

KETERSEDIAAN SUMBER DAYA AIR UNTUK KETAHANAN PANGAN, ENERGI DAN LINGKUNGAN LESTARI BERKELANJUTAN: POTRET DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BRANTAS

Raymond Valiant¹

Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I
Jalan Surabaya No 2A Malang
Telepon 0341-551971 Faksimil 565531

Ringkasan

Putusan MK-RI No.085/PUU/XI/2013 tanggal 18 Februari 2015 telah ditindaklanjuti Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) dengan menerbitkan sejumlah Peraturan Menteri sebagai pengganti UU No 7 Tahun 2004, yang menghubungkan UU No 11 Tahun 1974 dengan kekinian, sambil menunggu penyusunan dan penerbitan UU pengganti. Salah satu prinsip yang harus ada dalam UU pengganti ini adalah konsep pengelolaan sumber daya air terpadu. Berangkat dari pengalaman (*best practice*) pengelolaan sumber daya air yang telah berjalan di DAS Brantas yang melibatkan antara lain Perum Jasa Tirta I, dapat dilihat kompleksitas persoalan yang harus dihadapi. Kompleksitas ini muncul karena makin meningkatnya kebutuhan air antar sektor dan tekanan pada kondisi lingkungan sebagai resultan dari demografi dan pertumbuhan ekonomi yang berjalan di dalam DAS tersebut. Untuk waktu ke depan diperlukan segera suatu UU pengganti yang mendukung pengelolaan sumber daya air secara terpadu dan berkelanjutan, untuk memenuhi harapan mempertahankan ketersediaan pangan, energi serta lingkungan lestari.

Kata kunci: sumber daya air, pengelolaan terpadu, Brantas

¹ Direktur Teknik Perum Jasa Tirta I, surat-elektronik: raymond_valiant@jasatirta1.net. Makalah disajikan untuk **Lokakarya Nasional 2015**, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, Malang.

Daftar Isi

Ringkasan.....	i
I. Pendahuluan.....	1
II. Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas	1
2.1 Gambaran Umum.....	1
2.2 Beberapa Persoalan Utama	3
2.2.1 Perubahan Tata Ruang dan Degradasi Lahan	3
2.2.2 Persaingan Pemakaian Air Permukaan.....	4
2.2.3 Penurunan Kualitas Air	4
2.2.4 Keragaman Hayati Perairan	5
III. Analisis Permasalahan DAS Brantas.....	5
3.1 Degradasi Sumber daya Lahan dan Air.....	5
3.1.1 Peningkatan Limpasan Permukaan.....	6
3.1.2 Perubahan Besaran Erosi.....	7
3.1.3 Perubahan Morfologi Sungai	9
3.1.4 Eutrofikasi pada Tampungungan Air	9
3.2 Ketersediaan Air Permukaan.....	10
3.3 Kondisi Aktual Kualitas Air.....	12
3.3 Pengelolaan Keragaman Hayati	12
3.3.1 Tumbuhan di Bantaran	12
3.3.2 Makroinvertebrata.....	13
3.3.3 Perikanan Sungai	14
IV. Penanganan dan Upaya Konservasi Sumber daya	14
4.1 Praktik Terbaik (Best Practices) di DAS Brantas.....	14
4.2 Analisis Masalah Ketersediaan Air	16
4.3 Rekomendasi untuk Penyediaan Air.....	16
V. Kesimpulan	17
V. Pustaka.....	18

Makalah ini dapat dikutip dengan sitasi: Valiant, R (2015). Ketersediaan Sumber Daya Air untuk Ketahanan Pangan, Energi dan Lingkungan Lestari Bekerlanjutan: Potret Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dalam *Lokakarya Nasional* Universitas Tribhuwana Tungadewi. Malang.
Terima kasih disampaikan kepada Saudara Fahmi Hidayat dan Arief Satria Marsudi yang telah membaca dan mengoreksi naskah dari makalah ini.

I. Pendahuluan

Agar dapat memberi kemaslahatan bagi masyarakat maka pengelolaan sumber daya alam sebenarnya bergantung kepada aspek regulasi selain kepada aspek-aspek yang bersifat lebih teknis dan kelembagaan. Dalam aspek regulasi terdapat prinsip-prinsip pengaturan (*regelering*) yang menjadi dasar bagi pengelolaan yang diberikan Negara kepada Pemerintah untuk dilaksanakan.

Indonesia telah memiliki sejumlah undang-undang dan peraturan turunannya yang mengatur pengelolaan sumber daya alam. Selain minyak dan gas, hutan dan pantai juga terdapat undang-undang yang secara khusus mengatur air dan lahan sebagai dua sumber daya alam yang penting bagi pemenuhan hayat hidup orang. Seluruh perundangan-peraturan ini bertumpu pada konstitusi Republik Indonesia, yakni Undang-undang Dasar (UUD) 1945.

Lokakarya Nasional ini akan membahas dampak Putusan Mahkamah Konstitusi Republik Indonesia (MK-RI) pada 18 Februari 2015 yang menyatakannya Undang-undang (UU) No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air tidak memiliki kekuatan hukum yang bersifat mengikat karena bertentangan dengan UUD 1945. Akibat Putusan ini, pengelolaan sumber daya kembali ke UU No 11 Tahun 1974 tentang Pengairan. Tentu saja, Putusan tersebut menimbulkan sejumlah implikasi.

Pertama: peraturan turunan (*delegated legislation*) dari UU No 7 Tahun 2004 tidak dapat dipergunakan karena pokok undang-undang telah dinyatakan tidak berlaku; walaupun demikian oleh karena alasan kekinian, peraturan turunan UU No 11 Tahun 1974 juga tak dapat dihidupkan. Padahal, terdapat sejumlah peraturan turunan yang secara rinci mengatur pengelolaan sumber daya air, sungai, rawa, irigasi, bendungan dan lain-lain.

Kedua, walau peraturan turunan belum diperbarui, tidak serta-merta kontrak atau perikatan atau akibat hukum dari peraturan turunan (*delegated legislation*) tersebut ikut batal. Artinya, sejauh kontrak atau perikatan atau akibat hukum tersebut belum habis masanya atau belum diterbitkan peraturan turunan baru yang menggantikan, maka harus diatur (sementara) kelanjutan dari akibat hukum dimaksud. Artinya, kementerian yang membidangi sumber daya air harus bersegera menerbitkan revisi dari peraturan turunan (*delegated legislation*) yang sejalan dengan Putusan MK-RI dimaksud.

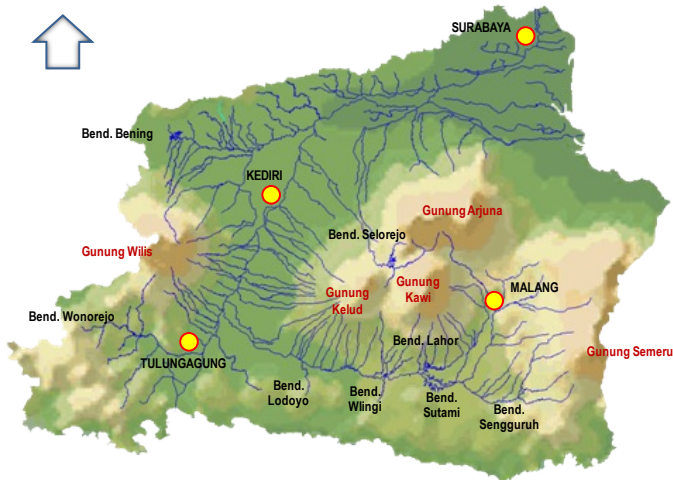
Bila kita kembali ke maksud Lokakarya Nasional ini, yakni memberi sumbangan pemikiran terkait pengelolaan sumber daya air sehubungan Putusan MK-RI yang menyatakan UU No 7 Tahun 2004 tak memiliki kekuatan hukum mengikat, maka makalah ini akan memberi informasi mengenai bagaimana tata laksana pengelolaan air (*water governance*) dilaksanakan. Sebagai contoh diambil keadaan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas di Provinsi Jawa Timur, yang sejak berabad-abad dikenal memiliki sistem pengairan yang terkelola.

II. Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas

2.1 Gambaran Umum

DAS Brantas adalah salah satu sungai penting di Pulau Jawa. Oleh karena memberi sumbangsih cukup besar pada pendapatan domestik regional bruto (PDRB) Provinsi Jawa Timur dan investasi yang ditanamkan Pemerintah Republik Indonesia dalam bentuk sarana-prasarana pengairan cukup banyak, DAS ini 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).



Gambar 1 – DAS Brantas di Provinsi Jawa Timur

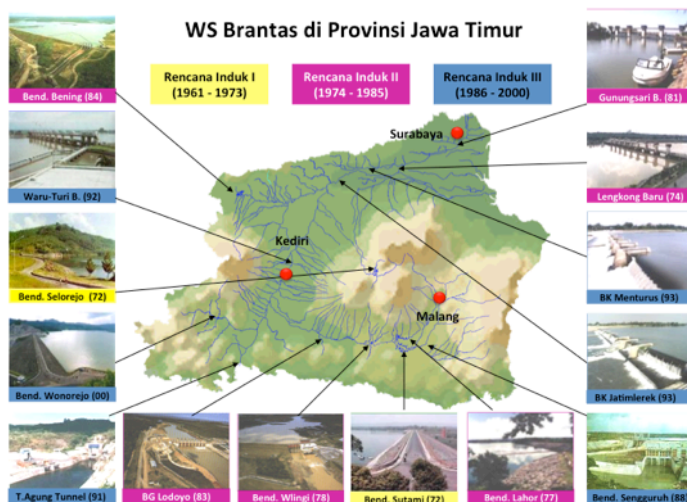
Luas DAS Brantas seluruhnya sekitar 12.000 km² atau ¼ luas Provinsi Jawa Timur. Secara topografis, bentuk DAS-nya memanjang namun karena sungai utama ini mengalir searah jarum jam maka terlihat seperti trapesium. Secara umum, DAS Brantas terbagi dalam 3 ruas, yakni: DAS Brantas Hulu, DAS Brantas Tengah, dan DAS Brantas Hilir. Masing-masing memiliki karakteristik geologi, topografi, pedologi dan sosial ekonomi masyarakat yang berbeda.

Pengembangan prasarana sumber daya air di DAS Brantas telah dilakukan sejak tahun 1961 berlandaskan prinsip: satu sungai, satu rencana terpadu, satu manajemen terkoordinasi. Pengembangan sumber daya air di DAS 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 sumber daya air di DAS Brantas.

Berdasarkan rencana induk, berbagai infrastruktur 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: Waduk 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 Lodoyo, 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.



Gambar 2 – Infrastruktur pengairan yang dibangun di DAS Brantas untuk layanan air

2.2 Beberapa Persoalan Utama

2.2.1 Perubahan Tata Ruang dan Degradasi Lahan

Perubahan tata guna lahan telah terjadi di DAS Brantas sejak lama dan bersumber dari kegiatan manusia (PU, 2005). Ketersediaan sumber daya lahan dan air yang memadai untuk kegiatan pertanian dan meningkatnya populasi di DAS Brantas menyebabkan perubahan yang meluas. Beberapa analisis pada wilayah hulu DAS Brantas menunjukkan timbulnya perubahan tata guna lahan yang mendorong ke arah degradasi lahan (BPDAS, 2003a; 2003b; 2003c; dan Valiant, 2007).

Secara geologi permukaan, DAS Brantas berada pada sebuah zona besar bernama formasi vulkanis Solo, yang menurut Bemellen (1949) merupakan rangkaian pegunungan berapi yang terbentang dari Jawa Tengah sampai Jawa Timur. Oleh karena aspek geologi permukaan dan litologi (bebatuan) ini, maka DAS Brantas memiliki corak pedologis yang unik, karena proses erosi dan disposisi lapukan vulkanik menyiptakan *cluster* tanah dengan berbagai keragaman kesuburan. Lahan di DAS Brantas secara umum dinilai subur, meski curah hujan merata di kawasan timur Pulau Jawa tidak sebesar kawasan lain di barat dan tengah pulau ini.

Tabel 1 - Data luasan hutan di DAS Brantas Hulu

Tahun	Luas	
	km ²	%
1941	530	25,9
1951	398	19,4
1994	256	12,4
2005	242	11,8

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)

Memperhatikan laju erosi, semakin dapat dipahami perubahan kondisi tutupan lahan merupakan fenomena kolektif pendorong degradasi lahan pada berbagai bagian DAS. Salah satu indikator perubahan tata guna lahan adalah luas tutupan hutan di DAS Brantas Hulu seperti pada Tabel 1. Oleh berbagai kegiatan

masyarakat, terjadi perubahan tutupan lahan, sehingga luasan hutan turun dari 25,9% menjadi 11,6%.

2.2.2 Persaingan Pemakaian Air Permukaan

Neraca air di DAS Brantas menunjukkan potensi air permukaan sebesar 12 km³ per-tahun di mana sekitar 59% atau 7,39 km³ kembali mengalir ke laut. Hal ini terkait dengan kondisi alami DAS dan kemampuan tampung infrastruktur yang telah dibangun. Seluruh air yang dimanfaatkan dalam DAS ini adalah sebesar 3,33 km³ di mana sekitar 2,77 km³ diserap oleh sektor pertanian, 0,40 km³ oleh domestik dan 0,16 km³ per-tahun untuk keperluan industri.

Saat ini terdapat 8 pembangkit energi 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.

Guna melayani berbagai penggunaan air tersebut, sejak 1990 telah didirikan Perusahaan (Perum) Umum Jasa Tirta I sebagai badan usaha milik negara (BUMN) yang bertindak sebagai operator penyediaan layanan air baku di Indonesia dengan wilayah kerja di DAS Brantas dan DAS Bengawan Solo. Adapun DAS Brantas menikmati layanan air baku yang baik oleh karena tersedia cukup prasarana-sarana pengairan yang mendukung pertumbuhan di pertanian tanaman pangan, sektor energi, air bersih dan air baku untuk keperluan industri. Walaupun demikian, dari aspek ketersediaan air baku telah muncul krisis.

Pada dasarnya kuantitas air di DAS Brantas 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 DAS Brantas akan berada dalam keadaan kritis, karena secara teoritis kebutuhan air telah melampaui ketersediaan air dari sumber-sumber yang ada.

2.2.3 Penurunan Kualitas Air

Kualitas air permukaan merupakan salah satu tantangan besar di DAS Brantas yang dihuni oleh lebih dari 16 juta penduduk (2012) dan menyumbangkan hampir 60% PDRB Provinsi Jawa Timur. Dinamika sosial dan ekonomi menjadi kendala dalam pengendalian limbah dari sumber industri maupun domestik. Akibatnya, kualitas air di Sungai Brantas menjadi salahsatu persoalan bagi PDAM yang melayani air bersih dengan mengambil air baku dari sumber permukaan.

