

PENATAAN RUANG DAERAH ALIRAN SUNGAI CILIWUNG DENGAN PENDEKATAN KELEMBAGAAN DALAM PERSPEKTIF PEMANTAPAN PENGELOLAAN USAHATANI

Land Use Planning of Ciliwung Watershed Area Using an Institutional Approach through Farm Management Improvement Perspective

Tri Ratna Saridewi¹, Setia Hadi², Akhmad Fauzi³, dan I Wayan Rusastra⁴

¹*Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Bogor
Jl. Cibalagung No. 1, Kotak Pos 188, Bogor 16610
E-mail: trsdewi74@yahoo.com*

²*Fakultas Pertanian IPB
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
E-mail: set2460@yahoo.com*

³*Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB
Jl. Kamper, Wing 10 Level 4, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
E-mail: fauziakhmad@gmail.com*

⁴*Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian
Jl. A. Yani No. 70, Bogor 16161
E-mail: wrusastra@yahoo.com*

Naskah diterima: 4 April 2014; direvisi: 23 Mei 2014; disetujui terbit: 10 Juni 2014

ABSTRACT

Rapid development on Ciliwung watershed converts farmland to other uses causing decreased catchment area and flood. Flood occurrence on Ciliwung watershed indicates that current land use planning is not in accordance with its carrying capacity. Currently, most of the policies issued to manage watershed are dominated by structural approach. Moreover, land use planning often leads regional and sectoral conflicts. Based on a literature study, a non-structural approach should be done prior to a structural approach. Land use planning using an institutional approach is part of a non-structural approach. An institutional approach in managing Ciliwung watershed could be based on Ostrom's Institutional Analysis and Development (IAD). Payment mechanism for environmental services and compensation can be carried out through the operation and maintenance of irrigation and watershed management simultaneously. Good watershed quality is able prevent flood incidence and to guarantee continuity of irrigation water supply resulting in farming productivity improvement. Optimum allocation of Ciliwung watershed can be achieved by accommodating both conservation and economic requirements simultaneously. Effective institutional interaction is the appropriate way to ensure implementation of integrated watershed management.

Keywords: *Ciliwung watershed, land use planning, institutional approach, farming management*

ABSTRAK

Pembangunan yang sangat pesat di Daerah Aliran Sungai Ciliwung mendorong terjadinya konversi lahan pertanian menjadi lahan terbangun. Hal ini menyebabkan berkurangnya daerah resapan air sehingga terjadi banjir. Banjir tersebut merupakan indikasi bahwa tata ruang saat ini tidak sesuai dengan daya dukung wilayah. Selama ini, kebijakan pemerintah untuk penyelesaian pengelolaan kawasan DAS lebih didominasi oleh penyelesaian secara struktural. Selain itu, perencanaan penataan ruang yang telah disusun seringkali menimbulkan adanya konflik sektoral dan kewilayahan. Melalui studi literatur, dapat diketahui bahwa pendekatan yang bersifat nonstruktural harus dilakukan terlebih dahulu sebelum pendekatan struktural. Penataan ruang menggunakan pendekatan kelembagaan merupakan bagian dari pendekatan nonstruktural. Pendekatan kelembagaan dalam pengelolaan kawasan DAS Ciliwung dapat mengacu pada *Ostrom's Institutional Analysis and Development (IAD)*. Mekanisme imbal jasa lingkungan dan pemberian kompensasi dapat dilakukan melalui operasi dan pemeliharaan irigasi serta pengelolaan DAS secara bersamaan. Kualitas DAS yang terjaga dengan baik mampu menanggulangi banjir sekaligus menjaga kontinuitas air irigasi sehingga produktivitas usahatani meningkat. Alokasi tata ruang kawasan DAS Ciliwung yang optimum dapat diperoleh dengan mengakomodir kebutuhan konservasi dan ekonomi secara bersamaan. Interaksi kelembagaan yang efektif merupakan langkah yang tepat untuk menjamin implementasi pengelolaan DAS secara terpadu.

Kata Kunci: *DAS Ciliwung, tata ruang, pendekatan kelembagaan, pengelolaan usahatani*

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung memiliki nilai sangat strategis karena melintasi dua provinsi, yaitu Jawa Barat yang meliputi Kabupaten Bogor, Kota Bogor, dan Kota Depok di bagian hulu dan tengah serta DKI Jakarta di bagian hilir. Kegiatan pembangunan yang sangat cepat di DKI Jakarta sangat berpengaruh terhadap pola pemanfaatan lahan bukan hanya pada bagian hilir, tetapi juga pada bagian hulu dan tengah. Di samping perkembangan dan kemajuan yang demikian cepat, DAS Ciliwung kini menjadi sorotan banyak pihak karena dianggap sebagai penyebab terjadinya banjir di Jakarta, dengan tingkat kerugian yang cenderung meningkat setiap tahunnya.

Banjir terjadi karena perubahan dan pengelolaan penggunaan lahan yang tidak tepat (Woube, 1999), sedangkan perubahan penggunaan lahan bersifat dinamis terhadap besarnya debit aliran sebagai respon terhadap curah hujan (Asdak, 2010). Curah hujan tinggi yang tidak mampu diserap oleh tanah karena daerah resapan air yang berkurang dan saluran sungai yang tidak mampu menampung kelebihan limpasan air menyebabkan banjir. Irianto (2000) menyebutkan bahwa dalam kurun waktu tahun 1981-1999, hulu DAS seluas 14.860 ha telah beralih fungsi, meliputi pengurangan 2 ha hutan, 35 ha kebun campuran, 43 ha sawah teknis, 18 ha sawah tadah hujan, dan 152 ha tegalan dan semuanya berubah menjadi kawasan pemukiman. Kondisi DAS Ciliwung semakin memburuk akibat sistem drainase dan pola penggunaan lahan yang kurang baik di daerah hilir, yang menyebabkan kontribusi aliran permukaan dari daerah hilir sebesar 57,56 persen sedangkan dari daerah hulu dan tengah berkontribusi sebesar 42,44 persen (BPDAS, 2007a,b). Selain itu, rumah-rumah liar yang dibangun di bantaran sungai Ciliwung menyebabkan erosi dan penyempitan sungai Ciliwung (KLH, 2012).

Alih fungsi lahan pertanian, selain menurunkan luas lahan garapan juga menyebabkan gangguan keseimbangan hidrologi DAS yang ditandai dengan perbedaan debit air sungai yang sangat tinggi antara musim penghujan dan musim kemarau. Peningkatan debit air sungai pada musim penghujan dan penurunan debit air sungai pada musim kemarau berpengaruh terhadap ketersediaan air irigasi yang selanjutnya

berpengaruh terhadap luas lahan dan produktivitas usahatani yang menggunakan sistem irigasi. Menurut Sumaryanto *et al.* (2003), luas lahan sawah yang digarap petani di Daerah Irigasi DAS Brantas pada musim kemarau (MK) umumnya lebih rendah dari musim hujan (MH). Rata-rata luas sawah garapan pada MH, MK-1, dan MK-2 adalah 0,35; 0,33; dan 0,27 ha dan produktivitas usahatani padi pada MH, MK-1, dan MK-2 adalah 56,5; 54,9; dan 53,2 ku GKG per hektar dengan tingkat penggunaan masukan termasuk dalam katagori sangat intensif.

Keberadaan lahan pertanian harus tetap dipertahankan karena selain berfungsi sebagai faktor produksi utama bagi usahatani, lahan pertanian juga memiliki fungsi ekologis sebagai daerah resapan air bagi DAS. Pengesahan Undang-undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (PLP2B) merupakan regulasi yang diharapkan dapat melindungi dan mengendalikan alih fungsi lahan pertanian. Undang-undang tersebut mengatur bahwa penetapan Kawasan Pertanian Pangan Berkelanjutan (KP2B) merupakan bagian integral dari Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten. Berdasarkan Barus *et al.* (2012) di Kabupaten Bogor banyak ditemukan hampan sawah di kawasan lindung, Hak Guna Usaha (HGU), dan kehutanan. Proses legalitas status lahan sawah tersebut harus diupayakan oleh pemerintah kabupaten agar mempermudah proses perhitungan bentuk dan besaran insentif terkait perlindungan lahan pertanian. Kendala lain yang dihadapi adalah banyaknya sawah yang direncanakan sebagai kawasan pemukiman. Oleh karena itu, diperlukan aturan yang menjamin terlindunginya sawah di sekitar kawasan pemukiman.

