk DAS Brantas Hulu di mana tampak perubahan luasan hutan berkurang secara signifikan akibat aktifitas manusia (antropomorfik).

**Tabel 1** - Data luasan hutan di DAS Brantas Hulu

Tahun	Luas	
	km <sup>2</sup>	%
1941	530	26
1951	398	19
1994	256	12
2005	242	12

Catatan: penurunan drastik dari luasan hutan di DAS Brantas Hulu disebabkan letusan Gunung Kelud pada 31 Agustus 1951

Sumber: Nippon Koei (1961) dan PU (2005)

Berbagai program dan gerakan untuk merehabilitasi lahan dan hutan telah dilakukan di DAS Brantas. Bersama-sama dengan pemerintah pusat dan daerah, kegiatan konservasi ini juga melibatkan Balai Pengelolaan DAS Brantas (Kementerian Kehutanan), Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (Kementerian Pekerjaan Umum) dan Perum Jasa Tirta I sebagai badan usaha milik negara (BUMN) yang menjadi pengelola sumberdaya air di DAS tersebut. Namun secara keseluruhan masih perlu ditinjau keberhasilan dari gerakan rehabilitasi dimaksud.

## 2.2.2 Persaingan (Kompetisi) Air Permukaan

Neraca air di WS Brantas menunjukkan dari potensi air permukaan sebesar 12,46 miliar  $m^3$  tahun<sup>-1</sup> hanya sekitar 3,33 miliar  $m^3$  tahun<sup>-1</sup> yang dipergunakan untuk berbagai keperluan seperti pertanian, industri dan domestik; sementara di DAS Bengawan Solo dengan potensi air permukaan 16,70 miliar  $m^3$  tahun<sup>-1</sup> pemakaian air adalah 3,46 miliar  $m^3$  tahun<sup>-1</sup>. Air selebihnya mengalir ke laut kembali.

Jumlah pemanfaatan yang masih relatif sedikit ini erat kaitannya dengan ketersediaan prasarana pengairan yang ada di masing-masing DAS. Meskipun di DAS Brantas ada 8 bendungan, 3 bendung gerak, 3 bendung karet dan 2 pintu air, sedangkan di DAS Bengawan Solo terdapat 1 bendungan, 3 bendung gerak, 9 bendung karet dan 6 embung, namun secara keseluruhan prasarana tersebut masih terbatas memanfaatkan air yang ada.

Ketersediaan air untuk berbagai keperluan manusia (pertanian, industri dan domestik) berhubungan erat dengan kondisi alami wilayah sungai dan kemampuan tampung infrastruktur yang telah dibangun. Untuk DAS Brantas air yang dapat dimanfaatkan sekitar 2,77 miliar  $m^3$  diserap oleh sektor pertanian, 350 juta  $m^3$  terpakai untuk keperluan domestik dan 163 juta  $m^3$  untuk keperluan industri. Sementara di DAS Bengawan Solo, sekitar 3,2 miliar  $m^3$  air dipakai untuk pertanian, sedangkan sisanya sekitar 260 juta  $m^3$  dipergunakan untuk keperluan industri dan domestik.

Oleh karena kelengkapan infrastruktur pengairan di DAS Brantas, maka berkembanglah para pengguna air pokok di luar pertanian, yakni mencakup 8 pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dengan kapasitas terpasang setara 280,62 mW, 144 industri yang berizin aktif dan 28 titik pengambilan air baku untuk keperluan domestik yang berizin. Sedangkan di DAS Bengawan Solo terdapat 4 titik PLTA dengan kapasitas terpasang 20,5 MW.

Guna keperluan melayani berbagai penggunaan air tersebut, sejak 1990 telah didirikan Perusahaan (Perum) Umum Jasa Tirta I sebagai BUMN yang bertindak sebagai operator penyediaan layanan air baku di Indonesia dengan wilayah kerja di DAS Brantas dan DAS Bengawan Solo.

Kondisi kuantitas air di DAS Brantas dan Bengawan Solo dipengaruhi oleh proses alokasi air yang melibatkan pengoperasian sejumlah besar bangunan prasarana pengairan, sedangkan kualitas air dipengaruhi oleh aktifitas manusia yang menimbulkan dampak pencemaran pada badan-badan air permukaan. Tanpa upaya pengendalian pemakaian (*demand management*) maupun pengendalian pasokan (*supply management*) maka kuantitas air di kedua DAS ini akan berada dalam keadaan kritis, karena secara teoritis kebutuhan air telah melampaui ketersediaan air dari sumber-sumber yang ada.

Pengendalian pasokan air (*supply management*) maupun pengendalian pemakaian air (*demand management*) merupakan upaya gabungan mengamankan layanan air permukaan di DAS Brantas dan DAS Bengawan Solo, yang semakin lama semakin banyak mengalami tekanan. Kegiatan pengendalian ini telah dikaji secara mendalam dan mencakup sejumlah kegiatan pengendalian yang terkait dengan berbagai sektoral.

Dalam kenyataan, efisiensi pengelolaan air kerap kali berhadapan dengan kesulitan teknis. Sedangkan upaya pengendalian dari sisi pasokan dengan menambah prasarana-sarana pengairan memerlukan investasi yang besar, karena pembangunan prasarana-sarana yang berujud bendungan memerlukan biaya konstruksi yang tinggi dan memiliki kendala sosial yang bersifat kompleks (seperti pembebasan lahan, relokasi dan lain sebagainya).

## 2.2.3 Kondisi Kualitas Air di DAS Brantas dan Bengawan Solo

Di sepanjang aliran Sungai Brantas dan Bengawan Solo terletak sejumlah aglomerasi urban, yang berperan menimbulkan beberapa masalah antara lain timbulnya daerah kumuh di tepi sungai, menurunnya kualitas air sungai dan ancaman bencana banjir (*hazard*) akibat meluapnya air sungai.

Menurunnya kualitas air terutama disebabkan oleh beban pencemar akibat limbah industri, domestik dan pertanian. Selain itu menurunnya kualitas air disebabkan juga oleh

perilaku masyarakat yang menganggap bahwa sungai sebagai tempat pembuangan limbah baik limbah padat maupun cair.

Sumber pencemar dominan yang mencemari Sungai Brantas dan Bengawan Solo adalah sebagai berikut:

1. Limbah industri

Pada saat ini, terdapat 483 industri yang berpotensi membuang limbah dan berpengaruh langsung pada kualitas air sungai di DAS Brantas (SRCAPS, 1999) di mana 50 di antaranya dipantau secara rutin oleh PJT-I. Sementara di DAS Bengawan Solo berdasarkan survei terdapat 59 industri (PU, 2001) yang membuang limbah serupa dan berpengaruh langsung pada kualitas air sungai. Industri tersebut secara di DAS Brantas memberi beban BOD netto sebesar 125 ton-BOD hari<sup>-1</sup> (perhitungan tahun 1999) sedangkan untuk DAS Bengawan Solo sebesar 80 ton-BOD hari<sup>-1</sup> (perhitungan tahun 2000). Meskipun telah ditetapkan standar baku mutu buangan limbah industri masih sulit untuk diterapkan karena belum diterapkannya peraturan perijinan pembuangan limbah cair industri dan penegakan hukum yang masih belum efektif.

2. Limbah domestik

Limbah domestik (rumah tangga, hotel, restoran, dan lain-lain) memiliki peran besar dalam kontribusi limbah pada DAS Brantas yaitu sebesar 205 ton-BOD hari<sup>-1</sup> (perhitungan tahun 1998). Hal serupa di alami Bengawan Solo, namun dengan persoalan yang lebih rumit karena sebagian industri merupakan kegiatan rumah tangga (*home industry*).