Sepanjang aliran Sungai Brantas terletak beberapa kota besar seperti Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Kertosono, Mojokerto dan Surabaya, mengakibatkan kebutuhan air bersih dan air baku untuk industri terus meningkat. Di samping itu dengan meningkatnya penduduk dan industri di daerah perkotaan menimbulkan beberapa masalah antara lain timbulnya daerah kumuh di tepi sungai, menurunnya kualitas air sungai dan bencana banjir 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 di DAS Brantas adalah sebagai berikut:

1. Limbah industri, di mana pada saat ini terdapat 483 industri yang membuang limbah cair ke sungai di DAS Brantas. Beban limbah dari sektor industri ini setara 125 ton-BOD hari⁻¹ (perhitungan 1998).
2. Limbah domestik dari rumah tangga, hotel, restoran, dan lain-lain, merupakan pelepas limbah terbesar di DAS Brantas. Beban limbah dari sektor domestik ini setara 205 ton-BOD hari⁻¹ (perhitungan 1998).
3. Limbah pertanian, yang berasal dari sisa pupuk anorganik dan sisa pestisida yang mengalir ke sungai bersama dengan sisa air irigasi (*return flow*). Meningkatnya pemakaian pupuk anorganik dan pestisida meningkatkan beban limbah pertanian. Dampak dari limbah pertanian tersebut adalah eutrofikasi di perairan waduk (terutama di Waduk Sutami) akibat tingginya kadar nutrien dalam air.
4. Limbah peternakan, berupa limbah cair dari peternakan sapi, ayam dan babi, berasal dari kegiatan pencucian/pembersihan kandang dan ternak. Pengolahan limbah ini umumnya masih sederhana, berupa bak pengendap air kotoran dan pakan, dan limbah yang keluar tak memenuhi persyaratan.

2.2.4 Keragaman Hayati Perairan

Pencemaran air secara terus menerus dapat menyebabkan degradasi dan penurunan kualitas daya dukung lingkungan. Degradasi ini dapat mengubah struktur dan fungsi dari komunitas biota yang ada dan perubahan yang terjadi bergantung pada kemampuan toleransi masing-masing spesies penyusunnya. Tiap spesies organisme mempunyai ambang toleransi terhadap pencemaran yang berbeda dan akan berakibat pada kemampuan spesies untuk melakukan kompetisi pada suatu lingkungan.

Kerusakan habitat alami organisme di Brantas semakin meningkat pesat beberapa dekade terakhir, hal tersebut diakibatkan alih fungsi lahan di DAS Brantas serta menurunnya kualitas air akibat limbah industri dan pemukiman. Degradasi dan penurunan kualitas daya dukung lingkungan dapat merubah struktur dan fungsi dari komunitas spesies yang ada. Perubahan yang terjadi bergantung pada kemampuan toleransi (ambang toleransi) masing-masing spesies penyusunnya.

Ikan adalah salah satu komponen rantai makanan yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan ekosistem Brantas. Selain itu sejak dahulu ikan menjadi sumber pangan dan sumber penghasilan bagi masyarakat sekitar Brantas sehingga kelestarian ikan perlu menjadi perhatian dalam melakukan pengelolaan dan pembangunan di DAS Brantas.

III. Analisis Permasalahan DAS Brantas

3.1 Degradasi Sumber daya Lahan dan Air

Degradasi sumber daya lahan dan air di DAS Brantas dapat ditengarai dari meningkatnya limpasan permukaan, bertambahnya erosi di daerah tangkapan air, perubahan angkutan sedimen di badan air dan mulai terjadinya eutrofikasi dari tampungan air. Sejumlah penelitian menunjukkan perkembangan dari dampak-dampak tersebut dan diuraikan secara ringkas sebagai berikut.

3.1.1 Peningkatan Limpasan Permukaan

Salah satu indikasi dari degradasi lahan adalah 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 menggenang 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).

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 di permukaan semakin besar. Dengan membandingkan aliran masuk (*inflow*) Waduk Sutami – yang merupakan titik akhir dari DAS Brantas Hulu – terhadap curah hujan yang jatuh di DAS Brantas Hulu maka dapat dilihat hasil analisis pada Tabel 2.

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.

Tabel 2 – 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)

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 6 – Situasi tutupan 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.

3.1.2 Perubahan Besaran Erosi

Simulasi terhadap laju erosi teoritik di DAS Brantas Hulu (2.050 km²) telah dihitung kembali untuk tahun 2007-2012 menggunakan rumusan Universal Soil Loss Equation (USLE) dari Wischmeier & Smith, dengan data dari satelit ASTER (2005).

Perbandingan dengan kajian terdahulu menunjukkan adanya peningkatan nilai erosi, hal ini memberikan gambaran bahwa kondisi lahan di DAS Brantas Hulu telah semakin mengkhawatirkan. Kenaikan erosi pada DAS Brantas Hulu 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.

Tabel 3 – Hasil perhitungan erosi lahan teoritik (USLE) untuk DAS Brantas Hulu

No	Nama Sub DAS	Rincian Sub DAS	Luas km ²	Erosi Tahun 2007-2012		
				ton/ha/th	ton/km ² /thn	mm/thn
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 erosititas hujan menggunakan persamaan Bols (1978)

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

Hasil perhitungan pada Sub DAS Ambang-Brantas-Bango misalnya, menunjukkan erosi permukaan telah berkembang cukup signifikan; sekitar 73% wilayah Sub DAS Ambang-Brantas-Bango sudah berupa lahan terbuka berdasarkan analisis citra satelit ASTER (2005). Dampak perubahan pemanfaatan lahan di daerah hulu

Sungai Amprong, Brantas dan Bango dapat dilihat dari laju erosi permukaan yang berkembang dari masing-masing 5,9; 5,6 dan 1,0 mm tahun⁻¹ (BPDAS, 2003) menjadi 5,3; 1,7 dan 4,5 mm tahun⁻¹ (Valiant, 2007) dan akhirnya 6,4; 5,3 dan 2,0 mm tahun⁻¹ (perhitungan 2013).

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan (BPDAS, 2003a, 2003b dan 2003c; Valiant, 2007) menunjukkan degradasi lahan secara sistematis yang ditandai dengan tingginya erosi permukaan tanah. Laju erosi teoritik untuk seluruh DAS Brantas Hulu pada rentang 2007-2012 mencapai 3,9 mm tahun⁻¹ dan tumbuh sebesar 3,5% tahun⁻¹ terhadap laju erosi tahun 1986.

3.1.3 Angkutan Sedimen di Badan Air

Pemantauan terhadap angkutan sedimen di Sungai Brantas menunjukkan bahwa perpindahan sedimen sebagian besar terjadi dalam bentuk terlarut (*suspended*). Corak angkutan sedimen semacam ini dapat dihubungkan persoalan erosi di DAS Brantas, khususnya pada ruas hulu dan tengah.

Akibat erosi yang cukup tinggi, muncul permasalahan di DAS Brantas Hulu 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).

Erosi permukaan tanah di DAS Brantas Hulu berpengaruh langsung pada Waduk 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.