Perlindungan terhadap lahan pertanian dapat diupayakan melalui penyusunan penataan ruang. Penataan ruang adalah upaya aktif manusia untuk mengubah pola dan struktur pemanfaatan ruang dari satu keseimbangan menuju keseimbangan baru yang lebih baik (Rustiadi *et al.*, 2009). Dalam penyusunan model pengelolaan tata ruang secara terpadu dan pendekatan menyeluruh (holistik) suatu ekosistem, konsep dasar pewilayahan Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat diperlukan (Haridjaja, 2008). Lebih lanjut dijelaskan, bahwa DAS merupakan suatu wilayah kesatuan ekosistem yang dibatasi oleh pemisah topografis dan berfungsi sebagai tempat aktivitas dan perlindungan alam (hidrologi, konservasi plasma nuffah, dan sebagainya) di

mana aliran air atau sungai akan keluar melalui suatu outlet tunggal.

Berdasarkan Undang-Undang Penataan Ruang Nomor 26 Tahun 2007, DAS Ciliwung berskala nasional karena melintasi dua provinsi. Beberapa kementerian dan pemerintah daerah bertanggung jawab terhadap pengelolaan DAS Ciliwung, sehingga diperlukan pembagian wewenang, mekanisme koordinasi, dan operasionalisasi kegiatan yang jelas dalam sebuah kelembagaan DAS Ciliwung. Kegagalan dalam pengelolaan DAS Ciliwung diakibatkan oleh rendahnya kinerja kelembagaan pemerintah dalam pengelolaan DAS (Karyana, 2007). Suwarno (2011) menambahkan bahwa kebijakan pemerintah dalam pengelolaan hulu DAS Ciliwung tidak efektif karena perilaku pelaku kebijakan masih diwarnai paradigma sektoral tanpa memperhatikan sinergi antarsektor untuk memperoleh hasil yang lebih besar.

Berdasarkan hal tersebut, penataan ruang kawasan DAS sangat diperlukan agar diperoleh alokasi pemanfaatan ruang yang sesuai dengan kondisi dan kapasitas sumber daya wilayah, memenuhi kebutuhan konservasi dan ekonomi yang mendukung pengelolaan usahatani secara bersamaan dalam sistem kelembagaan yang kuat. Penulisan makalah ini bertujuan untuk menganalisis pentingnya pendekatan kelembagaan dalam penataan ruang kawasan untuk pengelolaan kawasan DAS dan merumuskan perspektif pengelolaan usahatani di Daerah Aliran Sungai Ciliwung (DAS Ciliwung). Untuk mencapai tujuan tersebut, makalah ini dibagi menjadi empat bab, yaitu Pendahuluan, Pendekatan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Pendekatan Kelembagaan, Perspektif Pemantapan Pengelolaan Usahatani, dan Penutup. Bab Pendekatan Kelembagaan dibagi menjadi empat subbab, yaitu *Common Pool Resources*, *Ostrom's Institutional Analysis and Development*, Mekanisme Kompensasi, dan Penataan Ruang sebagai Pendekatan Kelembagaan.

PENDEKATAN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

Kebijakan pengelolaan DAS (daerah aliran sungai) yang dilakukan oleh pemerintah dikelompokkan menjadi dua cara, yaitu kebijakan struktural dan nonstruktural. Pengelompokan ini mengacu pada definisi Grigg (1996) dalam

Kodoatie dan Sjarief (2010) yang menyatakan bahwa pengelolaan sumber daya air didefinisikan sebagai aplikasi dari cara struktural dan nonstruktural untuk mengendalikan sumber daya air alam dan buatan manusia untuk kepentingan/manfaat manusia dan tujuan-tujuan lingkungan. Tindakan-tindakan struktural (*structural measures*) untuk pengelolaan air adalah fasilitas-fasilitas terbangun yang digunakan untuk mengendalikan aliran air baik dari sisi kuantitas maupun kualitas. Tindakan-tindakan nonstruktural (*nonstructural measures*) untuk pengelolaan air adalah program-program atau aktivitas yang tidak membutuhkan fasilitas-fasilitas terbangun.

Kebijakan pengelolaan DAS yang dilakukan oleh pemerintah selama ini lebih didasarkan pada tupoksi kementerian terkait, sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 39 Tahun 2009 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan DAS Terpadu. Peraturan ini menjelaskan beberapa kementerian sebagai pemangku kepentingan yang terkait langsung dengan pengelolaan DAS (pengendalian banjir) adalah Kementerian Kehutanan dan Kementerian Pekerjaan Umum. Kementerian Kehutanan bertugas melakukan penataan hutan, pengelolaan kawasan konservasi, dan rehabilitasi DAS. Kementerian Pekerjaan Umum bertugas melakukan pengelolaan sumber daya air dan tata ruang. Kementerian Pertanian berperan dalam pembinaan masyarakat dalam pemanfaatan lahan pertanian dan irigasi.

Terkait dengan tugas tersebut, Kementerian Kehutanan pada tahun 2010 sampai 2013 telah melaksanakan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan, memperbaiki bangunan konservasi berupa sumur resapan, embung, dam pengendali, dan kegiatan sipil teknis berbasis alur sungai (*gully plug*), sedangkan tahun 2014 melakukan kebijakan konservasi tanah dan air dan pemanfaatan rekayasa teknologi (Kemenuh, 2014). Kementerian Pekerjaan Umum juga melakukan kegiatan yang hampir sama, yaitu usaha-usaha struktural meliputi pembangunan waduk, embung, situ dan pembangunan sumur resapan, normalisasi badan air dan usaha nonstruktural yang meliputi reboisasi, penertiban praktek pertanian konservasi di perbukitan, mencegah masyarakat membuang sampah di sungai, relokasi penduduk di bantaran sungai (Kementerian PU, 2014). Kegiatan yang dilakukan oleh kedua kementerian tersebut lebih

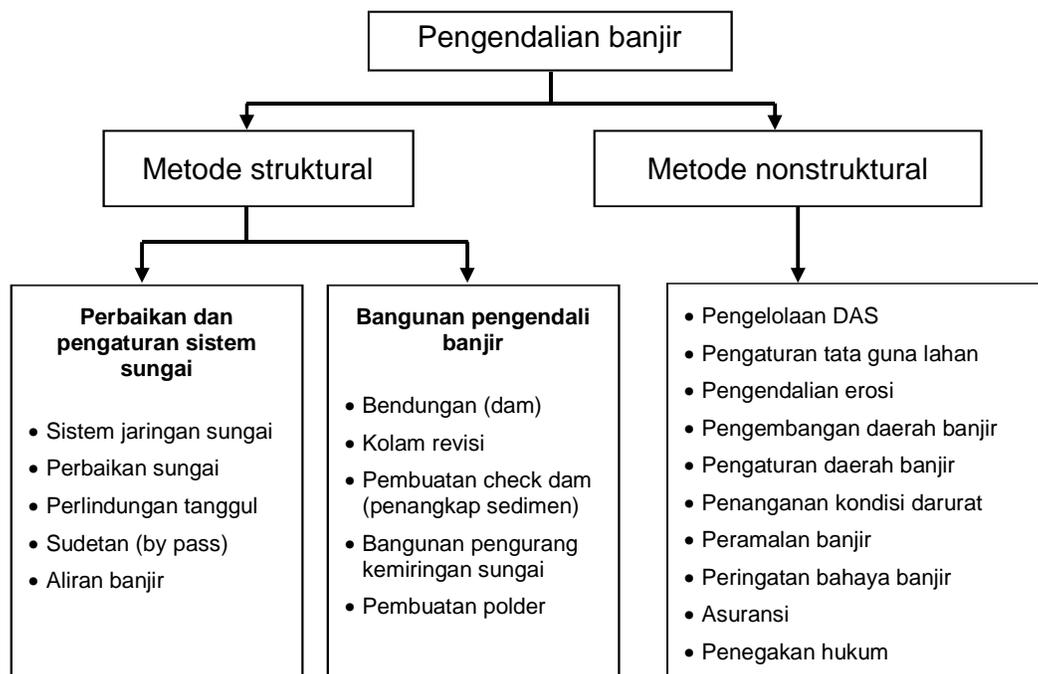
didominasi oleh kegiatan struktural, yang ditandai dengan alokasi dana yang lebih besar dibandingkan nonstruktural (Suwarno, 2011).