3. Limbah pertanian

Luas kawasan beririgasi teknis yang mengambil air secara langsung dari sungai utama (mainstream) Brantas dan Bengawan Solo adalah masing-masing 107.000 ha dan 30.000 ha. Sumber pencemar dari pertanian berasal dari sisa pemupukan anorganik dan sisa penggunaan pestisida yang mengalir ke sungai bersama dengan sisa air irigasi. Proses ini adalah proses alami, tetapi proses yang terlalu cepat akibat campur tangan manusia dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Pencemaran ini umumnya terjadi pada saat musim hujan. Dampak yang terjadi akibat limbah pertanian tersebut adalah terjadinya eutrofikasi di perairan waduk (terutama di Bendungan Sutami) akibat tingginya kadar nutrisi dalam air sehingga menyebabkan pertumbuhan alga semakin tinggi dan terjadi penurunan kualitas air. Sementara itu, di Bendungan Wonogiri, diindikasikan meningkatnya pelepasan gas rumah kaca (GRK) sebagai sisa dari proses daur nitrat dan fosfat yang terlarut di air waduk.

4. Limbah Peternakan

Limbah peternakan pada umumnya berupa peternakan sapi, ayam, kambing dan babi (skala besar) yang berupa cairan dari kegiatan pencucian/pembersihan lantai kandang ternak dan memandikan ternak dengan air bersama-sama kotorannya. Pengolahan limbah ternak pada umumnya hanya berupa bak pengendap air kotoran dan pakan. Untuk wilayah Jawa Timur, limbah peternakan harus memenuhi persyaratan Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Keputusan Gubernur Propinsi Jawa Timur No. 45 Tahun 2002.

Untuk mengatur batas kadar zat atau bahan pencemar yang terdapat dalam air agar tetap berfungsi sesuai dengan peruntukan air tersebut, digunakan Peraturan Pemerintah (PP) No 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, di mana klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

### III. Pembahasan Dampak Degradasi Lahan dan Air

#### 3.1 Permasalahan dalam Pengelolaan Kualitas Air

Permasalahan yang dihadapi dalam upaya pengendalian pencemaran di Sungai Brantas, antara lain:

1. Pencemaran air permukaan disebabkan oleh banyaknya pemukiman di dalam DAS Brantas dan Bengawan Solo yang tidak memiliki cara pengolahan sampah dan limbah domestik, sehingga produk akhir ini langsung dibuang dan akhirnya diterima oleh badan air (sungai, danau dan waduk).
2. Pengendalian limbah domestik belum dilaksanakan secara menyeluruh, terutama pengendalian sumber pencemar limbah rumah tangga. Sebagai contoh: di DAS Brantas beban pencemaran limbah domestik mencapai 62% dari total beban yang masuk sungai (SRCAPS, 1999). Upaya percontohan dengan membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara komunal kurang berhasil karena masyarakat tidak memisahkan saluran air kotor dan saluran air dari WC.
3. Penegakan hukum terhadap pencemar masih lemah, karena masih mempertimbangan aspek sosial dan ekonomi, termasuk kesempatan kerja.
4. Banyak industri yang tidak mengoperasikan IPAL-nya karena biaya operasi dan pemeliharannya cenderung mahal. Hal ini disiasati oleh sebagian industri dengan tetap membangun IPAL namun dengan kapasitas pengolahan limbah yang lebih kecil daripada yang diproduksi, sehingga buangan limbahnya tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan. serta
5. Pengendalian pencemaran air merupakan masalah yang kompleks, memerlukan dana besar dan waktu panjang serta memerlukan komitmen semua pihak yang berkepentingan, baik pemerintah pusat maupun daerah, pengelola wilayah sungai maupun dari pemanfaat air (industri, domestik dan pertanian) serta masyarakat.
6. Kurangnya kesadaran masyarakat untuk ikut berpartisipasi dalam memberikan kontrol sosial yang positif (aktif dan konstruktif).

Sejauh ini metode pengelolaan kualitas air masih bertumpu pada dua kegiatan utama, yakni pengendalian beban limbah – yang umumnya berasal dari sumber limbah tertentu (point source polluters) dan upaya mengurangi kepekatan limbah di badan air (sungai) melalui penambahan debit (*dillution*) dan meningkatkan kapasitas penjernihan sendiri (*self-purification*).

**Tabel 2** – Perbandingan hasil pemantauan, kondisi tahun 1997, rencana, baku mutu dan kondisi saat ini air sungai di DAS Brantas

Sungai	Kondisi Awal (1997)	Rencana (2005)	Rencana (2010)	Rencana (2020)	Baku Mutu	Kondisi Saat Ini (2013)
<b>Brantas</b>						
– Malang-Sngguruh	C	C	C	B	C	M
– Sngguruh-Lodoyo	B	B	B	B	C	TM
– Lodoyo-Ngrowo	B	B	B	B	C	M
– Ngrowo-Kediri	B/C	B	B	B	C	M
– Kediri-Widas	B/C/D	C	C	B	C	M
– Widas-Mojokerto	C/D	B/C	B	B	B	TM
<b>Surabaya</b>						
– Mojokerto-Surabaya	B/D	B	B	B	B	TM

Sungai	Kondisi Awal (1997)	Rencana (2005)	Rencana (2010)	Rencana (2020)	Baku Mutu	Kondisi Saat Ini (2013)
- Karangpilang-Gn. Sari	D	C	C	B	B	TM
- Gn. Sari-Jagir	C/D	C	B/C	B	B	TM
<b>Mas</b>						
- Surabaya	D/E	C/D	B/C	B/C	C	TM
<b>Wonokromo</b>						
- Surabaya	D/E	C/D	B/C	B/C	B	TM
<b>Porong</b>						
- Mojokerto-Porong	D	B	B	B	B	TM
- Porong-Laut	C	C	B	B	C	TM

Sumber: Perum Jasa Tirta I (2013)

Rencana Induk Pengendalian Kualitas Air untuk DAS Brantas telah disusun pada 1989 namun dari hasil evaluasi pelaksanaan tahap jangka pendek (antara tahun 1990-1995) diperoleh kesimpulan sasaran tidak tercapai. Penyebab dari tidak tercapainya sasaran rencana induk pertama adalah: tidak ada legitimasi memadai dari Pemerintah Provinsi Jawa Timur. Berkaitan tidak tercapainya Rencana Induk (1989) tersebut maka pada 1997 dimulai kajian ulang yang diberi nama Studi Surabaya River Pollution Control Action Plan (SRPCAPS) yang menghasilkan suatu dokumen berisi sasaran dan rencana aksi tindakan dalam pengelolaan kualitas air yang disebut Water Quality Management Action Plan (WQMAP) untuk DAS Brantas (1999).

Adapun di DAS Bengawan Solo telah dilakukan kajian oleh PU (2000) terhadap pengelolaan kualitas air sungai dan kualitas air limbah yang dilepaskan ke badan air. Pemantauan sekilas terhadap 59 industri kecil di DAS Bengawan Solo dan pelepasan beban limbah domestik maupun pertanian menunjukkan ada kecenderungan peningkatan lepasan limbah dan penurunan kualitas badan air. Sebagai gambaran sesaat – sebelum diberlakukan PP No 82 Tahun 2001 – dapat dilihat pada Tabel 3 perbandingan kualitas air sesuai rencana peruntukan dengan kondisi riil.

**Tabel 3** – Perbandingan kondisi kualitas air di Bengawan Solo antara klasifikasi dengan riil (pemantauan tahun 2000)

Ruas Sungai	Klasifikasi (1998)	Kondisi Riil (2000)
<b>Bengawan Solo</b>		
- Wonogiri-Surakarta	B-C	C
- Surakarta-Kajangan	C	C-D
- Kajangan-Napel	C	C
- Napel-Cepu	C	C-D
- Cepu-Bojonegoro	B-C	B-C
- Bojonegoro-Babat	B	B-C
- Babat-Pelangwot	B	B-C
<b>Madiun</b>		
- Sekayu-Madegondo	C	C
- Madegondo-A. Yani	C	C
- A. Yani-Ngawi	C	C
- Ngawi-Napel	C	C

Sumber: Perum Jasa Tirta I (2013)

## 3.2 Korelasi Pengelolaan Lahan dengan Sumberdaya Air

### 3.2.1 Degradasi Lahan

Degradasi lahan secara sistematis menjadi persoalan di DAS Brantas (BPDAS, 2003a; BPDAS, 2003b; BPDAS 2003c; Valiant, 2007; BPDAS 2011) dan DAS Bengawan Solo (PU, 2001). Beberapa indikator dari degradasi lahan yang dapat diamati dan dianalisis sebagai berikut.