Tabel 4 – Sedimentasi di Waduk Sutami (DAS Brantas Hulu)

Tahun Survei	Tampungan Total		Tampungan Efektif		Endapan Sedimen juta m ³ /thn	Keterangan
	juta m ³	%	juta m ³	%		
1972	343,00	100	253,00	100		
1977	261,68	76	194,48	77	16,26	HRS
1982	221,29	65	167,20	66	8,08	PKB
1987	192,41	56	152,87	60	5,78	PKB
1992	189,97	55	154,81	61	0,49	PJT-I
1994	185,27	54	148,41	59	2,35	PJT-I
1995	184,59	54	148,62	59	0,68	PJT-I
1997	183,42	53	146,63	58	0,59	PJT-I
1999	180,45	53	144,13	57	1,49	PJT-I
2003	174,57	51	145,15	57	1,47	PJT-I
2006	171,16	50	143,40	57	1,14	PJT-I
2012	168,28	49	133,90	53	0,56	PJT-I

Keterangan:

HRS = Hydraulics Research Institute, Wallingford, Inggris

PKB = Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Sungai Brantas

PJT-I = Perum Jasa Tirta I

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

Waduk Sutami pada mulanya mengalami laju sedimentasi yang cukup besar (1972-1977) di mana penurunan tampungannya mencapai 16,26 juta m³ tahun⁻¹. Setelah Waduk 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 Waduk Sengguruh yang

lebih dulu menangkap sedimen yang terangkut aliran air Sungai Brantas dan Lesti sebelum aliran tersebut masuk ke Waduk Sutami.

Pada Waduk Sutami yang menjadi titik akhir dari DAS Brantas Hulu, usia paruh dari tumpungannya menjadi lebih pendek dari usia ekonomis. Usia ekonomis Waduk Sutami (*economic life-time*) adalah sekitar 100 tahun dan mempergunakan hitungan angkutan sedimen Sungai Brantas sebesar 3,122 juta m³ tahun⁻¹ diperoleh keseluruhan usia paruhnya 58,5 tahun.

3.1.3 Perubahan Morfologi Sungai

Akibat pembangunan bendungan-bendungan di DAS Brantas maka sebagian besar sedimen yang seharusnya terangkut dalam sistem aliran permukaan, akhirnya terhenti (mengendap) di perairan waduk. Sebaliknya untuk pada rezim aliran di sungai yang terletak di sebelah hilir dari bendungan-bendungan tersebut, sehingga terjadi defisit angkutan sedimen yang mengakibatkan penggerusan penampang sungai. Ketidakseimbangan sedimen inilah menjadi penyebab dari morfologi sungai, yang terjadi secara sistematis di DAS Brantas dalam beberapa tahun terakhir ini.

Perubahan morfologi sungai di DAS Brantas khususnya di ruas tengah sampai hilir, termasuk Sungai Porong, telah menjadi bahaya yang mengancam keberlanjutan fungsi sarana dan prasarana (jembatan, *revetment*, *intake* dan pondasi bangunan air) telah tampak saat ini. Pada beberapa ruas sungai telah terjadi degradasi yang menimbulkan longsor, destabilisasi dan kerusakan bangunan seperti bendung karet, pilar jembatan, bendung, *siphon*, *intake*. Rehabilitasi kerusakan-kerusakan tersebut akan memerlukan biaya yang sangat besar.

Selain itu, penambangan pasir dari Sungai Brantas juga menjadi salah satu penyebab degradasi dasar sungai. Berdasarkan studi yang dilakukan pada 1996 di Sungai Brantas ruas tengah dan Sungai Porong, diketahui volume penambangan pasir per-tahun sebesar 2,12 juta m³. Pada 2004 volume ini meningkat menjadi 2,92 juta m³. Sampai 2012 angka ini sudah turun namun belum signifikan. Meskipun beberapa kabupaten menetapkan dengan tegas penghentian kegiatan penambangan pasir di Sungai Brantas namun penambangan secara mekanis masih dilakukan penduduk secara ilegal.

3.1.4 Eutrofikasi pada Tampung Air

Salah satu dampak degradasi lahan akibat erosi dan pemanfaatan lahan yang tidak sesuai adalah turunnya kesuburan tanah. Untuk mempertahankan kualitas produksi pertanian, maka petani di DAS Brantas 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 terucunya tanah oleh aliran permukaan ataupun akibat sisa air irigasi yang kembali ke sungai, akhirnya menyebabkan terjadinya eutrofikasi di perairan waduk (terutama di Waduk Sutami) akibat tingginya kadar nutrien dalam air.

Akibat peningkatan kadar nitrogen dan fosfat di air menyebabkan eutrofikasi di Waduk Sutami sejak 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) unsur nitrogen dan fosfat terlarut di air (berbentuk NO₂, NO₃ dan PO₄) menunjukkan waduk ini telah mengalami eutrofikasi. Kriteria kualitas air menetapkan bila nitrogen terlarut lebih besar dari 0,3 mg liter⁻¹

dan fosfat lebih besar dari 0,01 mg liter⁻¹ dapat memacu terjadinya *algae blooming* (peningkatan pertumbuhan alga).

Hasil pemeriksaan biologis pada berbagai tahap sepanjang 2001 sampai akhir 2004 menunjukkan perkembangan populasi *microcystis* dari jenis ganggang biru/hijau. Pada saat *blooming algae* terjadi, muncul dampak rekursif, di mana kualitas air ikut turun sebagai akibat bertumbuh kembangnya *phytoplankton* dimaksud. Penurunan ini diindikasikan dengan meningkatnya parameter BOD dan COD sebagaimana digambarkan pada peristiwa *algae blooming* antara 27 Oktober sampai 15 Desember 2004 (lihat Tabel 5).

Tabel 5 - Rerata kualitas fisika dan kimia air di Waduk Sutami (Oktober-Desember 2004)

Parameter	Rerata Nilai Kualitas				Nilai Baku Mutu
	27 Okt	10 Nop	1 Des	15 Des	
Suhu air (°C)	29,07	29,37	28,00	30,97	30
PH	7,67	7,57	6,97	7,80	6-9
DO (mg liter ⁻¹)	6,90	6,23	7,70	9,57	> 4
Kecerahan (cm)	56,33	68,00	45,00	41,00	
Kekeruhan (NTU)	35,70	23,00	59,30	33,30	
BOD (mg liter ⁻¹)	9,30	5,70	7,20	4,30	3,0
COD (mg liter ⁻¹)	23,60	14,43	18,57	10,19	25
NO ₃ (mg liter ⁻¹)	5,74	0,64	4,76	11,07	10
NO ₂ (mg liter ⁻¹)	0,39	0,23	0,17	0,79	0,06
PO ₄ Total (mg liter ⁻¹)	0,149	0,005	0,25	0,31	0,20

Keterangan: Nilai baku mutu air di ditetapkan Kelas II berdasarkan kriteria PP No. 82 Tahun 2001
Sumber: PJT-I (2004)

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

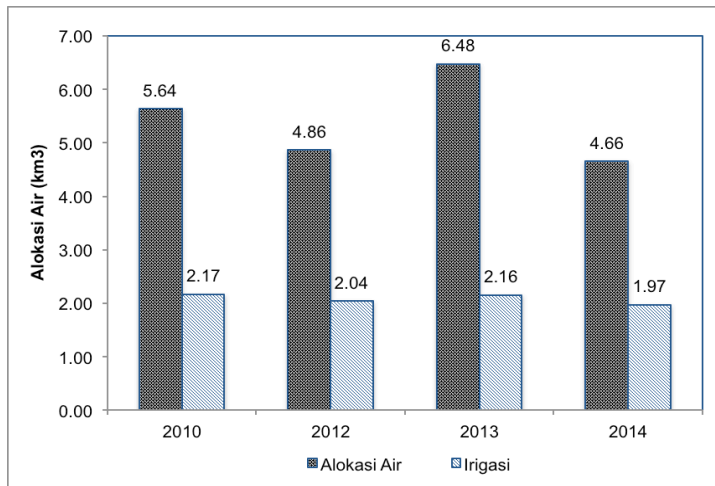
Dapat disimpulkan, degradasi lahan telah mendorong pemakaian pupuk anorganik oleh petani, yang akhirnya tercuci dari lahan melalui limpasan permukaan dan sisa air irigasi. Residu dari pupuk anorganik, berupa larutan nitrat dan fosfat, terbawa ke aliran air di sungai, yang akhirnya berdampak pada kualitas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

3.2 Ketersediaan Air Permukaan

Ketersediaan air permukaan di DAS Brantas dipengaruhi oleh kemampuan sejumlah bendungan di ruas hulu sungai ini yakni: Waduk Sengguruh, Sutami, Lahor, Wlingi, Selorejo, Bening dan Wonorejo dalam menyimpan air. Banyak faktor yang mempengaruhi ketersediaan air permukaan di DAS Brantas, salah satunya adalah fenomena El-Niño dan La-Niña.