Pendekatan struktural yang selama ini dikerjakan sebagai syarat keharusan (*necessary condition*) bagi kementerian, ternyata belum dapat menyelesaikan permasalahan banjir di DAS Ciliwung karena bencana banjir masih terjadi setiap tahun dan dampaknya cenderung lebih besar ditandai dengan jumlah kerugian akibat banjir yang cenderung meningkat sepanjang tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan struktural belum cukup, sehingga perlu meningkatkan kegiatan yang menggunakan pendekatan non-struktural sebagai syarat kecukupan (*sufficient condition*) bagi Kementerian Kehutanan dan Pekerjaan Umum.

Pengelolaan DAS terpadu menurut Kodoatie dan Sjarief (2010) merupakan penanganan integral yang mengarahkan semua *stakeholders* dalam pengelolaan banjir. Pengelolaan bencana banjir terpadu tersebut dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang mengkoordinasikan pengembangan, pengelolaan banjir dan pengelolaan aspek lainnya yang terkait secara langsung maupun tidak

langsung dengan tujuan untuk mengoptimalkan kepentingan ekonomi dan kesejahteraan sosial tanpa mengganggu kestabilan ekosistem. Metode pengelolaan DAS terpadu (pengendalian banjir) dapat dilakukan dengan metode struktural dan nonstruktural, disajikan pada Gambar 1.

Menurut Kodoatie dan Sjarief (2010) pada masa lalu metode struktural lebih diutamakan dibandingkan dengan metode non-struktural. Saat ini banyak negara maju mengubah pola pengendalian banjir dengan lebih mengutamakan metode nonstruktural, yang kemudian dikomplemen dengan pendekatan struktural karena dalam jangka panjang memberikan hasil yang lebih baik. Sebagai contoh, kondisi tata guna lahan yang sudah padat karena bangunan menyebabkan kenaikan aliran permukaan dan pengurangan resapan air. Upaya perbaikan sungai dengan pelebaran (metode struktural) akan memberikan pengaruh maksimal dua kali lipat saja, itupun bila proses pelebaran sebesar dua kali lipatnya bisa berjalan lancar. Perlu diperhatikan pelebaran sungai/drainase harus dipertahankan secara menyeluruh sampai ke hilir. Bilamana dilakukan pelebaran hanya dilakukan pada daerah hulu tetapi daerah hilir tidak dapat



Sumber: Kodoatie dan Sugiyanto (2006) dalam Kodoatie dan Sjarief (2010)

Gambar 1. Kerangka Pikir Pengendalian Banjir melalui Pengelolaan DAS Terpadu

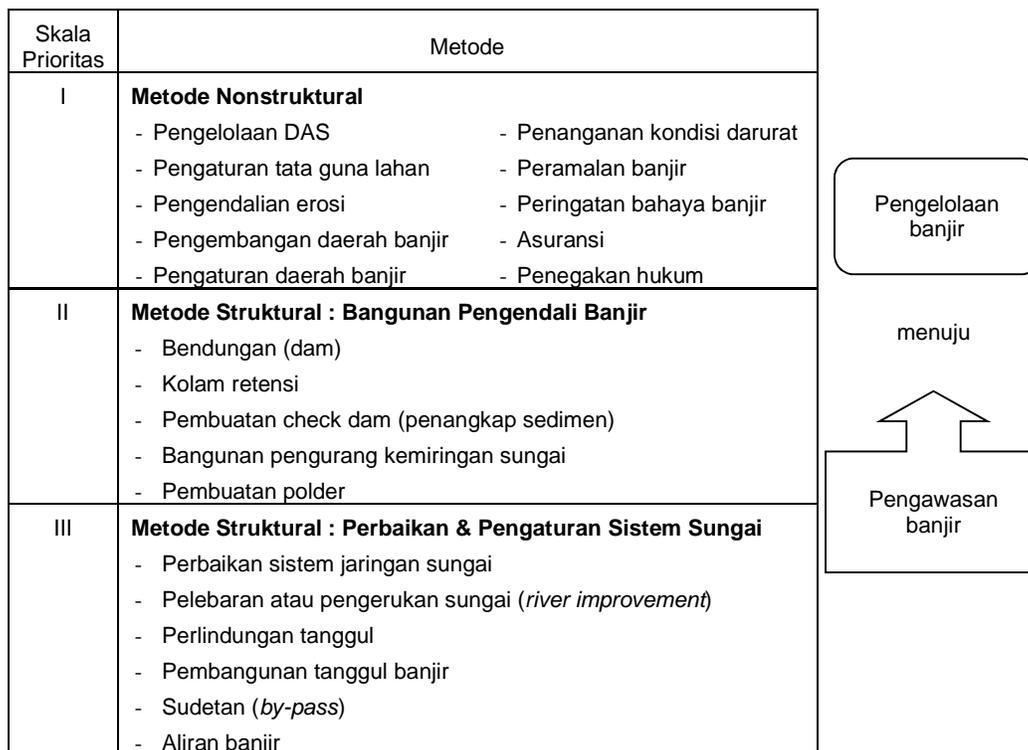
dilebarkan maka akan terjadi penyempitan alur sungai, dan akhirnya daerah hulu kembali ke posisi semula. Selain itu, potensi kembali pada lebar sungai semula cukup besar akibat sedimentasi dan morfologi sungai yang belum stabil. Demikian pula kedalaman sungai yang dikeruk menjadi dua kali akan kembali ke kedalaman semula akibat besarnya sedimentasi. Oleh karena itu, metode nonstruktural harus dikedepankan lebih dahulu. Pengaturan tata guna lahan dalam jangka panjang akan memperluas daerah resapan air dan menurunkan air aliran permukaan (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Tindakan pengelolaan menyeluruh yang menggabungkan metode nonstruktural dan struktural disebut sebagai *flood control toward flood management* (Hadimuljono, 2005 dalam Kodoatie dan Sjarief, 2010). Skala prioritas pada *flood control toward flood management* tercantum pada Gambar 2.

Van den Hurk *et al.* (2014) membandingkan kerangka kelembagaan melalui pengelolaan risiko (*risk management*) banjir antara Belanda dan Kerajaan Inggris.

Pengelolaan risiko yang dimaksud dalam penelitian ini adalah para perencana dalam pengelolaan banjir seharusnya tidak hanya mempertimbangkan langkah-langkah untuk mengurangi kemungkinan banjir, tetapi juga mempertimbangkan pilihan tata ruang untukantisipasi dampak banjir yang semakin besar. Metode yang digunakan adalah kerangka Analisis dan Pengembangan Kelembagaan Ostrom (*Ostrom's Institutional Analysis and Development, IAD*) yang menekankan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan risiko banjir. Fokus Belanda dalam pengelolaan risiko banjir adalah mengurangi kemungkinan terjadi banjir dengan standar keselamatan yang tinggi melalui pembangunan fisik (tanggul dan bendungan). Pengelola banjir di Inggris mempunyai kecenderungan mempengaruhi keputusan perencanaan tata ruang sebagai alat untuk antisipasi banjir, yaitu mengarahkan perkembangan wilayah ke daerah yang kecil kemungkinannya terkena banjir.

Berdasarkan kerangka IAD, Belanda yang memiliki standar keselamatan yang tinggi



Sumber: Hadimuljono (2005) dalam Kodoatie dan Sjarief (2010)

Gambar 2. Pengawasan Banjir Menuju Pengelolaan Banjir

menyebabkan masyarakat tidak berperan dalam pengelolaan risiko banjir dan bahkan informasi masyarakat tentang risiko tersebut sangat rendah. Berbeda dengan kondisi di Inggris, standar keselamatan yang rendah mendorong pemerintah, baik pusat maupun daerah serta swasta untuk meningkatkan keterlibatan dan kesadaran dan tanggung jawab masyarakat dalam pengelolaan risiko. Pada tahap selanjutnya, masyarakat pada daerah rawan banjir telah mampu melakukan evakuasi serta memiliki ketahanan terhadap banjir. Berdasarkan hal tersebut, maka Van den Hurk (2014) menyimpulkan bahwa lembaga-lembaga di Inggris lebih serius dan konsisten dalam pengelolaan risiko dibandingkan Belanda.