## A. Perubahan Limpasan Permukaan

Kenaikan limpasan permukaan, sebagai akibat dari perubahan tutupan lahan yang akhirnya mempengaruhi sistem hidrologi. Limpasan permukaan adalah bagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang akhirnya masuk ke sungai, saluran, danau ataupun laut; merupakan bagian dari hujan yang tidak terserap tanah, tidak menggenangi di permukaan tanah, dan tidak menguap tetapi bergerak ke tempat yang lebih rendah (Arsyad, 2010; Asdak, 2010). Besar kecilnya limpasan permukaan dipengaruhi oleh faktor presipitasi seperti intensitas, distribusi dan lamanya hujan, serta faktor DAS seperti ukuran, bentuk, topografi, geologi dan kondisi permukaan (Schwab *et al*, 1981; Subramanya, 1999; Asdak, 2010).

Intensitas hujan sangat erat kaitannya dengan energi kinetik hujan yang merupakan penyebab utama dalam penghancuran agregat tanah, struktur tanah lapisan atas, penurunan laju infiltrasi dan permeabilitas tanah (Banuwa, 2013). Musim hujan di DAS Brantas Hulu umumnya dimulai bulan Oktober dan berakhir di bulan Mei (PU, 2006).

Selanjutnya akan diberikan contoh mengenai fluktuasi dari limpasan permukaan sebagaimana diamati PJT-I pada bendungan-bendungan yang dikelolanya.

Limpasan permukaan dapat terpengaruh oleh adanya degradasi lahan. Semakin terdegradasi kondisi suatu lahan maka kemampuannya untuk meresapkan air kian turun (Rahim, 2003; Asdak, 2010; Banuwa, 2013) sehingga air yang melimpas dipermukaan semakin besar. Semakin membesarnya aliran permukaan akibat degradasi lahan dapat dilihat pada analisis yang dilakukan kepada DAS Brantas Hulu. Dengan membandingkan aliran masuk (*inflow*) Bendungan Sutami – yang merupakan titik akhir dari DAS Brantas Hulu – terhadap curah hujan yang jatuh di DAS Brantas Hulu maka dapat dilihat hasil analisis sebagaimana pada Tabel 4.

**Tabel 4** – Perbandingan curah hujan dan limpasan permukaan DAS Brantas Hulu

Tahun	Keandalan %	Limpasan Air Mm	Curah Hujan mm	Nisbah %
Tahun Basah				
1993	30	582	2.275	26
2001	50	643	2.098	31
Tahun Kering				
1997	90	304	1.254	24
2006	80	608	1.737	35

Sumber: perhitungan (2013) data dari PJT-I

Dari berbagai tahun yang dipilih, dapat dilihat pada tahun 1993 dan 1997 nisbah limpasan permukaan masih berada pada kisaran 24-26% dari jumlah curah hujan yang turun di DAS Brantas Hulu. Sebaliknya, pada tahun 2001 dan 2006, nisbah limpasan permukaan terhadap curah hujan yang turun, naik dalam kisaran 31-35%. Kenaikan ini dapat mengindikasikan adanya degradasi lahan di DAS Brantas Hulu, di mana akibat berkurangnya tutupan lahan dan semakin terkikisnya permukaan tanah maka sebagian hujan terlimpas.

Sementara itu, jika dibandingkan dalam keandalan secara statistik yang sama, dapat dilihat pada tahun yang kering (curah hujan kecil) limpasan permukaan yang terjadi juga bervariasi. Jika pada keandalan 90% dianggap sebagai tahun kering (1997) diperoleh limpasan permukaan sebesar 304 mm atau 24% dari hujan yang jatuh, maka pada tahun yang juga relatif kering (2006) diperoleh peningkatan limpasan menjadi sebesar 608 yang setara 35%. Hal ini menunjukkan perilaku pada tahun kering dari daerah aliran sungai yang berubah.



Sumber: Perum Jasa Tirta I

**Gambar 3** – Situasiutupan lahan di kawasan DAS Brantas (2002)

Sebaliknya pada tahun yang basah (curah hujan besar) diketahui pada keandalan 30% dan 50% yang masing-masing jatuh pada tahun 1993 dan 2001 diperoleh limpasan permukaan sebesar 582 mm dan 643 mm. Jika limpasan permukaan ini dibandingkan terhadap curah hujan yang jatuh maka nisbah limpasan akan bervariasi antara 26% dan 31%. Hal ini juga menunjukkan perubahan perilaku DAS pada tahun basah.

## B. Perubahan Besaran Erosi

Sebagai contoh, diberikan simulasi terhadap laju erosi teoritik di DAS Brantas Hulu (2.050 km<sup>2</sup>) telah dihitung kembali untuk tahun 2007-2012 menggunakan rumusan Universal Soil Loss Equation (USLE) dari Wischmeier & Smith, dengan data lahan dari satelit ASTER (2005). Data-data berkaitan dengan curah hujan dan kondisi topografi dalam bentuk *digital elevation map* (DEM) diperoleh dari Perum Jasa Tirta I (PJT-I).

**Tabel 5** – Hasil perhitungan erosi lahan teoritik (USLE) untuk DAS Brantas Hulu

No	Nama Sub DAS	Segmen	Luas km <sup>2</sup>	Erosi Tahun 2007-2012		
				ton ha <sup>-1</sup> th <sup>-1</sup>	ton km <sup>2</sup> th <sup>-1</sup>	mm tahun <sup>-1</sup>
1	Lesti	Lesti Hulu	288	3.276.760	11.382	4,4
		Genteng	116	633.398	5.483	2,1
		Lesti Hilir	180	728.361	4.037	1,6
2	Metro	Metro	361	2.333.213	6.470	2,5
3	Ambang	Brantas (Hulu)	435	5.982.328	13.743	5,3
		Amprong	349	5.749.108	16.476	6,4
		Bango	233	1.209.911	5.203	2,0
4	Lain Sub DAS		89	887.269	9.992	3,9
Jumlah			2.050	20.800.349	—	—
Rerata Tertimbang			—	—	11.382	3,9

Catatan: Perhitungan erosivitas hujan menggunakan persamaan Bols (1978)

Sumber: Perhitungan (2013) dengan koreksi data dari BPDAS (2007 dan 2011)

Perbandingan dengan kajian terdahulu menunjukkan adanya peningkatan nilai erosi, hal ini memberikan gambaran kondisi lahan di hulu DAS Brantas telah semakin mengkhawatirkan. Kenaikan erosi pada bagian hulu DAS ini cenderung membesar dan menunjukkan adanya peningkatan degradasi lahan secara signifikan. Hal ini disebabkan khususnya oleh perubahan tata guna lahan, berupa pembukaan hutan yang selama ini sebagai tempat resapan air. Bila dikombinasikan dengan variabilitas iklim, peningkatan laju erosi akan menimbulkan bahaya lain yang lebih besar.

Keadaan serupa saat ini sedang ditelaah untuk daerah tangkapan air Bendungan Wonogiri, yang juga mengalami dampak sedimentasi sebagai akibat angkutan erosi yang cukup besar.

### C. Sedimentasi pada Badan Air

Akibat erosi yang cukup tinggi, muncul permasalahan di DAS Brantas dan Bengawan Solo, yakni meningkatnya sedimentasi pada badan air yang ada – khususnya pada bendungan. Sedimentasi diketahui sangat berpengaruh terhadap kinerja fungsi tampungan bendungan yang dibuat manusia dan merupakan salah satu penyebab utama dari hilangnya fungsi ekonomis bendungan di dunia (Palmieri *et al*, 2001).

Pengamatan pada dua bendungan yang dikelola PJT-I di DAS Brantas yakni Bendungan Sutami, dan DAS Bengawan Solo yakni Bendungan Wonogiri, menunjukkan bahwa degradasi lahan telah berperan menimbulkan sedimentasi pada kedua bendungan – lebih cepat dari rencana seharusnya.