Perubahan suhu permukaan laut di Samudra Pasifik sangat berpengaruh terhadap curah hujan di Indonesia khususnya di Pulau Jawa. Fenomena El-Nino dan La-Nina berhubungan dengan berkurangnya atau bertambahnya volume hujan di pulau jawa. Hal tersebut mempengaruhi oleh volume ketersediaan air permukaan di DAS Brantas.

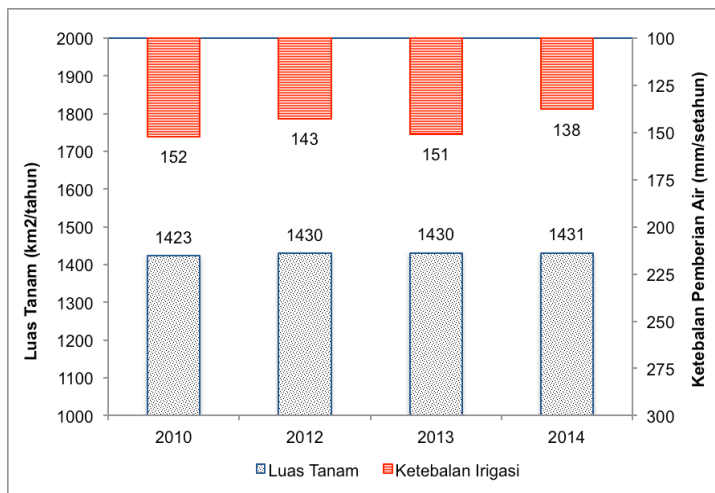
Berdasarkan hasil pemantauan Perum Jasa Tirta I, curah hujan rerata tahunan (2011-2014) di DAS Brantas berkisar 1.400 mm. Dari jumlah air yang jatuh tersebut, aliran permukaan yang dapat dikendalikan oleh infrastruktur pengairan bervariasi, khususnya untuk sektor pertanian yang merupakan pemanfaat air utama di DAS Brantas. Alokasi air keseluruhan yang diberikan infrastruktur di DAS Brantas adalah ada pada Gambar 3, termasuk besar pemakaian air irigasi untuk pertanian.



Gambar 3 – Ketersediaan Air Permukaan di DAS Brantas

Sumber: PJT-I (2015)

Sementara itu, ditinjau dari luas tanam pada daerah irigasi yang dapat diketahui total luas tanam di DAS Brantas (untuk musim kemarau maupun hujan) adalah sekitar 1.430 km². Bila jumlah air irigasi dibagi luas tanam keseluruhan, maka dalam setahun maka ketebalan air irigasi berkisar antara 138 sampai 152 mm per-tahun. Ketebalan air irigasi ini menunjukkan daerah irigasi di DAS Brantas lazim dikelola dengan metode pertanian basah.



Gambar 4 – Luas tanam dan ketebalan pemberian air

Sementara itu, melalui perhitungan terpisah dapat diketahui kandungan tapak air dari sejumlah komoditi pertanian. Tapak air adalah besar pemakaian air yang dibagi terhadap produk komoditi yang akan memberikan gambaran seberapa besar volume air yang dikonsumsi untuk menghasilkan suatu massa produk pertanian secara spesifik.

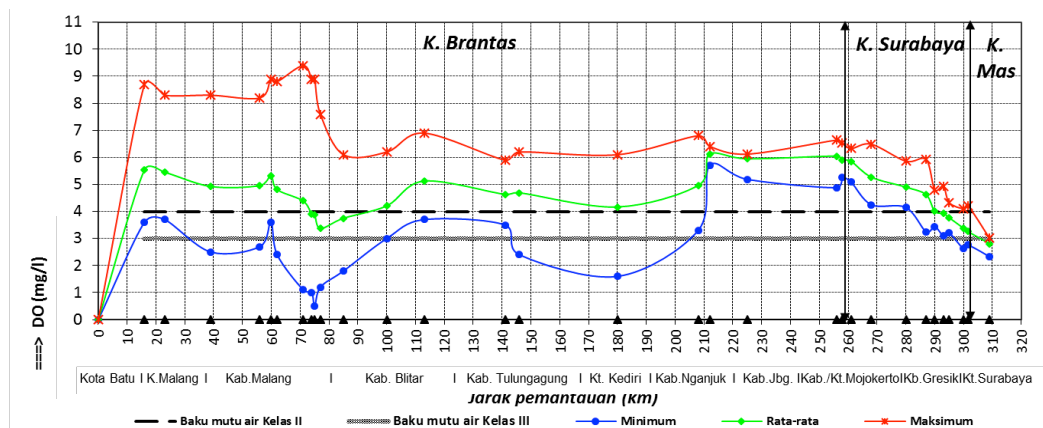
Produktifitas masing-masing komoditi diketahui mempengaruhi besaran tapak air. Untuk Jawa Timur, dapat dihitung padi memiliki produktifitas rerata 5,34 ton ha⁻¹ memakai air sekitar 1.752 sampai 2,102 m³ ton⁻¹, sedangkan ubi kayu (produktifitas 15,83 ton ha⁻¹) memakai air antara 574 sampai 592 m³ ton⁻¹ sedangkan ubi jalar yang (10,89 ton ha⁻¹) memakai air 588 sampai 622 m³ ton⁻¹.

Sehingga dapat disimpulkan dari analisis tapak air bahwa dalam keadaan di mana luasan tanam tidak dapat diperluas karena keterbatasan jaringan irigasi, disarankan mengisi lahan yang tidak beririgasi dengan tanaman produktifitas tinggi semacam ubi kayu dan ubi jalar. Ketersediaan air irigasi dapat dibatasi pada pemberian air untuk pertanian padi (yang relatif “boros” memakai air) sementara lahan kering ditanam semaksimal mungkin dengan tanaman dengan tapak air yang lebih kecil.

3.3 Kondisi Aktual Kualitas Air

Pemantauan kualitas air di DAS Brantas telah dilaksanakan sejak lama dan oleh berbagai instansi, namun pemantauan secara terstruktur dengan titik pantau yang tetap telah dilaksanakan sejak 1989 hingga kini oleh Perum Jasa Tirta I. Hasil pemantauan tersebut menunjukkan variabilitas kualitas air, khususnya oleh berbagai aspek yang berasal dari luar aliran sungai itu sendiri, atau yang disebut *off-stream factors*.

Sebagai contoh dapat dilihat hasil pemantauan kualitas air di sepanjang Sungai Brantas hingga Sungai Mas pada tahun 2013 untuk parameter oksigen terlarut (*dissolved oxygen* – DO) pada Gambar 5 berikut ini. Di luar beberapa parameter ini ada beberapa yang menjadi indikator yang baik mengenai perubahan kualitas air.