Marshall (2013) menganalisis pendekatan struktural dan nonstruktural berdasarkan biaya transaksi dari dana untuk program infrastruktur (*fund an infrastructure programme*) dan dana untuk program pembelian kembali terhadap air (*fund a water buy-back programme*) di Murray-Darlin Basin Australia. Kedua program tersebut merupakan program untuk melestarikan ekosistem DAS melalui pengumpulan simpanan air lingkungan (*environmental water*). Air yang mengalir pada sungai tersebut sebagian besar digunakan untuk irigasi, yaitu sebesar 96 persen. Masyarakat di daerah tersebut khawatir, jika penggunaan air berlebihan dapat mengganggu terjadi keseimbangan ekologis DAS tersebut, sehingga diperlukan program untuk menghemat penggunaan air. Program infrastruktur merupakan program untuk pengadaan infrastruktur agar dapat menghemat air. Pembelian kembali terhadap air merupakan program untuk membeli setiap penghematan penggunaan air irigasi karena penggunaan teknologi hemat air. Dalam hal ini pemerintah membeli setiap penghematan air yang dilakukan oleh petani. Biaya transaksi merupakan substansi yang proporsional dari seluruh biaya pengelolaan sumber daya yang akan mempengaruhi instrumen dalam menentukan pilihan optimal dan model kebijakan. Biaya transaksi adalah sumber daya yang digunakan untuk menentukan, menjalankan, merawat, dan transfer hak kepemilikan (*property right*). Berdasarkan hal tersebut, biaya transaksi untuk meningkatkan (*upgrade*) infrastruktur dari program infrastruktur (*infrastructure programme*) lebih besar dibandingkan biaya transisi teknologi dalam program pembelian kembali terhadap air (*a water buy-back programme*).

PENDEKATAN KELEMBAGAAN

Konsep Daerah Aliran Sungai sebagai manajemen atau unit perencanaan berkembang menjadi beberapa tahapan (Molle, 2009). Teori pertama pada abad ke-18 mendefinisikan DAS sebagai himpunan semua lereng yang dibatasi oleh jatuhnya air hujan yang jatuh ke sungai yang sama. Pada abad ke-19 definisi DAS tidak hanya fokus pada hidrologi dan unit pengelolaan, tetapi telah berkembang pada pemecahan masalah penyimpanan dan alokasi air, pengendalian banjir atau manajemen risiko. Batas politik atau administratif, kekuatan sosial ekonomi dan sistem kekuasaan dalam manajemen sumber daya air yang seringkali tidak sesuai DAS, maka DAS telah menjadi konstruksi politik dan ideologi. Pada awal abad ke-20, perencanaan dan manajemen DAS dikaitkan dengan sentralisasi dan dominasi negara dalam pembangunan infrastruktur skala besar. Pengelolaan DAS secara bertahap berubah menjadi koordinasi lembaga untuk mengakomodir kepentingan masyarakat lokal dan keberagaman pemangku kepentingan (*stakeholders*).

Kelembagaan merupakan kumpulan aturan main (*rules of game*) dan organisasi, berperan penting dalam mengatur penggunaan/alokasi sumber daya secara efisien, merata dan berkelanjutan (Rustiadi *et al.*, 2009). Selanjutnya dijelaskan, bahwa dalam konsep ekonomi kelembagaan, organisasi merupakan suatu bagian (unit) pengambil keputusan yang di dalamnya diatur oleh sistem kelembagaan atau aturan main. Aturan main mencakup kisaran yang luas dari bentuk yang berupa konstitusi dari suatu negara, sampai kesepakatan antara dua pihak (individu) tentang pembagian manfaat dan beban (biaya) yang harus ditanggung oleh tiap-tiap pihak guna mencapai tujuan tersebut.

Komponen utama yang mencirikan suatu kelembagaan terdiri atas (1) *property right*, yaitu hak dan kewajiban yang didefinisikan dan diatur oleh hukum, adat, dan tradisi atau konsensus yang mengatur hubungan antaranggota masyarakat dalam hal kepentingannya terhadap sumber daya; (2) batas yuridiksi, yaitu menentukan siapa dan apa yang tercakup dalam suatu kelembagaan, dan (3) aturan representasi, yang menentukan siapa yang berhak dalam proses pengambilan keputusan yang berhubungan dengan sumber daya yang dibicarakan (Rustiadi *et al.*, 2009).

Sehubungan dengan ketiga komponen tersebut, dan dengan mengacu pada kerangka metodologis yang digunakan Van den Hurk *et al.* (2014) yang menggunakan kerangka *Ostrom's Institutional Analysis and Development* (IAD) maka kunci keberhasilan pengelolaan DAS Ciliwung dengan pendekatan kelembagaan adalah partisipasi masyarakat, setelah fungsi kawasan sebagai kawasan khusus (kawasan lindung, sempadan sungai) ditetapkan. Kerangka ini pada awalnya dikembangkan Ostrom untuk analisis *common pool resources* (CPRs), sehingga analisis kelembagaan dalam kerangka ini dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan DAS.

Common Pool Resources

Daerah aliran sungai dan lahan pertanian pangan termasuk dalam klasifikasi *common pool resources* (CPRs), berdasarkan sifat persaingan dan sifat eksklusivitasnya (Rustiadi *et al.*, 2009). CPRs merupakan sumber daya yang dimiliki bersama oleh suatu komunitas atau kelompok, dan istilah CPRs menjelaskan bahwa sumber daya memiliki dua karakteristik utama. *Pertama*, memiliki sifat persaingan (*rivalness*) di dalam pemanfaatannya, dalam arti setiap konsumsi atau pemanenan seseorang atas sumber daya akan mengurangi kemampuan orang lain di dalam memanfaatkan sumber daya tersebut. *Kedua*, adanya biaya (*cost*) yang harus dikeluarkan untuk membatasi akses sumber daya pada pihak-pihak lain untuk menjadi pemanfaat (*beneficiaries*) (Ostrom 1999). Sifat persaingan pada lahan pertanian pangan terpenuhi karena ketersediaan lahan yang sesuai untuk pertanian pangan semakin terbatas, setiap konversi lahan pertanian akan mengurangi kemampuan bersama dalam penyediaan pangan. Sifat eksklusivitas lahan pertanian dicirikan berdasarkan perspektif publik bahwa sangat sulit mencegah terjadinya alih fungsi lahan pertanian pangan yang subur (Rustiadi dan Wafda, 2008).

Kecenderungan pemanfaatan berlebihan (*overuse*) dan adanya penumpang bebas (*free rider*) merupakan masalah yang sekaligus pencari dari sumber daya CPRs, untuk itu diperlukan mekanisme dan sistem kelembagaan yang dapat mencegah atau menghindarinya. Dampak kelembagaan dalam berbagai degradasi sumber daya jelas terlihat terutama pada sumber daya yang memiliki karakteristik CPRs (Rustiadi *et al.*, 2009). Hal

ini sesuai dengan pendapat Molle *et al.* (2010), yang menyatakan bahwa pengelolaan DAS di negara-negara berkembang harus dimulai dari dalam reformasi pengaturan kelembagaan, melalui mekanisme yang rinci untuk mengatasi ketidakseimbangan dalam akses terhadap air dan pengakuan hak air bagi masyarakat miskin.

Karakteristik CPRs yang ada pada DAS menjadikan DAS Ciliwung sebagai sistem kelembagaan yang kompleks. Berdasarkan *property right*, kawasan DAS Ciliwung terbagi menjadi dua kelompok, yaitu milik negara (*state property*) dan milik individu (*private property*). Daerah yang menjadi milik negara dalam sebuah DAS adalah hutan lindung, sungai beserta sempadan sungai, mata air, danau, dan embung. Selain itu, maka lahan adalah milik individu. Pengelolaan DAS melibatkan banyak pihak, baik pemerintah maupun nonpemerintah. Kementerian Kehutanan bertanggung jawab dalam pengelolaan kawasan lindung, Kementerian PU bertanggung jawab dengan sumber daya air. Pemerintah daerah yang mempunyai tanggung jawab menyusun RTRW harus mengacu pada ketetapan Kementerian Kehutanan dan Kementerian PU untuk menjaga kawasan konservasi. Salah satu permasalahan yang terjadi adalah, hingga saat ini batas sempadan sungai DAS Ciliwung belum ditetapkan, sehingga pemanfaatan yang mengarah kepada perusakan masih terus terjadi, seperti bangunan yang berdiri di sempadan menyebabkan longsor dan erosi, pembuangan sampah dan limbah yang menyebabkan pendangkalan sungai. Permasalahan lain adalah kerusakan di kawasan lindung, dan upaya rehabilitasi yang dilakukan oleh Kementerian Kehutanan berjalan lambat. Dalam pengelolaan sungai, pemerintah daerah menyerahkan kepada pemerintah pusat karena DAS Ciliwung berskala nasional, menyebabkan penanganan tidak optimal karena saling lempar tanggung jawab. Hal yang terpenting adalah tidak ada lembaga yang bertanggung jawab dalam pembinaan kepada masyarakat untuk berperan aktif dalam pengelolaan DAS, padahal partisipasi merupakan kunci keberhasilan. Ada beberapa komunitas yang melakukan kegiatan pembinaan, tetapi belum menjangkau seluruh kawasan. Kurangnya pembinaan terhadap masyarakat menyebabkan kesadaran dan tanggung jawab masyarakat dalam pengelolaan DAS Ciliwung masih rendah, salah satu indikator adalah tingginya limbah rumah tangga pada sungai.