**Tabel 6** – Sedimentasi di Bendungan Sutami (DAS Brantas Hulu)

Tahun Survei	Tampungan Total		Endapan Sedimen juta m <sup>3</sup> tahun <sup>-1</sup>	Keterangan
	juta m <sup>3</sup>	%		
1972	343,00	100		
1977	261,68	76	16,26	HRS
1982	221,29	65	8,08	PKB
1987	192,41	56	5,78	PKB
1992	189,97	55	0,49	PJT-I
1994	185,27	54	2,35	PJT-I
1995	184,59	54	0,68	PJT-I
1997	183,42	53	0,59	PJT-I
1999	180,45	53	1,49	PJT-I
2003	174,57	51	1,47	PJT-I
2006	171,16	50	1,14	PJT-I
2012	168,28	49	0,56	PJT-I

Keterangan:

HRS = Hydraulics Research Institute, Wallingford, Inggris

PKB = Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Brantas

PJT-I = Perum Jasa Tirta I

Sumber: Anonim (2003), Valiant (2007) dan PJT-I (data 2012)

Erosi permukaan tanah di DAS Brantas Hulu berpengaruh langsung pada Bendungan Sengguruh dan Karangates (Sutami). Sedimentasi pada kedua bendungan ini yang diakibatkan oleh erosi lahan di DAS Brantas Hulu dapat dilihat pada sedimen yang terendap secara keseluruhan pada kedua bendungan tersebut.

Bendungan Sutami pada mulanya mengalami laju sedimentasi yang cukup besar (1972-1977) di mana penurunan tampungannya mencapai 16,26 juta m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup>. Setelah Bendungan Sengguruh selesai dibangun di sebelah hulu Sutami pada 1988, laju sedimentasi di bendungan utama DAS Brantas ini mengalami penurunan.

Berkurangnya kelajuan endapan sedimen tersebut bukan berarti turunnya tingkat degradasi lahan, namun lebih disebabkan karena adanya Bendungan Sengguruh yang lebih dulu menangkap sedimen yang terangkut aliran air Sungai Brantas dan Lesti sebelum aliran tersebut masuk ke Bendungan Sutami.

**Tabel 7** – Sedimentasi di Bendungan Wonogiri (DAS Bengawan Solo Hulu)

Tahun Survei	Tampungan Total		Endapan Sedimen juta m <sup>3</sup> tahun <sup>-1</sup>	Keterangan
	juta m <sup>3</sup>	%		
1980	580,00	100		
2006	380,29	75	4,56	PJT-I
2011	364,94	72	5,12	PJT-I

Sumber: PJT-I (2012)

Usia paruh adalah waktu yang diperlukan agar sedimentasi mencapai separuh tampungan efektif dari suatu bendungan. Semakin besar tampungan suatu bendungan maka usia paruhnya semakin panjang; bila sedimen yang terangkut masuk ke dalam

tampungan relatif kecil maka usia paruh bisa menjadi panjang (Palmieri *et al*, 2001; Morris, 2003). Untuk DAS Brantas, khususnya di Bendungan Sutami tingkat penurunan tampungan akibat sedimentasi mencapai 1,39% tahun<sup>-1</sup> sedangkan untuk Wonogiri di DAS Bengawan Solo mencapai 0,91% tahun<sup>-1</sup>. Sehingga dapat disimpulkan dalam waktu kurang dari 25 tahun ke depan, kedua waduk ini sudah memasuki usia paruh.

### 3.2.2 Penurunan Kualitas Air Sungai

Degradasi lahan akibat erosi dan pemanfaatan lahan yang tidak sesuai menyebabkan kesuburan tanah turun. Untuk mempertahankan kualitas produksi pertanian, di DAS Brantas Hulu petani meningkatkan pemakaian pupuk anorganik. Pemakaian ini ternyata memberikan dampak pada kualitas air di sungai.

Sisa pupuk anorganik (juga sisa pestisida) terbawa masuk ke sungai bersama tercucinya tanah oleh aliran permukaan ataupun akibat sisa air irigasi yang kembali ke sungai. Sisa pupuk dalam bentuk nitrogen dan fosfat terlarut di air sungai, akhirnya menyebabkan terjadinya eutrofikasi di perairan waduk (terutama di Bendungan Sutami) akibat tingginya kadar nutrisi dalam air.

Eutrofikasi di Bendungan Sutami akibat peningkatan kadar nitrogen dan fosfat di air telah tampak beberapa tahun silam. Gejala yang signifikan yang pertama kali muncul pada Juni 2001 dan berlanjut sampai Agustus 2004 (selama hampir 3 tahun).

Berdasarkan kriteria maka OECD (1982) jumlah nitrogen dan fosfat terlarut membuat Bendungan Sutami dianggap telah memasuki keadaan eutrofikasi. Sebagai contoh, hasil pemantauan selama bulan Juni-September 2002 terhadap konsentrasi rerata nitrogen terlarut dan fosfat terlarut pada air bendungan (Tabel 8) menunjukkan kondisi eutrofik telah tercapai, ditandai terlampauinya kriteria nitrogen dan fosfat terlarut, serta rendah kecerahan air.

**Tabel 8** – Kriteria dan hasil pemantauan terhadap kondisi kualitas air di Bendungan Sutami pada kondisi eutrofikasi (pemantauan Juni-September 2002)

Tingkat Eutrofikasi	Kriteria Nilai Rerata				Hasil Pengukuran			
	Total Nitrogen	Total Fosfat	Klorofil	Kecerahan	Total Nitrogen	Total Fosfat	Klorofil	Kecerahan
	mg liter <sup>-1</sup>	mg liter <sup>-1</sup>	mg liter <sup>-1</sup>	Meter	mg liter <sup>-1</sup>	mg liter <sup>-1</sup>	mg liter <sup>-1</sup>	Meter
Oligotrofik	0,661	0,008	0,0017	9,9	-	-	-	-
Mesotrofik	0,753	0,026	0,0047	4,2	-	-	-	-
Eutrofik	1,875	0,084	0,0143	2,4	2,398	0,090		
					0,9-2,58	0,1-0,36		
					1,5-3,27	0,04-0,9	0,001-1,7	0,0-1,8

Sumber: Soekistijono (2005)

Unsur nitrogen dan fosfat terlarut di air (berbentuk NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> dan PO<sub>4</sub>) adalah sumber nutrisi bagi biota air. Kriteria kualitas air menetapkan bila nitrogen terlarut lebih besar dari 0,3 mg liter<sup>-1</sup> dan fosfat lebih besar dari 0,01 mg liter<sup>-1</sup> dapat memacu terjadinya *algae blooming* (peningkatan pertumbuhan alga).

Seiring meningkatnya konsentrasi nitrogen dan fosfat terlarut timbul *algae blooming*. Hasil pemeriksaan biologis pada berbagai tahap sepanjang 2001 sampai 2004 menunjukkan perkembangan populasi *microcystis* dari jenis ganggang biru/hijau. Pada saat tertentu, ketika *blooming algae* terjadi, muncul dampak rekursif, di mana kualitas air ikut turun sebagai akibat bertumbuh kembangnya *phytoplankton* dimaksud. Penurunan ini diindikasikan dengan meningkatnya parameter *biological oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) sebagaimana digambarkan pada peristiwa *algae blooming* antara 27 Oktober sampai 15 Desember 2004.

Analisis terhadap organisme plankton di Bendungan Sutami selama periode eutrofikasi antara 2001-2004, menunjukkan saat *blooming algae* pernah munculnya kelimpahan fitoplankton sebanyak 38 jenis yang dominasinya selalu berubah pada waktu pantau berbeda. Tiga spesies yang mendominasi adalah *Synedra* sp, *Ceratium* sp dan *Mycrocystis* sp.

Alga *Synedra* sp merupakan bioindikator yang menunjukkan perairan memiliki kadar nitrat dan fosfat tinggi, *Ceratium* sp bersifat tidak beracun tetapi membutuhkan O<sub>2</sub> tinggi sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, sedangkan *Mycrocytis* sp bersifat beracun karena menghasilkan racun *mycrocytin* yang dapat mengakibatkan kematian binatang yang meminum air tersebut, sedangkan pada manusia dapat mengakibatkan kerusakan pada hati (*hepar*) secara kronik.