Gambar 5 – Nilai rerata 2013 konsentrasi oksigen terlarut (DO) minimum, rerata dan maksimum

Sumber: PJT-I (2013)

Hasil pemantauan menunjukkan bahwa kualitas air berubah seiring perubahan aliran sungai. Limbah cair yang memasuki sungai, khususnya dari sektor domestik dan industri memberi pengaruh yang besar pada kualitas air. Kualitas air Sungai Brantas mengalami penurunan saban Sungai melintasi beberapa aglomerasi urban, seperti Batu, Malang, Kediri, Jombang, Mojokerto dan Surabaya.

3.3 Pengelolaan Keragaman Hayati

3.3.1 Tumbuhan di Bantaran

Tumbuhan di bantaran sungai memiliki fungsi yang penting dalam memelihara keragaman hayati perairan, oleh karena berfungsi sebagai peneduh yang menjaga suhu air sungai sehingga dapat mempertahankan kondisi optimal oksigen terlarut, selain guguran daun dan serasahnya yang akan terurai di dalam air menjadi substrat yang memberi energi pada biota perairan.

Inventarisasi keanekaragaman hayati (tumbuhan) pada bantaran Sungai Brantas oleh Perum Jasa Tirta I bekerjasama dengan Ecoton (2013) menunjukkan hubung-

an erat antara keragaman dan kepadatan tumbuhan di bantaran dengan keseimbangan lingkungan pada ekosistem perairan. Naungan dari tumbuhan di bantaran sungai semakin berkurang dan menimbulkan dampak penurunan substrat yang menjadi makanan makroinvertebrata. Penurunan ini menyebabkan biota ini semakin berkurang dan pada akhirnya menyebabkan sebagian spesies ikan yang bergantung kepada rantai makanan di dalam perairan akhirnya tersingkir dan punah dari ekosistem setempat.

Berdasarkan hasil kegiatan ini, diperoleh inventaris keanekaragaman hayati (tumbuhan) di bantaran Brantas. Hasil kajian etnobotani pada bantaran DAS Brantas menemukan sebanyak 116 jenis vegetasi yang terdiri dari 53 jenis pohon berkayu dan 63 jenis tumbuhan semak yang dapat digunakan oleh masyarakat sekitar bantaran sungai untuk berbagai kegunaan serta keperluan. Tumbuhan di bantaran Sungai Brantas bervariasi mencakup jenis tanaman dengan perakaran dalam yang dapat berfungsi sebagai pengendali kelongsoran, jenis yang memiliki kemampuan mempertahankan kelembaban dan zat hara tanah, maupun jenis yang dapat dipakai untuk keperluan pakan ternak.

Identifikasi kepadatan tanaman dan indeks nilai penting (unsur kepadatan, frekuensi dan dominasi) memberikan hasil yang bervariasi. Menggunakan indeks keragaman hayati Shannon-Wiener, ruas hulu Sungai Brantas memiliki keragaman hayati di bantaran sungai pada nilai 2,0 yang semakin meningkat ke arah ruas hilir, hingga mencapai nilai 3,1. Secara keseluruhan angka 2,0 hingga 3,1 ini masuk dalam kategori keragaman sedang (PJT-I, 2013).

3.3.2 Makroinvertebrata

Makroinvertebrata adalah biota perairan yang menjadi bagian dari kesatuan ekosistem sungai dan berperan dalam struktur rantai makanan yang mengikuti konsep kontinuitas energi sungai. Dalam struktur rantai makanan tersebut, makroinvertebrata menjadi makanan ikan dan oleh karena itu, populasi dari biota ini dapat dijadikan indikator kesehatan sungai. Gaudet (1974) melaporkan, kepadatan populasi makroinvertebrata pada sungai yang sehat dengan penampang bebatuan adalah sekitar 3.000 hingga 4.000 individu m^{-2} dan untuk penampang berlumut berkisar 400.000 individu m^{-2} .

Penurunan populasi makroinvertebrata dapat disebabkan berbagai faktor. Diyakini bahwa tutupan tanaman (kanopi) di bantaran sungai berperan sebagai sumber makanan (dari guguran daun dan serasah) serta tempat berlindung (habitat) bagi sebagian besar makroinvertebrata, sehingga berkurangnya tutupan tanaman tersebut akan mempengaruhi secara langsung populasi makroinvertebrata. Di luar itu semua, kualitas air sungai juga berperan dalam mempertahankan populasi makroinvertebrata, oleh karena fase kehidupan dari biota ini sebagian besar berada pada perairan. Kualitas air yang jelek akan mematikan potensi hidup dari biota ini.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Perum Jasa Tirta I di DAS Brantas pada 2008, ditemukan makroinvertebrata sebanyak 72 taksa yaitu terdiri dari 8 kelas (*Insekta*, *Crustacea*, *Hirudinea*, *Oligochaeta*, *Nematoda*, *Turbellaria*, *Collembolla*, dan *Gastropoda*) mencakup 18 ordo (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Tricoptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Odonata*, *Decapoda*, *Isopoda*, *Basommatophora*, *Mesogastropoda* dan *Gordioidea*).

Sungai Leso (Gunung Kawi) memiliki jumlah tertinggi yaitu sebanyak 40 taksa dan Sungai Konto memiliki jumlah terendah yaitu 22 taksa, sedangkan Sungai Krecek (Gunung Welirang) memiliki 37 taksa dan Sungai Badak (Gunung Kelud) 30 taksa.

Analisis data menunjukkan komposisi atau keanekaragaman makroinvertebrata bentik sangat dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan, yaitu vegetasi riparian (naungan) dan tipe substrat dasar perairan, dari pada kualitas air. Bahkan, dari analisis yang menghubungkan kualitas air dengan populasi makroinvertebrata dapat diketahui bentik *Chironomidae* dapat digunakan sebagai indikator kenaikan suhu air.

3.3.3 Perikanan Sungai

Penelitian tentang keanekaragaman jenis ikan antara 1916-1962 di Sungai Brantas oleh Weber dan Beaufort yang mencatat adanya 87 jenis spesies. Pada penelitian 1997 oleh Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya berhasil mengidentifikasi 50 jenis ikan. Bila dibandingkan penelitian Weber dan Beaufort maka terjadi penurunan 30% jenis spesies asli Brantas. Hal tersebut diduga karena spesies asli kalah bersaing dalam kompetisi dengan ikan non asli Brantas yang berasal dari habitat lain, ataupun akibat perubahan habitat alami ikan dan pencemaran air sungai.

Penelitian keanekaragaman jenis ikan juga dilakukan Perum Jasa Tirta I bersama Ecoton (2011) untuk ruas tengah Sungai Brantas (Kabupaten Kediri, Nganjuk, Jombang, Mojokerto dan Gresik) menunjukkan hanya ditemukan 30 jenis spesies ikan, di mana inventarisasi dengan alat jaring hanya menemukan 17 jenis ikan.

Spesies ikan yang paling dominan dijumpai adalah ikan *sapu-sapu* (*Hypostomus plecostomus*) sedangkan jenis yang hanya dijumpai sangat sedikit selama penelitian ini adalah jenis *sili* (*Mastacembelus macrognatus*), *bekepek* (*Mystacoleucus marginatus*), *ula* (*Labridae longibarbis*) dan *kuthuk* (*Channa striata*). Selain ke 4 jenis ikan tersebut, jenis ikan *seren* (*Cycloceilichthys enoplus*), *montho* (*Osteochillus sp*) dan *berot* (*Mastacembelus unicolor*) juga sudah jarang ditemui.