Menurut Fauzi (2010), sistem alokasi sumber daya pada DAS mengacu pada *riparian water right*, yaitu hak menggunakan air bagi masyarakat yang berada di tepi sungai. Pengelolaan daerah tepi sungai tersebut sering menggunakan istilah riparian. Dalam sistem riparian seorang pemilik lahan yang berada di daerah riparian memiliki hak yang sama dengan pemilik lahan yang berada di daerah riparian lainnya (*disebut on equal standing*) untuk pemanfaatan air. Hak kepemilikan riparian tidak hilang meskipun pemilik lahan di daerah riparian tersebut tidak memanfaatkan air. Sistem riparian ini memberlakukan prinsip antrian karena mereka yang berada di hulu sungai memiliki hak terlebih dulu atas air dibandingkan mereka yang berada di hilir sungai. Sistem riparian ini memiliki banyak kelemahan karena alokasi air tidak didasarkan pada kriteria ekonomi sehingga sering menimbulkan eksternalitas pada sumber daya yang bersifat *common property*. Secara umum, eksternalitas didefinisikan sebagai dampak (positif atau negatif) yang terjadi jika kegiatan produksi atau konsumsi dari satu pihak mempengaruhi utilitas (kegunaan) dari pihak lain secara tidak diinginkan, dan pihak pembuat eksternalitas tidak menyediakan kompensasi terhadap pihak yang terkena dampak.

Ostrom's Institutional Analysis and Development

Kerangka *Ostrom's Institutional Analysis and Development* (IAD) dalam makalah ini menggunakan definisi kelembagaan sebagai pemahaman terhadap aturan, norma atau strategi yang memberikan insentif bagi perilaku pada situasi yang berulang (Van den Hurk *et al.*, 2014). Keberadaan aturan formal seperti hukum atau prosedur, atau aturan informal seperti kebiasaan, standar prosedur mempengaruhi pikiran dan rutinitas manusia pada kebijakan situasional. Kerangka IAD merupakan pemetaan berbagai tingkatan konsep sebagai cara memahami proses kebijakan secara sistematis, untuk menganalisis kelembagaan yang menyusun aksi bersama (*collective action*) sebagai dasar penentuan kegiatan dan pencapaian hasil. Pengembangan kelembagaan yang sesuai dengan kebutuhan sangat diperlukan karena kelembagaan mengacu pada jalur ketergantungan (*path dependency*). Berarti, bahwa sekali suatu kebijakan ditegakkan, maka pola mobilisasi

politis, aturan main, minat, dan ekspektasi aktor dan bahkan *political will* akan menguatkan kebijakan yang pertama diberlakukan (Ostrom 2006). Pada awalnya IAD digunakan untuk menganalisis kelembagaan *common pool resources* (CPRs), tetapi pada perkembangannya IAD berkembang untuk membandingkan *privat good* dan *public good* dan juga untuk menganalisis kebijakan seperti perencanaan kebijakan.

Kerangka IAD dibentuk oleh arena aksi (*action arena*), merupakan kombinasi dari situasi aksi (*action situation*) dan partisipan (*participants*) secara bersama. *Action arena* dipengaruhi oleh tiga tipe faktor eksogen, yaitu *physical/material conditions*, *attributes of the community* dan *rule-in-use*. Definisi *rules-in-use* dimulai dari definisi *rules*, yaitu berbagi pemahaman para partisipan tentang pelaksanaan aturan terutama pada tindakan apa (atau hasil) yang dibutuhkan, dilarang atau diijinkan. *Rules* dapat digunakan untuk menjelaskan orang atau organisasi mana yang berkuasa menyusun kebijakan, tindakan mana yang dapat dipertanggungjawabkan, atau prosedur mana yang dijadikan acuan keputusan politis. Berdasarkan kerangka IAD ini, partisipasi atau keterlibatan masyarakat secara langsung sangat penting dalam pengelolaan DAS, khususnya pengendalian banjir secara berkelanjutan, karena partisipasi masyarakat memberikan hasil yang lebih serius dan konsisten dibandingkan penyelesaian melalui pembangunan sarana fisik.

Mekanisme Kompensasi

Degradasi lingkungan yang terjadi pada kawasan DAS Ciliwung banyak terkait dengan karakteristik manusia yang memanfaatkan dan mengelola lingkungan dan juga hubungan antara sesama manusia (*social system*). Kerusakan tersebut menimbulkan biaya kerugian ekonomi, penurunan ketahanan pangan, degradasi lingkungan, dan hilangnya jasa ekosistem. Hal ini menggambarkan eksternalitas yang disebabkan oleh perubahan penutupan DAS yang cenderung lebih banyak dialami atau dirasakan oleh kelompok penduduk yang miskin (Molle *et al.*, 2010).

Sebuah studi kasus di New York pada tahun 1997, tentang perlindungan DAS melalui upaya-upaya inovatif dan kooperatif berbagai pemangku kepentingan DAS, dapat dilakukan dengan membuat memorandum persetujuan

(*Memorandum of Agreement*, MOA 1997). MOA ini merupakan upaya untuk meyakinkan berbagai pemangku kepentingan, bahwa pengelolaan DAS yang memiliki tujuan ganda yaitu pembangunan ekonomi dan menjaga kualitas air secara berkelanjutan dapat dilakukan secara berhasil. Dalam prosesnya, strategi dan praktek yang sedang dikembangkan adalah mencoba menyeimbangkan antara perlindungan DAS dengan pengembangan masyarakat dan kekuasaan negara dengan hak-hak pribadi pemilik tanah (Pires, 2004).

Sehubungan dengan adanya eksternalitas tersebut, pemerintah telah mengatur melalui UU PPLH Nomor 32 tahun 2009. Dalam UU tersebut wilayah yang memperoleh manfaat atas pengelolaan DAS mempunyai kewajiban untuk memberikan imbal jasa/kompensasi kepada wilayah yang mempertahankan kualitas DAS. UU tersebut membagi pengelolaan lingkungan menjadi dua mekanisme, yaitu pembayaran untuk jasa lingkungan (*payment for environmental Services*, PES) dan kompensasi untuk jasa lingkungan (*compensation for environmental services*, CES). Kedua mekanisme tersebut sama-sama mengacu mekanisme pasar untuk mengelola lingkungan khususnya daerah konservasi, yang membedakan adalah lembaga yang terlibat di dalamnya. CES merupakan kerja sama antarpemerintah, sedangkan PES dilakukan oleh swasta.

Menurut ESCAP (2009), PES merupakan transaksi sukarela untuk jasa lingkungan, dibeli oleh sedikit-dikitnya seorang pembeli jasa lingkungan dari sedikit-dikitnya seorang penyedia lingkungan, jika dan hanya jika penyedia jasa lingkungan tersebut memenuhi persyaratan dalam perjanjian dan menjamin penyediaan jasa lingkungan. Jasa lingkungan merupakan manfaat yang diperoleh masyarakat dari hubungan timbal-balik yang dinamis yang terjadi di dalam lingkungan hidup, antara tumbuhan, binatang dan jasad renik, dan lingkungan nonhayati. Dalam sebuah transaksi PES, pemanfaat dari jasa lingkungan membayar atau menyediakan bentuk lain imbalan kepada pemilik lahan atau orang yang berhak menggunakan lingkungan tersebut, untuk mengelola lingkungan sedemikian rupa hingga menjamin jasa lingkungan.