Dapat disimpulkan, degradasi lahan telah mendorong pemakaian pupuk anorganik oleh petani, yang akhirnya tercuci dari lahan melalui limpasan permukaan dan sisa air irigasi. Residu dari pupuk anorganik, berupa larutan nitrat dan fosfat, terbawa ke aliran air di sungai, yang akhirnya berdampak pada kualitas air di bendungan. Rangkaian peristiwa ini dapat diamati di DAS Brantas Hulu.

### 3.3 Analisis Kegiatan Penanganan Degradasi Lahan

Penanganan degradasi lahan pada umumnya dilakukan dengan menutup permukaan tanah serapat mungkin menggunakan tajuk tanaman secara bertingkat maupun serasah di permukaan lahan, dengan tujuan memperbesar volume air yang diserap masuk ke dalam tanah sehingga aliran permukaan yang terjadi kecil dan dengan kekuatan yang tidak merusak (Banuwa, 2013).

Berdasarkan data kegiatan penanganan degradasi lahan tersebut, tampak adanya sejumlah kekurangan yang berlangsung secara terus-menerus (*persistent*). Kekurangan di atas terjadi baik pada skala sub DAS maupun DAS secara keseluruhan dapat mengurangi ketepatan kegiatan. Kekurangan yang diamati ini mencakup:

1. Kegiatan penanaman pohon untuk mengurangi degradasi lahan masih dilakukan secara sporadis dan tidak tepat kawasan yang menjadi sasaran. Hal ini ditunjukkan oleh data tutupan lahan DAS Brantas (BPDAS, 2011) di mana secara umum memang terjadi penambahan luas tutupan pohon namun justru **di luar kawasan** yang direncanakan menjadi hutan. Secara umum, luas tutupan pohon di luar kawasan hutan di DAS Brantas naik 72,3% (2003 sampai 2011). Hal serupa juga diamati di DAS Brantas Hulu, di mana terjadi penambahan luas tutupan pohon pada lahan milik masyarakat yang justru disertai pengurangan luas tutupan pohon pada kawasan hutan sebesar 5% (2003 sampai 2011). Hal ini menunjukkan pengendalian degradasi lahan dengan penanaman pohon oleh masyarakat akhirnya menyebabkan kegiatan konservasi terjadi di kawasan non-hutan dan sebaliknya tidak meningkatkan luas tutupan pohon di kawasan hutan. Keadaan ini dapat berimplikasi bahwa sasaran lahan kritis **tidak dikonservasi secara optimal** karena kegiatan penanaman lebih dirancang untuk memenuhi program setempat.
2. Sebagian besar kegiatan konservasi di luar kawasan hutan menggunakan tanaman berkayu dari jenis sengon (*Albizia chinensis* Osb. Merr), jabon (*Neolamarckia cadamba* Roxb. Bosser) dan pinus/tusam (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vries). Meskipun ketiga jenis tanaman ini memiliki sebaran di kawasan Asia dan sesuai dengan keikliman tropis (dataran di bawah 1.800 meter di atas permukaan laut) namun masih diragukan apakah memperbesar serapan air oleh karena faktor fisiologis tanaman tersebut yang membuatnya memiliki evapotranspirasi yang tinggi. Selain itu, jenis tanaman tersebut juga dianggap tidak memiliki simpanan karbon yang memadai, yang disebabkan antara lain oleh ketebalan kambium dan sifatnya pohon yang dipanen kayunya dalam jangka pendek. Konservasi menggunakan tanaman jabon, sengon maupun pinus/tusam memang dilatarbelakangi manfaat ekonomi. Jabon dan pinus/tusam merupakan penghasil kayu dengan kekuatan kelas sedang sedangkan sengon kelas ringan. Analisis terhadap kegiatan konservasi yang dilakukan Perum Jasa Tirta I (2012-2013) misalnya, menunjukkan sekitar 40% tanaman konservasi yang ditanam bersama masyarakat adalah dari ketiga jenis di atas. Hal ini menunjukkan **motivasi ekonomi** masih lebih berpengaruh pada minat masyarakat melakukan konservasi dibandingkan tujuan pelestarian lahan.
3. Kegiatan konservasi untuk memperbaiki lahan **belum dilaksanakan** secara terencana (*designated*), menyatu (*integrated*) dan terkoordinasi antar instansi.

Saat ini kegiatan konservasi di DAS Brantas dan Bengawan Solo memang sudah berjalan secara sistematis di bawah Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) sejak 2001 maupun Gerakan Kemitraan Nasional Penyelamatan Air (GNKPA) sejak 2004 namun penerapan lokasi belum konsisten dengan sasaran serta masing-masing instansi belum terikat dengan dokumen perencanaan yang menyatu serta evaluasi hasil yang menyeluruh.

4. Tekanan kependudukan secara praktis menyebabkan rehabilitasi lahan kritis bertentangan dengan upaya konversi lahan untuk keperluan permukiman dan pertanian. Jumlah penduduk di DAS Brantas yang tinggi – pada 2010 kepadatannya mencapai 1.360 jiwa km<sup>-2</sup> – menyebabkan DAS ini menjadi salahsatu wilayah terpadat di Jawa Timur. Tekanan kependudukan beserta implikasi ekonomis di DAS Brantas bersama-sama DAS Citarum dan DAS Ciliwung, termasuk yang tertinggi bahkan untuk tingkat Asia. Akibat dari tekanan kependudukan ini, terjadi **perebutan lahan subur** secara terus-menerus, yang akhirnya mempersulit upaya-upaya rehabilitasi lahan kritis. Kegiatan pengendalian degradasi lahan harus bersaing dengan perebutan lahan subur oleh berbagai pemilik kepentingan/unsur masyarakat.

### 3.4 Analisis Kebijakan Pengendalian Degradasi Lahan dan AIR

Permasalahan sosial ekonomi dan kelembagaan menjadi salah satu kendala dalam pengendalian degradasi lahan, pada tingkatan DAS Brantas. Ada dua aspek penting dari permasalahan sosial ekonomi ini, yakni: pola pengelolaan sumberdaya oleh masyarakat petani dan kerjasama kelembagaan dari pihak-pihak yang terlibat dalam pengendalian degradasi lahan.

#### 3.4.1 Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Air

Pengendalian degradasi lahan tidak dapat dipisahkan dari pola pengelolaan sumberdaya alam yang dilakukan masyarakat di dalam DAS. Umumnya kawasan hulu dari suatu DAS lazim dimanfaatkan untuk keperluan pertanian, baik secara intensif maupun semi-intensif (perladangan). Dengan demikian, pengelolaan sumberdaya lahan – khususnya oleh para petani – memainkan peranan penting.

Beberapa aspek yang perlu dicermati dalam pola pengelolaan selama ini mencakup antara lain:

1. Strategi dalam mencari mata pencaharian, di mana sebagian besar petani saat ini berupaya untuk melawan involusi dengan menerapkan teknologi modern guna meningkatkan produktifitas dari usaha pertanian mereka. Dalam penerapan teknologi ini, petani mempergunakan lebih banyak pestisida-herbisida dan pupuk an-organik sebagai upaya untuk mengurangi risiko kegagalan panen dan mendorong pemanfaatan lahan melampaui batasan kemampuannya. Tentu saja, penggunaan berbagai bahan kimia dan an-organik ini memperbesar risiko degradasi lahan dan akhirnya juga mencemari tanah serta air.
2. Kemampuan, teknik dan strategi dalam pengelolaan lahan harus didorong untuk berkembang. Sebagian besar usaha pertanian tidak mengadopsi teknik dan strategi baru dalam pengelolaan lahan (PU, 2005; BPDAS, 2011). Sebagai contoh: pertanian komoditi *vegeculture* seperti sayur-mayur dan umbi-umbian di kawasan DAS Brantas Hulu sebagian besar tidak menerapkan sistem pematuan air yang benar sehingga memperbesar erosi permukaan akibat air hujan yang dibiarkan melimpas. Komoditi *vegeculture* yang peka terhadap genangan air hujan karena dapat menimbulkan pembusukan – tidak ditanam dengan teknik dan strategi sehingga degradasi lahan justru lebih cepat terjadi. Ketidakmauan menerapkan teknik dan strategi mengelola lahan melemahkan intensitas, interaksi dan sifat tanggap petani dalam menyikapi program pemerintah maupun organisasi non-pemerintah yang peduli pada pelestarian lahan. Salah satu contoh yang diharapkan memberi hasil adalah sistem terasering sederhana (sabuk gunung) yang dikembangkan di daerah tangkapan air dari Bendungan Wonogiri.