Dapat disimpulkan dari sebaran spesies ikan di atas, jenis yang dominan adalah yang memiliki sifat tahan pencemaran semacam ikan sapu-sapu; sedangkan ikan yang secara endemik (asli) dari Sungai Brantas semakin menurun populasinya karena bahkan dapat dikategorikan dalam keadaan langka, karena memerlukan lingkungan perairan dengan kualitas air yang lebih.

Dalam penelitian, diketahui pula beberapa jenis ikan yang bersifat kosmopolit atau selalu dijumpai pada setiap titik pengamatan yaitu *wader putih* (*Barbodes gonionotus*), *wader abang* (*Barbodes balleroides*), *rengkik* (*Mystus nemurus*) dan *keting* (*Mystus nigriceps*). Ikan jenis ini dapat beradaptasi pada perubahan kualitas air, meskipun dalam kasus ikan rengkik misalnya, warna ikan di Sungai Brantas ruas tengah dan hilir bisa berbeda karena dampak pencemaran (PJT-I, 2011).

IV. Penanganan dan Upaya Konservasi Sumber daya

4.1 Praktik Terbaik (Best Practices) di DAS Brantas

Beberapa praktik terbaik (*best practices*) yang telah ditempuh di DAS Brantas untuk menangani dan merawat sumber daya air serta lahan, dapat diulas sekilas sebagai berikut:

1. Konservasi lahan dan air di DAS Brantas, 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. Metode ini telah diterapkan di DAS Brantas Hulu secara sistematis dan berdasarkan data BPDAS (2011) dike-

tahui sasaran kegiatan penanaman pohon ini di wilayah DAS Brantas Hulu mencapai 30,96 km² untuk kawasan hutan dan 127,64 km² di kawasan berhutan.

Pengendalian degradasi lahan tidak dapat dipisahkan dari pola pengelolaan sumber daya alam yang dilakukan masyarakat di dalam DAS. Sekitar 38% dari lahan di wilayah DAS Brantas dimanfaatkan untuk keperluan pertanian, baik secara intensif maupun semi-intensif (perladangan). Dengan demikian, pengelolaan sumber daya lahan, khususnya oleh para petani, memainkan peranan penting.

2. Pengelolaan keanekaragaman hayati di DAS Brantas, yang mencakup tindakan: (a) penetapan kawasan-kawasan penting atau daerah suaka perairan pada daerah-daerah di Brantas dengan menjaga tutupan vegetasi di bantaran sungai, memelihara biota perairan yang ada dan turut serta merehabilitasi sungai sebagai habitat biota perairan; (b) peningkatan kualitas air dengan cara pengendalian pencemaran domestik maupun industri maupun pengolahan limbah cair secara komunal maupun individual, baik untuk domestik maupun industri; (c) perubahan perilaku masyarakat untuk tidak membuang sampah ke sungai terutama sampah organik maupun anorganik dengan memilah sampah, memproses ulang sampah (pemakaian kembali dan daur ulang), *composting* sampah organik dan penyediaan sarana pengolahan limbah domestik secara komunal.
3. Pengembangan inisiatif ramah lingkungan, misalnya melalui perluasan pemakaian energi baru dan terbarukan (EBT) semisal dengan mendorong penerapan Peraturan Presiden RI No 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional menyangkan pada tahun 2025 komposisi pemanfaatan energi di negeri ini akan berubah dengan memperbesar peran EBT menjadi 17% dari seluruh *mix-energy* (ESDM, 2012).

Potensi pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT) untuk keperluan pembangkitan listrik sebaliknya sudah cukup berkembang di DAS Brantas. Potensi tenaga air sebagai *prime mover* untuk membangkitkan listrik cukup besar. Seluruh kapasitas pembangkitan listrik dari tenaga air di DAS Brantas adalah 270,6 M-Watt, namun dengan potensi limpasan permukaan yang besar di sungai-sungai maka masih terdapat potensi tambahan kapasitas sebesar 138,2 M-Watt.

4. Pemanenan air dengan memanfaatkan secara maksimal air hujan melalui proses penyimpanan air dengan teknologi *cistern*, sumur resapan, tandon tertutup, jebakan air ataupun tampungan terbuka lainnya. Selain dengan metode konvensional tersebut, tak tertutup kemungkinan melakukan pemanenan uap air di udara melalui penyemaian awan (modifikasi cuaca).

Pemanenan air hujan didorong oleh tingginya variabilitas iklim, yang antara lain disebabkan aspek global (fenomena El-Niño dan La-Niña), meso (keikliman karena pola muson dan *dipole*) dan mikro (kondisi orografis dari pegunungan di Pulau Jawa).

Pelaksanaan teknologi modifikasi cuaca (TMC) di DAS Brantas telah dilakukan sebanyak 4 kali (tahun 1998, 2007, 2012 dan 2013). Semula untuk menambah ketersediaan air pada tahun kering (1998) namun belakangan diarahkan kepada pemantapan aliran permukaan. Pelaksanaan TMC dipusatkan pada daerah tangkapan air dari Waduk Sengguruh, Sutami (Karangkates) dan Lahor seluas 2.170 km² (Valiant dan Harianto, 2013).

4.2 Analisis Masalah Ketersediaan Air

Beberapa persoalan dalam ketersediaan air di lingkup DAS Brantas:

1. Kegiatan penanaman pohon untuk mengurangi degradasi lahan dan pelepasan cadangan karbon dalam kerangka mitigasi dampak 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) namun kegiatan konservasi ini justru terjadi di kawasan non-hutan dan tidak meningkatkan luas tutupan pohon di kawasan hutan.
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 iklim 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 sehingga berpengaruh pada ketersediaan air permukaan dan di bawah permukaan tanah secara umum. 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.
3. Tekanan kependudukan secara praktis menyebabkan rehabilitasi lahan kritis bertentangan dengan upaya konversi lahan untuk keperluan permukiman dan pertanian. Selain itu, dalam analisis oleh Ruminta dan Handoko (2012) tampak di mana ketersediaan air atau sumber daya lahan menipis justru di sanalah kerentanan muncul secara masif. Sehingga dengan jumlah penduduk di DAS Brantas yang tinggi – pada 2010 kepadatannya mencapai 1.360 jiwa km⁻² – menyebabkan DAS ini menjadi salahsatu wilayah terpadat di Jawa Timur yang memerlukan terobosan dari segi perencanaan spasial. Tekanan kependudukan beserta implikasi ekonomis di DAS Brantas bersama-sama DAS Citarum dan DAS Ciliwung, termasuk yang tertinggi bahkan untuk tingkat Asia, menciptakan hambatan spasial yang tinggi juga.

4.3 Rekomendasi untuk Penyediaan Air

Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektifitas konservasi lahan dan air adalah sebagaimana berikut.

1. Pemanfaatan air baku tepat guna dan efisien untuk memenuhi kebutuhan air di DAS Brantas melalui aplikasi cara budidaya tanaman padi yang intensif dan efisien atau System of Rice Intesification (SRI) yaitu mengembangkan praktek pengelolaan padi yang memperhatikan kondisi pertumbuhan tanaman yang lebih baik, terutama di zona perakaran, dibandingkan dengan teknik budidaya cara tradisional sehingga dapat memberikan hasil panen yang lebih tinggi dibandingkan cara tradisional yang membutuhkan banyak air.
2. Pemantapan cadangan air di waduk-waduk yang berada di hulu dalam menghadapi musim kemarau melalui kegiatan teknologi modifikasi cuaca (TMC) atau dikenal juga dengan hujan buatan, dengan penyemaian awan

agar hujan jatuh pada daerah tangkapan waduk untuk menambah debit inflow sehingga volume tampungan bertambah.