Permasalahan terkait dengan UU PPLH adalah belum ditetapkan definisi operasional dalam bentuk peraturan pemerintah sehingga pemerintah daerah belum memiliki acuan yang jelas. Meskipun demikian,

beberapa daerah telah menjalankan mekanisme PES tersebut, di antaranya adalah Lampung dan Nusa Tenggara Barat. Fauzi and Anna (2013) membandingkan skema PES yang telah dilaksanakan di Lampung dan Nusa Tenggara Barat, dengan mengacu pada definisi umum mekanisme PES. Mekanisme PES tersebut ditekankan pada empat hal, yaitu transaksi sukarela, besaran jasa lingkungan, pembeli dan penjual, dan bentuk transaksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua wilayah tersebut memiliki kelembagaan yang kompleks. Selain itu, ada dua hal yang dapat digarisbawahi, yaitu (1) mekanisme yang bersifat perintah (*mandatory*) lebih ideal jika dibandingkan dengan sukarela (*voluntary*) karena kendala kemiskinan dan sosial ekonomi lain, dan (2) kelembagaan sistem keuangan PES yang melibatkan swasta lebih sederhana dan lebih berpeluang untuk dijalankan dibandingkan kelembagaan sistem keuangan pemerintah. Kedua hal tersebut dapat dijadikan dasar bahwa mekanisme kompensasi antardaerah dapat diterapkan di kawasan DAS Ciliwung untuk menjaga kualitas lingkungan. Permasalahan yang harus dianalisis untuk menjalankan kompensasi berdasarkan UU tersebut adalah mendefinisikan siapa yang membayar dan penerima kompensasi, jaringan kompensasi, dan menetapkan standar kompensasi (Jun *et al.*, 2008).

Prinsip kompensasi yang diperkenalkan oleh Kaldor dan Hicks adalah suatu perubahan sebaiknya dibuat jika ada potensi keuntungan sehingga semua dapat menjadi lebih baik dengan mendistribusikan kembali barang atau pendapatan akibat perubahan tersebut (Just *et al.*, 1982). Hicks menyarankan pengukuran kesejahteraan yang tidak langsung dikaitkan dengan perolehan dan pengurangan utilitas dengan menggunakan ukuran alternatif, yaitu dengan interpretasi *Willingness to Pay* (WTP). Nilai WTP dapat didekati dengan *Contingent Valuation Method* (CVM), merupakan metode langsung penilaian ekonomi melalui pertanyaan kemauan seseorang membayar. CVM merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur nilai ekonomi bagi orang yang tidak secara langsung atas perubahan suatu kebijakan, dan dapat pula digunakan untuk menganalisis kebijakan yang bersifat *ex-ante* (Fauzi 2014). Roumasset and Wada (2013) juga mengembangkan metodologi penilaian untuk jasa lingkungan daerah hulu sehingga diperoleh nilai optimal dalam konservasi air tanah dan DAS. Investasi ekologi akan mengurangi

shadow prices air tanah relatif terhadap air tanah itu sendiri dan konservasi DAS seharusnya terjadi sampai biaya marginal dari investasi sama dengan keuntungan marjinal.

Penataan Ruang sebagai Pendekatan Kelembagaan

Penataan ruang merupakan salah satu pendekatan nonstruktural dalam pengelolaan banjir. Penataan ruang adalah upaya aktif manusia untuk mengubah pola dan struktur pemanfaatan ruang dari satu keseimbangan menuju kepada keseimbangan baru yang lebih baik. Unsur penataan ruang menyangkut dua hal, yaitu unsur fisik ruang dan unsur nonfisik (kelembagaan). Unsur fisik meliputi pengaturan pemanfaatan ruang fisik, penataan struktur/hierarki pusat-pusat aktivitas sosial ekonomi, penataan jaringan keterkaitan antar-pusat-pusat aktivitas, dan pengembangan sistem sarana prasarana. Unsur nonfisik/kelembagaan (*institutional arrangement*) mencakup aspek-aspek penyusunan aturan-aturan (*rule*) dan aspek pengorganisasian atas pembagian peran (*role*) dalam rangka mengimplementasikan aturan-aturan penataan ruang. Inti dari unsur kelembagaan adalah mengatur hubungan antarmanusia di dalam penataan ruang dan mengatur cara manusia memanfaatkan atau mengelola ruang beserta sumber daya di dalamnya. Dengan demikian, selama manusia dianggap sebagai pihak yang paling menentukan dalam dinamika tata ruang, maka sangat penting untuk mengarahkan cara pandang (sistem nilai) manusia tentang dirinya, masyarakat, dan sumber daya di dalam ruang, serta mengatur perilaku manusia terhadap ruang dan sumber dayanya (Rustiadi *et al.*, 2009).

Penyebab utama banjir adalah perubahan penggunaan lahan dan pengelolaan lahan yang tidak tepat. Pembangunan perkotaan memberikan gambaran yang jelas tentang dampak perubahan penggunaan lahan terhadap pengelolaan air. Tanah bervegetasi diganti dengan permukaan kedap air sehingga meningkatkan aliran permukaan dan mengurangi infiltrasi, melewati penyimpanan alami, dan memenuhi subpermukaan (Weather and Evans 2009). Kondisi penutupan DAS berpengaruh terhadap interaksi daerah hulu dan hilir, air permukaan, air tanah, air pada daerah hilir dan siklus hidrologi suatu DAS (Molle and Mamanpoush 2012). Oleh karena itu, dalam pengelolaan DAS, perencanaan sumber daya air dan pengelolaan banjir untuk

pembangunan berkelanjutan, harus mengintegrasikan model perubahan distribusi penggunaan lahan dan model distribusi hidrologi (Du *et al.*, 2012). Selain itu, pemahaman hidrologi dan hubungan ekologis dalam ekosistem DAS sangat diperlukan. Pilihan yang harus diambil dalam pengelolaan DAS harus memperhatikan dampak yang akan diterima bagian hilir (Hipple *et al.*, 2005; Molle dan Mamanpoush, 2012). Lin *et al.* (2009) menyatakan bahwa tata ruang yang berbeda menghasilkan *output* total hidrologi yang berbeda. Dampak urbanisasi terhadap distribusi hidrologi dapat digunakan oleh penentu kebijakan untuk mengevaluasi kebijakan penataan ruang.

Chen *et al.* (2005) mengembangkan metode untuk menentukan alternatif pengelolaan tata guna lahan kawasan DAS Nankan di Taoyuan County Taiwan. Konsep dan teori sistem analisis yang digunakan adalah kerangka *driving force-state-response* (DSR) yang mengintegrasikan pengelolaan sumber daya lahan, air, dan udara dalam analisisnya. Dengan kerangka DSR tersebut, ditentukan alokasi penggunaan lahan yang paling efektif dan efisien berdasarkan manfaat bersih dengan tetap memperhatikan *carrying capacity* menggunakan model optimasi alokasi tata ruang secara dinamis. Asumsi yang dibangun dalam DSR adalah dampak langsung dari kuantitas sumber daya air, kualitas air sungai, dan kualitas udara ditentukan oleh aktivitas manusia. Berdasarkan hasil dapat diketahui bahwa prosedur pengelolaan tata guna lahan dari kerangka DSR dapat digunakan sebagai panduan bagi pemerintah untuk menyusun kebijakan perkotaan dan perencanaan regional.

Van den Hurk (2013) menjelaskan bahwa *spatial planning* merupakan masalah koordinasi dan integrasi kebijakan spasial secara menyeluruh, tetapi terlihat bahwa *spatial planner* berhubungan dengan kelembagaan yang lebih kompleks dari regulasi tata ruang dan berada pada ketegangan dan kontradiksi secara sektoral. Dengan adanya kompleksitas tersebut, maka pendekatan *spatial layer* yaitu mengelompokkan *spatial planning* berdasarkan pola sumber daya air dan tanah, konektivitas infrastruktur dan aktivitas masyarakat dalam menggunakan sumber daya dan konektivitas tersebut perlu dilakukan. Pendekatan ini mencakup perspektif sektor yang berbeda sehingga dapat digunakan untuk menganalisis tanggung jawab dan posisi

pihak-pihak yang terlibat dalam *spatial planning*.