3. Kepastian dalam identitas lahan berperan menentukan cara pengelolaan lahan dan sekaligus membedakan tipologi masyarakat petani dalam mengelola lahan. Pada umumnya lahan yang dimiliki petani di Jawa, termasuk di DAS Brantas dan Bengawan Solo, beragam dari segi ukuran dan identitas kepemilikan. Sebagian besar petani di Jawa adalah pekerja di lahan yang tidak dimiliki sendiri, baik disewa dari negara atau pribadi, melalui konsesi ataupun kontrak. Untuk wilayah hulu dari kedua DAS ini dapat ditelusuri bahwa identitas kepemilikan lahan berkaitan erat dengan produktifitas pertanian dan juga cara pengelolaan lahan. Sawah atau kebun yang dimiliki sendiri umumnya telah memiliki strategi pengelolaannya dalam jangka panjang sebab tidak ada keraguan dan kekhawatiran apapun dari petani dalam mengelolanya, selain hasilnya juga nantinya akan menjadi milik pribadi. Tidak demikian halnya dengan lahan yang disewa dari instansi atau pribadi lain. Sebagai penyewa, umumnya petani tidak memiliki komitmen mengelolanya secara lestari.
4. Nilai lokal yang dianut masyarakat juga berpengaruh pada pengelolaan lahan. Sifat solidaritas masyarakat termasuk di dalamnya azas resiprositas, gotong-royong, kode etik dan moral yang dianut petani di masing-masing desa mempengaruhi cara pengelolaan sumberdaya alam di sekitarnya. Keberhasilan dalam pengendalian degradasi lahan dipengaruhi pula oleh nilai-nilai lokal yang dianut masyarakat petani.
5. Kesejahteraan masyarakat petani juga menjadi faktor penting dari keberhasilan mengelola lahan secara lestari. Semakin sejahtera petani maka semakin besar kemungkinan mereka akan menerapkan metode pengolahan lahan yang lestari. BPDAS (2011) melaporkan bahwa berdasarkan *focus group discussion* di DAS Brantas Hulu diperoleh informasi petani yang sudah memenuhi kebutuhan fisik (subsisten) lebih terdorong untuk memanfaatkan lahan secara optimal dan lestari. Dengan demikian, dalam melakukan pengendalian degradasi lahan maka pemberdayaan ekonomi dari masyarakat petani harus menjadi salah satu pertimbangan kegiatan.

Dapat disimpulkan, pengendalian degradasi lahan tidak dapat dipisahkan dari aspek kemasyarakatan di dalam DAS, yang mencakup strategi dalam mencari mata pencaharian, perkembangan pengetahuan dalam mengelola lahan, aspek kepemilikan lahan, nilai-nilai lokal yang dianut, dan kesejahteraan dari masyarakat petani itu sendiri.

### 3.4.2 Kerjasama Kelembagaan

Berdasarkan pengamatan terhadap program dan rencana kerja pengendalian degradasi lahan (PU, 2005; BPDAS, 2007; BPDAS, 2011) salah satu permasalahan di DAS Brantas bersumber dari lemahnya koordinasi, tata kelembagaan dan teknis pelaksanaan kegiatan pengelolaan lahan. Kelemahan ini berkaitan dengan antara lain: penegakan hukum, sosialisasi program yang belum mantap dan kemampuan personil.

1. Kemampuan dan kapasitas personil yang terlibat dalam pengelolaan lahan di suatu DAS menentukan keberhasilan dari program dan rencana kerja yang disusun. Secara umum, personil dalam pengelolaan lahan dapat dibagi ke dalam tiga segmen: pemerintah selaku regulator, masyarakat sebagai pelaku dan unsur non-pemerintah atau kuasi-pemerintah sebagai fasilitator. Kemampuan dan kapasitas dari personil pada ketiga segmen tersebut berpengaruh pada keseluruhan hasil dari kegiatan pengendalian degradasi lahan. Untuk DAS Brantas terdapat sejumlah besar personil yang terlibat dalam pengelolaan lahan, yang berkiprah dalam ketiga segmen tersebut. Namun dari sisi kemampuan dan kapasitas maka setiap segmen memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.
2. Kelembagaan yang mantap merupakan salah satu cara untuk menjamin agar program dan rencana kerja dalam pengendalian degradasi lahan dapat berjalan secara memadai dan berhasil. DAS Brantas dan Bengawan Solo memiliki sejumlah lembaga yang terlibat dalam pengelolaan lahan, seperti BPDAS (di bawah Kementerian Kehutanan), Balai Besar Wilayah Sungai Brantas

(Kementerian Pekerjaan Umum), pemerintah provinsi dan kabupaten/kota, PJT-I serta berbagai organisasi non-pemerintah. Perbedaan visi, misi, interpretasi dan persepsi dari masing-masing lembaga tersebut menjadi kendala dalam menjalankan tugas mengelola lahan. Keberagaman visi, misi, interpretasi dan persepsi disebabkan masing-masing lembaga mempunyai muatan sektoral yang dominan sehingga meskipun masing-masing personil di dalam lembaga-lembaga tersebut memiliki kesadaran yang sama dalam pengelolaan lahan di DAS Brantas, masih terdapat suatu sekat sektoral yang menghambat sinkronisasi, harmonisasi dan koordinasi antar pihak.

3. Kebijakan pemerintah dalam pengelolaan sumberdaya lahan dapat menjadi sumber dari ketidakberhasilan mengendalikan degradasi lahan. Permasalahan yang bersumber dari aspek kebijakan, yang diterjemahkan dalam peraturan dan hukum, seringkali tidak bebas kepentingan, bahkan dalam beberapa kejadian sulit ditegakkan oleh karena tidak mendapat dukungan dari ketiga segmen (pemerintah, organisasi non-pemerintah dan masyarakat) yang terlibat dalam pengelolaan lahan. Analisis kebijakan di DAS Brantas dan Bengawan Solo menunjukkan tata ruang **dapat berubah** dengan cepat tanpa pemerintah berkesempatan mengendalikan perubahan itu secara efisien dan efektif. Salahsatu kasus yang cukup menonjol adalah ekspansi pertanian dan industri pariwisata di DAS Brantas Hulu, yang malah mendorong perubahan fungsi lahan dari hutan/kawasan berhutan menjadi lahan terbuka. Ekspansi dari pertanian dan industri pariwisata ini didorong oleh kepentingan pemerintah setempat yang menghendaki pertumbuhan ekonomi dan peningkatan pendapatan daerah dari pajak serta retribusi yang bertalian dengan aktifitas ekonomi. Ketika ditempatkan dalam konteks pengelolaan lahan akhirnya munculnya dualisme yang dikotomis antara para pengelola hutan dan pemilik modal. Implikasi dari dualisme ini akhirnya menajam dalam makin tak terkendalinya tata ruang dan makin merosotnya kualitas lahan yang terkena perubahan.
4. Kebijakan tentang tata guna lahan dan alih fungsi lahan banyak bergantung pada campur tangan negara dalam penguasaan dan penggunaan lahan. Kebijakan ini sebenarnya merupakan cerminan dari kepentingan negara untuk menguasai sumber daya sebagai upaya meningkatkan kemakmuran bersama. Namun pada kenyataannya kebijakan proteksi dan pemberian subsidi oleh pemerintah serta tingginya pertumbuhan sektor industri yang didukung dengan pemberian izin lokasi dan izin pembebasan mendorong terjadinya penurunan kualitas lahan dan memicu laju konversi lahan potensial. Dalam keadaan demikian, maka koordinasi antar segmen (pemerintah, organisasi non-pemerintah dan masyarakat) dengan melibatkan masing-masing lembaga menjadi relatif penting.
5. Lembaga yang terlibat dalam pengelolaan lahan di DAS Brantas sejauh ini sudah memiliki rencana pengendalian degradasi namun belum memiliki secara bersama-sama suatu kebijakan pencadangan lahan dan pengendalian lahan potensial yang didukung dengan sistem informasi lahan yang komprehensif, akurat dan memadai untuk pemantauan, perencanaan dan pengambilan keputusan (Haridjaja, 2013; Rustiadi & Wafda, 2013).