3. Penyediaan tambahan air permukaan dengan pembangunan waduk dan embung di hulu dengan maksud menampung air pada musim hujan untuk dapat dimanfaatkan bagian hilir pada musim kemarau. Pemerintah melalui Kementerian PUPR telah memprogramkan percepatan pembangunan 13 bendungan yang tersebar di 10 propinsi di tahun ini.
4. Pemantapan upaya kegiatan konservasi lahan untuk menjamin ketersediaan air dalam keadaan iklim yang berubah:
 - a. Sejauh ini, kegiatan konservasi belum terpusat pada kawasan hutan dan cenderung dilaksanakan di luar kawasan hutan, sehingga perlu didorong intensifikasi konservasi pada kawasan hutan dan pelaksanaan yang lebih selektif untuk konservasi di luar kawasan hutan.
 - b. Membatasi penggunaan tanaman berkayu yang memiliki fisiologi dengan evapotranspirasi yang tinggi semacam sengon (*Albizia chinensis* Osb. Merr), jabon (*Neolamarckia cadamba* Roxb. Bosser) dan pinus atau tusam (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vries) pada konservasi di luar kawasan hutan.
 - c. Sebaliknya memperkenalkan kembali berbagai spesies tanaman lokal (*indigenous species*) di kawasan hutan yang dapat memperbaiki tutupan lahan dan menyiptakan telekoneksi keikliman yang membangun kecukupan air di dalam suatu DAS.
5. Mengembangkan sistem koordinasi yang lebih baik antar instansi dalam konservasi sehingga kegiatan dilaksanakan secara lebih terencana (*designated*), menyatu (*integrated*) dan terkoordinasi antar instansi. Untuk itu keberadaan suatu dokumen rencana pengelolaan DAS – yang dapat diterima dan diterapkan berbagai instansi – amat diperlukan. Dokumen ini bertindak sebagai protokol dalam penyusunan rencana konservasi bagi berbagai instansi yang terlibat dalam pengelolaan sumber daya hutan, tanah dan air di DAS Brantas.
6. Pasca putusan perkara MK-RI No.085/PUU/XI/2013 tanggal 18 Februari 2015 pemerintah dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah menerbitkan Peraturan Menteri untuk mendukung operasionalnya Undang-Undang nomor 11 tahun 1974 tentang Pengairan. Ke depan, diperlukan Undang-undang pengganti untuk mendukung pengelolaan sumber daya air demi ketersediaan sumber daya air yang berkelanjutan untuk mempertahankan ketersediaan dan ketahanan pangan, energi dan lingkungan yang lestari.

V. Kesimpulan

1. Seiring dengan perkembangan pembangunan, apabila tidak diimbangi dengan pengelolaan sumber daya air yang memadai (terutama pengelolaan kualitas air), akan mengakibatkan penurunan kualitas air sebagaimana yang terjadi di Sungai Brantas. Air yang berhubungan erat dengan lahan terancam oleh keberadaan manusia, baik akibat perubahan pada siklus hidrologi, limbah (rumah tangga, industri dan pertanian) yang dibuang ke perairan danau, waduk, rawa dan sungai-sungai di dunia, maupun pelepasan gas rumah kaca yang mendorong perubahan iklim global.

2. Dalam mengendalikan pencemaran air, diperlukan komitmen semua pihak yang berkepentingan. Berkaitan dengan degradasi lahan yang semakin lama mengemuka – termasuk di dalamnya DAS Brantas – perlu dilakukan upaya reklamasi lahan agar kelestarian dan fungsi lahan dapat dipertahankan sehingga kualitas air yang juga terganggu oleh limbah pertanian dan pencucian zat hara tanah dapat dikendalikan. Upaya reklamasi lahan untuk mengendalikan degradasi lahan ini akan memberi kontribusi yang signifikan dalam pengelolaan kualitas air di suatu DAS.
3. Perlu penegakan hukum (*law enforcement*) yang memadai terhadap pelaku pencemaran air Sungai Brantas dengan mengikutsertakan masyarakat yang mempunyai kontrol sosial yang positif dan kondusif. Peran serta masyarakat merupakan kekuatan yang sangat berharga dalam pengendalian pencemaran karena tanpa adanya peran serta masyarakat semua upaya yang dilakukan akan sia-sia.
4. Setelah terbit Putusan MK-RI No.085/PUU/XI/2013 tanggal 18 Februari 2015 Pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah menerbitkan sejumlah Peraturan Menteri dan Peraturan Pemerintah sebagai pengganti UU No 7 Tahun 2004, yang menghubungkan UU No 11 Tahun 1974 dengan kekinian. Untuk waktu ke depan diperlukan segera suatu UU pengganti yang mendukung pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan, untuk memenuhi harapan mempertahankan ketersediaan pangan, energi dan lingkungan lestari. UU ini harus dibangun dari pemahaman akan kompleksitas dalam pengelolaan air yang merupakan sumber daya mengalir dan tidak mengenal batasan administratif.

V. Pustaka

- Arsyad, S. 2013. Konservasi Tanah dan Air dalam Penyelamatan Sumber daya 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*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, Indonesia. ISBN 979-420-737-3.
- Asian Development Bank (ADB). 2010. *Asian Water Development Outlook*. Manilla, Filipina.
- 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
- Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral Republik Indonesia (ESDM). 2012. *Statistik Ketenagalistrikan 2011*. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. Jakarta, Indonesia.
- 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

- 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). 2008. *Studi Komposisi Makroinvertebrata di Brantas Bagian Hulu*. Laporan Internal [tidak dipublikasikan]
- Perusahaan Umum Jasa Tirta I (PJT-I). 2011. *Inventarisasi Keanekaragaman Jenis Ikan di Brantas*. ECOTON. 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). 2013. *Evaluasi Pelaksanaan Perlindungan Daerah Aliran Sungai*. Laporan Internal [tidak dipublikasikan]
- Perusahaan Umum Jasa Tirta I (PJT-I). 2013. *Inventarisasi Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Bantaran Brantas*. Laporan Internal [tidak dipublikasikan]
- PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) (PLN). 2012. *Statistik PLN 2011*. Jakarta, Indonesia. ISSN No. 0852-8179.
- 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.
- Rayes, M. L. 2007. *Metode Inventarisasi Sumber daya Lahan*. Penerbit Andi, Yogyakarta, Indonesia: 118-140. ISBN 979-763-613-5
- Ruminta dan Handoko. 2012. *Climate Risk and Adaptation Assessment for the Agriculture Sector – Greater Malang*. Kementerian Lingkungan Hidup, Pemerintah Republik Indonesia.
- Subramanya, K. 1999. *Engineering Hydrology*. Tata Mc. Graw-Hill Publishers, New Delhi, India. ISBN 0-07-462449-8
- Valiant, R. 2007. *Dampak Kelajuan Erosi dan Nisbah Angkutan Sedimen pada Perubahan Fisik dari Tampungan Bendungan Sutami*. Laporan Studio (Modul VI). Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.
- Valiant, R., dan Harianto. 2013. Pengelolaan Sumber daya Air di DAS Brantas dengan Penerapan Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) untuk Keandalan Layanan Air. *Seminar Nasional Aplikasi TMC sebagai Alternatif Teknologi Menuju Tercapainya Ketahanan Pangan dan Energi*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta: Indonesia, 27 Juni 2013
- Vörösmarty, C. J., dan D. Sahagian. 2000. Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *Biological Sciences* **50 (9)**: 753-765.
- Vörösmarty, C. J., P. Mc.Intyre, M. O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S. E. Bunn, C. A. Sullivan, dan C. R. Liermann. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* **467**: 555-561.