Nielsen *et al.* (2013) menjelaskan bahwa Uni Eropa telah memperkenalkan prinsip pengelolaan DAS terpadu yang menggabungkan kesesuaian tata ruang dengan ekosistem dan sistem sosial serta integrasi pengelolaan air lintas sektor pada berbagai skala pengelolaan. Dalam merancang pelaksanaan kegiatan, setiap negara anggota harus mengatasi konflik antarpelaku dan antarlembaga yang berbeda. Tujuan yang ingin diperoleh Nielsen adalah eksplorasi kekuatan dan kelemahan pengelolaan kelembagaan DAS yang berbeda. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi komparasi berbagai tingkatan tata kelola, sistem pemerintahan, dan efektivitas kelembagaan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemerintah pusat mempunyai peran yang paling dominan dalam perumusan rencana pengelolaan DAS. Namun demikian, mekanisme interaksi seperti pelaksanaan norma, gagasan dan insentif dapat mendorong interaksi kelembagaan yang efektif dan dapat membantu mengatasi adanya permasalahan koordinasi dalam implementasi kebijakan. Selain itu, interaksi kelembagaan dari waktu ke waktu akan memperbaiki pengelolaan DAS terpadu.

Lembaga koordinasi pengelolaan DAS yang tergabung dalam Tim Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Air Ciliwung-Cisadane (TKPSDA-CC) yang berada di bawah Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane merupakan lembaga yang cukup mewakili pemangku kepentingan pengelolaan DAS. Lembaga ini beranggotakan aparat dari lembaga terkait dan lembaga nonpemerintah dengan proporsi yang sama. Keanggotaan masyarakat (nonpemerintah) bersifat terbuka karena proses untuk menjadi anggota tim diumumkan secara terbuka di media masa. Lembaga yang sudah ada ini sebaiknya diefisienkan dan tidak perlu dibentuk lembaga baru. Koordinasi secara intensif perlu dilakukan pada seluruh tahapan kegiatan, mulai tahap perencanaan, pelaksanaan hingga evaluasi.

PERSPEKTIF PEMANTAPAN PENGELOLAAN USAHATANI

Lahan merupakan faktor produksi utama yang unik bagi usahatani karena tidak dapat

digantikan dengan faktor produksi lain. Ketersediaan lahan yang cukup untuk usahatani merupakan syarat mutlak untuk mewujudkan peran sektor pertanian secara berkelanjutan. Tersedianya lahan pangan berkaitan erat dengan beberapa hal, yaitu: potensi sumber daya lahan pertanian, produktivitas lahan, fragmentasi lahan pertanian, skala luasan perusahaan lahan pertanian, sistem irigasi, rente lahan (*land rent*), konversi lahan pertanian, pendapatan petani, kapasitas sumber daya manusia, dan kebijakan pertanian (Rustiadi dan Wafda, 2008).

Konversi lahan pertanian sangat disayangkan karena lahan-lahan di Pulau Jawa sebagian besar adalah lahan subur yang sangat potensial untuk kegiatan pertanian tanaman pangan. Selain dari sifat fisik tanah, konversi lahan sawah juga menyebabkan kepemilikan lahan oleh petani di kawasan DAS Ciliwung semakin kecil, dengan luas kepemilikan rata-rata 0,12 ha (BPDAS Citarum Ciliwung, 2011). Kepemilikan lahan yang kecil menyebabkan petani sulit mengelola lahan pertanian dengan memperhatikan teknik-teknik konservasi. Selain itu, dalam proses produksi juga seringkali terjadi penurunan kualitas dan kuantitas sumber daya lahan dan air yang berimplikasi pada keberlanjutan dan kecukupan produksi pertanian (Rustiadi dan Wafda, 2008).

Aktivitas bercocok tanam yang kurang mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air di DAS bagian hulu telah mengakibatkan proses sedimentasi yang serius pada waduk dan sungai di bagian tengah dan hilir DAS yang bersangkutan. Besarnya proses sedimentasi yang berlangsung di dalam waduk/sungai tidak hanya mempengaruhi kualitas waduk, tetapi juga mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada saluran-saluran irigasi yang mendapatkan aliran air dari waduk/sungai tersebut. Pendangkalan yang terjadi pada saluran irigasi dapat mengurangi kapasitas tampung air pada saluran-saluran, dengan demikian mengurangi sawah atau ladang yang menggunakan irigasi dari saluran tersebut (Asdak, 2010).

Konversi lahan sawah dan lahan bervegetasi lain menjadi bangunan yang kedap air menyebabkan berkurangnya daerah resapan air sehingga menurunkan fungsinya untuk menahan dan mendistribusikan air aliran permukaan secara aman. Penelitian yang dilakukan oleh Wu *et al.* (2001) untuk

mengetahui pengaruh penggunaan lahan budi daya terhadap jumlah air yang diresapkan ke dalam tanah (perkolasi) dan air aliran permukaan (*runoff*) dari curah hujan pada lahan budi daya padi (sawah) dan lahan pada pertanian lahan kering di Chia County Taiwan pada tahun 1981 sampai 1990. Dalam penelitian diasumsikan bahwa perkolasi menunjukkan pengisian air tanah dan aliran air permukaan menunjukkan besaran banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkolasi pada lahan sawah sebesar 17 persen, sedangkan pada lahan kering sebesar 14 persen, pada aliran permukaan pada lahan sawah sebesar 27 persen, dan pada padi lahan kering sebesar 55 persen. Berdasarkan hal tersebut dapat dijelaskan bahwa jika lahan sawah dikonversi menjadi lahan kering, maka terjadi penurunan jumlah air yang diresapkan menjadi air tanah dan peningkatan air aliran permukaan. Dengan kata lain, dapat dijelaskan bahwa budi daya padi dapat meningkatkan kapasitas simpan air tanah dan mengurangi banjir.

Menurut Arsyad (2008), air harus diperlakukan sebagai sumber daya yang multiguna dalam suatu DAS, terutama untuk menjaga aliran air yang cukup dengan kualitas yang cukup pada saat diperlukan dan menjaga keberlanjutan fungsi sosial, ekologi, dan hidrologi DAS serta fungsi lahan basah. Pemakaian air oleh sektor pertanian pada negara berkembang rata-rata 80 persen dari total pemakaian oleh manusia. Mengingat besarnya pemakaian air di sektor pertanian, maka efisiensi penggunaan air irigasi akan sangat besar artinya bagi penyediaan air untuk penggunaan lain atau memperluas lahan yang dapat dialiri.

Banyak pakar berpendapat bahwa dalam era perubahan iklim, meskipun insiden banjir sering terjadi tetapi diprediksi akan terjadi kelangkaan air. Masalah tersebut dapat diatasi dengan perubahan pengelolaan irigasi dari pengelolaan yang bersifat protektif menjadi produktif. Menurut Sumaryanto (2007), pengelolaan irigasi tipe protektif memiliki tujuan utama menyelamatkan tanaman dari kekurangan air, sedangkan tipe proaktif ditekankan pada optimalisasi pasokan air irigasi sesuai kebutuhan. Determinasi penerapan irigasi yang lebih produktif dan berkelanjutan adalah partisipasi petani dalam menerapkan pola tanam yang lebih produktif dan partisipasinya dalam membiayai operasi dan pemeliharaan irigasi di tingkat tersier. Hingga saat ini pemeliharaan irigasi pada

tingkat primer dan sekunder dilakukan oleh pemerintah, sedangkan tingkat tersier pengelolaan diserahkan kepada petani. Oleh karena itu, kontribusi petani dalam membiayai operasi dan pemeliharaan irigasi pada tingkat tersier sangat diperlukan karena anggaran yang tersedia tidak mencukupi, padahal hal ini sangat menentukan keberlanjutan kinerja irigasi.