#### **IV. Simpulan dan Rekomendasi**

1. Makalah ini telah membahas interaksi antara air dan tanah pada DAS Brantas dan Bengawan Solo yang terletak di Pulau Jawa, yang merupakan wilayah kerja dari BUMN pengelola sumberdaya air, yakni PJT-I. Berdasarkan pengamatan PJT-I selama ini interaksi antara kedua aspek ini bersama-sama secara antropomorfis telah menimbulkan dampak berupa perubahan pada kualitas lahan dan keberadaan air permukaan.
2. Degradasi lahan di DAS Brantas dan Bengawan Solo akan berkembang bila mana konservasi air dan lahan tidak dijalankan secara cermat, dengan indikatornya antara lain peningkatan laju erosi dan perubahan prosentase limpasan permukaan terhadap curah hujan.

3. Dampak degradasi lahan di daerah hulu suatu DAS cukup besar khususnya pada tata kelola air permukaan dan kesuburan lahan. Dampak ini dapat dilihat dalam peningkatan angkutan sedimen di sungai dan penurunan tampungan di Bendungan Sutami maupun Wonogiri di DAS Brantas dan Bengawan Solo. Kedua bendungan ini dikelola oleh PJT-I.
4. Kegiatan rehabilitasi lahan telah dilaksanakan di berbagai DAS kritis telah berjalan cukup lama namun belum dapat dinyatakan mengendalikan degradasi lahan secara signifikan – berdasarkan indikator yang dipergunakan. Kegiatan pengendalian degradasi air dan lahan menjadi tidak efektif karena terhambat oleh berbagai kendala. Analisis kritis menunjukkan keterlibatan masyarakat petani dan kerjasama antar-lembaga sebagai faktor yang berpengaruh dalam pengendalian degradasi lahan di DAS Brantas dan Bengawan Solo.
5. Disarankan agar penanganan degradasi lahan di DAS Brantas dan Bengawan Solo – yang merupakan DAS kritis di Pulau Jawa – melibatkan upaya integrasi (penyatuan) antar sektor agar upaya perlindungan tanah dan air yang telah dilakukan berbagai instansi dan lembaga dapat bermanfaat. Berbagai segmen (pemerintah, organisasi non-pemerintah dan masyarakat) harus disatukan dalam visi, misi, interpretasi dan persepsi yang sama sehingga kerjasama dan pelibatan berbagai pemilik kepentingan lebih memberi hasil nyata.
6. Peningkatan kapasitas personil dan kerjasama antar-lembaga yang terlibat dalam pengendalian degradasi lahan mendesak untuk dilakukan agar kegiatan konservasi yang telah dilakukan dapat tepat sasaran dan memberi hasil.

## V. Pustaka

- Adams, C. R., dan H. Eswaran. 2000. Global Land Resources in the Context of Food and Environmental Security. *Advances in Land Resources Management for the 20th Century* (penyunting S. P. Gawande). Soil Conservation Society of India, New Delhi, India: 35-50.
- Anonim. 2003. *Kajian Sedimen yang Masuk Waduk Sengguruh dan Karangates*. Laporan Akhir. Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.
- Anwar, A., dan Ansofino. 2013. Beberapa Dimensi dalam Manajemen Sumberdaya Air. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan* (penyunting: Sitanala Arsyad dan Ernan Rustiadi). Yayasan Pustaka Obor, Jakarta, Indonesia: 91-158. ISBN 978-979-461-702.1
- Arnell, N. W., M. J. L. Livermore, S. Kovats, P. E. Levy, R. Nicholls, M. L. Parry, dan S. R. Gaffin. 2004. Climate and socio-economic scenarios for global-scale climate change impacts assessments: characterizing the SRES storylines. *Global Environmental Change* **14**: 3-20.
- Arsyad, S. 2013. Konservasi Tanah dan Air dalam Penyelamatan Sumberdaya Air. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan* (penyunting: Sitanala Arsyad dan Ernan Rustiadi). Yayasan Pustaka Obor, Jakarta, Indonesia: 161-184. ISBN 978-979-461-702.1
- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, Indonesia. ISBN 979-420-737-3.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Brantas. 2003a. *Rencana Teknik Lapangan (RTL) Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Sub DAS Lesti*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan, Indonesia.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Brantas. 2003b. *Rencana Teknik Lapangan (RTL) Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Sub DAS Melamon (Metro-Lahor-Lemon)*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan, Indonesia.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Brantas. 2003c. *Rencana Teknik Lapangan (RTL) Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Sub DAS Ambang (Amprong-Bango)*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan, Indonesia.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Brantas. 2007. *Statistik Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Brantas Tahun 2007*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan, Indonesia.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Brantas. 2011. *Rencana Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai Brantas*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Departemen Kehutanan, Indonesia.
- Banuwa, I. S. 2013. *Erosi*. Kencana Prenada Media, Jakarta, Indonesia. ISBN 978-602-7985-02-5
- Barrow, C.J. 1991. *Land Degradation*. Development and Breakdown of Terrestrial Enviroments. Cambridge University Press. Cambridge, Inggris.
- Bossio, D., A. Noble, D. Molden, dan V. Nangia. 2008. Land Degradation and Water Productivity in Agricultural Landscapes. *Conserving Land, Protecting Water* (penyunting: D. Bossio dan K. Geheb). CAB International, Oxfordshire, Inggris: 20-32.
- Bossio, D., K. Geheb, dan W. Critchley. 2010. Managing water by managing land: addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management* **97**: 536-542.

- Dardak, A. H. 2013. Pemanfaatan Lahan Berbasis Rencana Tata Ruang sebagai Upaya Perwujudan Ruang Hidup yang Nyaman, Produktif dan Berkelanjutan. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan* (penyunting: Sitanala Arsyad dan Ernan Rustiadi). Yayasan Pustaka Obor, Jakarta, Indonesia: 34-47. ISBN 978-979-461-702-1
- Departemen Pekerjaan Umum (PU). 2001. *Comprehensive Development and Management Plan Study for the Bengawan Solo River Basin under the Lower Solo River Improvement Project*. Japan International Cooperation Agency (JICA). Final Report. Direktorat Jenderal Sumberdaya Air.
- Departemen Pekerjaan Umum (PU). 2005. *Report on Engineering Studies for the Brantas River and the Bengawan Solo River Basins*. Water Resources Existing Facilities Rehabilitation and Capacity Improvement Project (WREFR-CIP) JBIC Loan IP-510. Laporan Akhir. Direktorat Jenderal Sumberdaya Air.
- Departemen Pekerjaan Umum (PU). 2006. *Pola Pengelolaan Wilayah Sungai (WS) Kali Brantas*. Laporan Akhir, Direktorat Jenderal Sumberdaya Air, Indonesia.
- Eswaran, H., R. Lal, dan P. F. Reich. 2001. Land degradation: an Overview. Responses to Land Degradation. *Proceeding of the Second International Conference on Land Degradation and Desertification*. Khon Kaen, Thailand (penyunting: E. M. Bridges, I. D. Hannam, L. R. Oldeman, F. W. T. Pening de Vries, S. J. Scherr dan S. Sompapantit). Oxford Press, New Delhi, India.
- Falkenmark, M., dan Lannerstad, M. 2005. Consumptive water use to feed humanity – curing a blind spot. *Hydrology and Earth System Sciences* **9**. Hlm. 15–28. DOI: 607-7938/hess/2005-9-15
- Gilsladottir, G., dan Stocking, A. M. 2005. Land Degradation Control and its Global Environmental Benefits. *Land Degradation and Development* **16**: 99-112. DOI: 10.1002/ldr.687
- Global Land Project (GLP). 2005. *Global land project: Science plan and implementation strategy*. IGBP Report No. 53/IHDP Report No. 19. IGBP, Stockholm, Swedia.
- Hardjowigeno, S. 1989. Ilmu Tanah. PT Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta, Indonesia. ISBN 979-455-018-3.
- Haridjaja, O. 2013. Pentingnya Konservasi Sumberdaya Lahan. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan* (penyunting: Sitanala Arsyad dan Ernan Rustiadi). Yayasan Pustaka Obor, Jakarta, Indonesia: 17-31.
- Hermantoro. 2011. Peningkatan Efektivitas Tampungan Embung Melalui Perbaikan Bentuk dan Dimensi. *Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology)* **21(1)**: 35-41.
- Kanae, S. 2009. Global warming and the water crisis. *Journal of Health Science* **55(6)**: 860-864.
- Laurentia, S. C. 2011. *Pengelolaan Air Hujan untuk Pertanian pada Pulau Kecil di Kawasan Kering Indonesia*. Penerbit Gita Kasih, Kupang, Nusa Tenggara Timur. ISBN 978-979-3748-89-4.
- Lestrelin, G. 2010. Land degradation in the Lao PDR: Discourses and policy. *Land Use Policy* **27**: 424–439.
- Li, Z., W. Liu, X. Zhang, dan F. Zheng. 2009. Impacts of land use change and climate variability on hydrology in an agricultural catchment on the Loess Plateau of China. *Journal of Hydrology* **377**: 35–42
- Mawardi, M. 2012. *Rekayasa Konservasi Tanah dan Air*. Bursa Ilmu, Jakarta, Indonesia. ISBN 978-602-99035-7-7
- Morris, G.L. and Fan, J.H. 1998. *Reservoir Sedimentation Handbook*. Mc.Graw-Hill, New York: United States of America. Hlm. 10.2-10.3
- Morris, G. L. 2003. Reservoir Sedimentation Management: Worldwide Status and Prospects. *Proceedings of the 3rd World Water Forum, Challenges to the Sedimentation Management for Reservoir Sustainability*. Otsu, Shiga, Jepang: 97-108.
- Nasoetion, L. I. 2013. Aspek Keagrariaan dalam Pengelolaan Tanah. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan* (penyunting: Sitanala Arsyad dan Ernan Rustiadi). Yayasan Pustaka Obor, Jakarta, Indonesia: 1-16. ISBN 978-979-461-702-1
- Nippon Koei K. K. 1961. *Brantas River Basin Plan*. Main Report. Ministry of Public Works and Electricity of Indonesia. Jakarta, Indonesia.
- Oldeman, L., R. Hakkeling, dan W. Sombroek. 1991. *World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation*. Wageningen ISRIC. United Nations Environmental Program (UNEP).
- Oki, T. dan S. Kanae. 2006. Global hydrological cycles and world water resources. *Science* **313**: 1068-1072. DOI: 10.1126/science.1128845
- Palmieri, A., F. Shah, dan A. Dinar. 2001. Economics of reservoir sedimentation and sustainable management of dams. *Journal of Environmental Management* **61**: 149-163.
- Pelawi, S. F. 2009. *Intersepsi Pada Berbagai Umur Tegakan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis)*. Skripsi pada Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan, Indonesia.
- Perusahaan Umum Jasa Tirta I (PJT-I). 2004. *Monitoring Dinamika Komunitas Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sutami*. Laporan Internal [tidak dipublikasikan]
- Perusahaan Umum Jasa Tirta I (PJT-I). 2012. *Kurva H-V Bendungan Sutami (Echo-Sounding)*. Laporan Internal [tidak dipublikasikan]
- Perusahaan Umum Jasa Tirta I (PJT-I). 2012. *Kurva H-V Bendungan Wonogiri (Echo-Sounding)*. Laporan Internal [tidak dipublikasikan]
- Perusahaan Umum Jasa Tirta I (PJT-I). 2013. *Evaluasi Pelaksanaan Perlindungan Daerah Aliran Sungai*. Laporan Biro Internal [tidak dipublikasikan]
- Pudjiharta, A. 2008. *Pengaruh Pengelolaan Hutan Pada Hidrologi*. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor, Indonesia.
- Quéré, C. Le., G. Peters, R. Andres, R. Andrew, T. Boden, P. Ciais, P. Friedlingstein, R. Houghton, G. Marland, R. Moriarty, S. Sitch, P. Tans, A. Arneeth, A. Arvanitis, D. Bakker, L. Bopp, J. G. Canadell, Y. Chao, L. P. Chini, S. Doney, A. Harper, I. Harris, J. House, A. Jain, S. Jones, E. Kato, R. Keeling, K. Klein Goldewijk, A. Körtzinger, C. Koven, N. Lefèvre, A. Omar, T. Ono, G. H. Park, B. Pfeil, B. Poulter, M. Raupach, P. Regnier, C. Rödenbeck, S. Saito, J. Schwinger, J. Segsneider, B. Stocker, B. Tilbrook, S. van Heuven, N. Viovy, R. Wanninkhof, A. Wiltshire, C. Yue, S. Zaehle. 2013. Global carbon budget 2013. *Earth System Science Data Discussions* (in review). [diunduh dari: <http://www.earth-syst-sci-data-discuss.net/6/689/2013> pada 3 Desember 2013] DOI:10.5194/essdd-6-689-2013

- Rahim, S. E. 2003. Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta, Indonesia. ISBN 979-526-340-4
- Ravi, S., D. D. Breshears, T. E. Huxman, dan P. D'Odorico. 2010. Land degradation in drylands: interaction among hydrologic-aerolian erosion and vegetation dynamics. *Geomorphology* **116**: 236-245.
- Rustiadi, E dan R. Wafda. 2013. Urgensi Pengembangan Lahan Pertanian Pangan Abadi dalam Perspektif Ketahanan Pangan. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan* (penyunting: Sitanala Arsyad dan Ernan Rustiadi). Yayasan Pustaka Obor, Jakarta, Indonesia: 1-16. ISBN 978-979-461-702-1
- Sabiham, S. 2013. Manajemen Sumberdaya Lahan dalam Usaha Pertanian Berkelanjutan. *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan* (penyunting: Sitanala Arsyad dan Ernan Rustiadi). Yayasan Pustaka Obor, Jakarta, Indonesia: 1-16. ISBN 978-979-461-702-1
- Schwab, G. O., D. D. Fangmeier, W. J. Elliot, dan R. K. Frevert. 1997. *Teknik Konservasi Tanah dan Air* (penerjemah R. H. Susanto dan R. H. Purnomo). Pusat Kajian Pengelolaan Tanah dan Air, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Lampung, Indonesia.
- Soekistijono. 2005. *Pencemaran Air Waduk Tanggung Jawab Siapa? Kasus Studi: Waduk Sutami*. Seminar Nasional Bendungan Besar, Komite Nasional Indonesia untuk Bendungan Besar (KNIBB), Jakarta, Indonesia.
- Subramanya, K. 1999. *Engineering Hydrology*. Tata Mc. Graw-Hill Publishers, New Delhi, India. ISBN 0-07-462449-8.
- Trabucco, A., D. Bossio, dan O. Straten. 2008. Carbon Sequestration, Land Degradation and Water. *Conserving Land, Protecting Water* (penyunting: D. Bossio dan K. Geheb). CAB International, Oxfordshire, Inggris: 83-105.
- Tschakert, P., dan K. A. Dietrich. 2010. Anticipatory learning for climate change adaptation and resilience. *Ecology and Society* **12(2)**: 1-11.
- Vörösmarty, C. J. & D. Sahagian. 2000. Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *Biological Sciences* **50 (9)**: 753-765.
- Vörösmarty, C. J., P. McIntyre, M. O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S. E. Bunn, C. A. Sullivan & C. R. Liermann. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* **467**: 555-561.