Permasalahan operasi dan pemeliharaan irigasi di tingkat tersier, terutama berkaitan dengan anggaran, merupakan masalah yang selalu dihadapi oleh negara berkembang termasuk Indonesia. Permasalahan dalam operasi dan pemeliharaan irigasi terkesan hanya menjadi tanggung jawab petani dan Kementerian Pertanian sebagai lembaga pembina. Hal ini terjadi karena hingga saat ini manfaat lahan yang telah dipahami secara luas hanya sebagai media produksi, sedangkan manfaat lain sebagai penyeimbang ekologis sering terabaikan. Padahal, keberadaan lahan sawah dalam kawasan DAS memiliki tiga jenis manfaat utama, yaitu (1) media produksi padi, (2) penyangga kualitas lingkungan dan pemelihara keseimbangan ekologis, dan (3) memberi nutrisi bagi air tanah, menjaga aliran sungai, mengurangi air aliran permukaan, dan stabilisasi cuaca (Wu *et al.*, 2001). Keberadaan lahan sawah dapat mencegah atau mengurangi terjadinya banjir. Lahan pertanian merupakan *common pool resources* (CPRs), sehingga pengelolaan dan pemanfaatan lahan yang tidak tepat dapat memberikan dampak negatif (eksternalitas) terhadap pihak lain. Pengelolaan lahan seharusnya didasarkan sebagai satu kesatuan sistem DAS karena lahan pertanian merupakan CPRs. Berdasarkan kerangka IAD, maka partisipasi masyarakat penting dalam pengelolaan CPRs karena memberikan hasil yang berkelanjutan.

Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan DAS harus mencakup seluruh masyarakat dari hulu hingga hilir, masyarakat yang bermata pencaharian sebagai petani maupun nonpetani dengan dukungan pemerintah. Masyarakat yang telah berpartisipasi dalam pengelolaan DAS harus mendapat insentif dari masyarakat yang dapat menikmati kualitas lingkungan di kawasan DAS tersebut. Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, interaksi ini dapat dilakukan dengan pembayaran atau kompensasi terhadap jasa lingkungan, yang dapat diterapkan di kawasan DAS Ciliwung. Imbal jasa lingkungan yang

dilakukan oleh masyarakat Lombok Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu contoh mekanisme interaksi antara masyarakat hulu, hilir serta pemerintah. Masyarakat bagian hilir DAS di Mataram membayar Rp1.000 per rumah tangga per bulan untuk jasa lingkungan dibayarkan melalui PDAM Mataram. Dana tersebut dikumpulkan dan diserahkan kepada kelompok tani di hulu (secara bergiliran) untuk menanam dan memelihara pohon dan kelompok tani memilih tanaman kopi. Setelah empat tahun terjadi perbaikan kualitas lingkungan hulu dan terjadi peningkatan pendapatan masyarakat, melalui tanaman kopi mereka usahakan (Fauzi and Anna, 2013).

Payung hukum dari pembayaran imbal jasa lingkungan telah tertuang dalam UU PPLH Nomor 32 Tahun 2009, sehingga dapat diadaptasi oleh pemerintah yang berada di kawasan DAS Ciliwung. Lembaga yang mengelola mekanisme pembayaran kompensasi dapat dilakukan oleh lembaga pengelola irigasi yang selama ini sudah ada. Menurut Sumaryanto (2007) pengelola irigasi di tingkat tersier dilakukan oleh petani secara kolektif, dan diorganisasikan dalam Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Selanjutnya, dijelaskan bahwa di daerah irigasi Brantas organisasi tersebut adalah Himpunan Petani Pemakai Air (HIPPA) yang memiliki tugas mencakup tiga aspek, yaitu (1) pelaksanaan distribusi air irigasi dan drainase, (2) pemeliharaan jaringan irigasi, dan (3) pengelolaan keuangan. Tugas pokok tersebut sesungguhnya dapat diperluas pada pengelolaan DAS, bukan hanya terbatas pada irigasi. Dengan demikian terjadi hubungan yang saling menguntungkan, dana operasi dan pemeliharaan irigasi dapat diperoleh dari dana kompensasi jasa lingkungan, dan kualitas lingkungan dapat terjaga dengan baik karena pengelolaan dan pemeliharaan yang dilakukan oleh perkumpulan petani pemakai air. Kualitas jaringan irigasi yang baik dan kualitas lingkungan yang menjamin ketersediaan air sepanjang musim akan meningkatkan keberhasilan usahatani, dan kesejahteraan petani akan meningkat.

Contoh lain yang dapat dilakukan pada kawasan DAS Ciliwung adalah mengikuti upaya yang dilakukan oleh komunitas petani di Desa Jati, Kecamatan Jati, Kabupaten Blora. Untuk meminimalkan risiko gagal panen dan sekaligus meningkatkan indeks pertanaman sebagai upaya adaptasi terhadap perubahan iklim, petani di daerah tersebut menerapkan

kombinasi tiga pendekatan, yaitu (1) mengatur jadwal tanam, (2) melakukan *water saving* dengan membangun sumur-sumur di areal persawahan, dan (3) mempertahankan kelembaban tanah selama mungkin (Sumaryanto, 2013). Kegiatan tersebut sesungguhnya termasuk dalam salah satu upaya penghematan air agar ketersediaan air di kawasan DAS lebih terjaga. Pembuatan sumur resapan akan memberikan dua manfaat sekaligus, yaitu ketersediaan air sepanjang musim dan pencegahan dampak banjir di lahan usahatani. Pembuatan sumur resapan tersebut sama dengan program yang direkomendasikan oleh Kementerian PU. Dengan melakukan kegiatan yang sama, maka petani di kawasan DAS Ciliwung akan memperoleh kompensasi jasa lingkungan karena termasuk pihak yang mengelola lingkungan sehingga jasa lingkungan tetap terjaga. Kompensasi jasa lingkungan yang diberikan kepada petani dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas usahatani sekaligus menjaga lingkungan dan pada akhirnya pendapatan petani akan meningkat. Petani yang pendapatannya telah meningkat diharapkan lebih mencintai profesi dan lahan usahatannya sehingga mereka tidak mau menjual lahan dan konversi lahan pertanian dapat dicegah.

Berdasarkan uraian di atas, Kementerian Pertanian dapat dikatakan sebagai lembaga yang sesungguhnya paling efektif untuk membantu meningkatkan kepedulian dan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan DAS karena petani adalah kelompok masyarakat yang berhubungan langsung dengan sumber daya air. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 39 Tahun 2009 juga menyebutkan bahwa dalam pengelolaan DAS terpadu, Kementerian Pertanian berperan dalam pembinaan masyarakat dalam pemanfaatan lahan pertanian dan irigasi agar selalu dalam kondisi yang baik. Koordinasi dan kerja sama petani dan Kementerian Pertanian dengan TKPSDA-CC dalam pengelolaan kawasan DAS Ciliwung akan memberikan hasil yang lebih baik dan berkelanjutan.

Mengingat pentingnya keberadaan lahan sawah maka diterbitkan UU Nomor 41 Tahun 2009, dan pemerintah kabupaten/kota harus menjadi perintis penyelamatan sawah melalui penetapan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). RTRW Kabupaten Bogor Tahun 2005-2025 telah disusun dengan mengacu pada RTRW Nasional, dan penetapannya telah melalui proses koordinasi

dengan Kementerian PU dan Kementerian Kehutanan sebagai kementerian yang berhubungan langsung dengan pengelolaan DAS. Implementasi RTRW sangat tergantung dari masyarakat yang berada pada wilayah tersebut karena manusia merupakan penentu dalam dinamika tata ruang dan hubungan antar manusia di dalam penataan ruang merupakan inti dari unsur kelembagaan. Adanya kompensasi jasa lingkungan akan meningkatkan nilai lahan pertanian, sehingga diharapkan konversi lahan dapat dicegah. Partisipasi masyarakat, terutama petani dalam implementasi RTRW yang telah disusun, sebagai upaya perlindungan lahan pertanian sangat dibutuhkan. Partisipasi ini sangat diperlukan karena secara *property right* lahan-lahan pertanian adalah milik individu masyarakat.

PENUTUP

Kegiatan pembangunan yang pesat di kawasan DAS Ciliwung meningkatkan kebutuhan terhadap ruang untuk pemukiman, fasilitas publik, dan lahan terbangun lainnya. Dinamika kebutuhan terhadap ruang disebabkan adanya peningkatan jumlah penduduk dan pembangunan berbagai sektor ekonomi menyebabkan terjadinya dinamika sosial-ekonomi. Sampai saat ini sasaran ruang untuk menampung kedinamisan tersebut adalah kegiatan konversi kawasan pertanian dan kawasan hutan menjadi lebih terbuka atau bahkan tidak bervegetasi. Kawasan yang lebih terbuka ini selanjutnya akan lebih peka terhadap curah hujan yang tinggi dan mengakibatkan banjir di kawasan DAS. Perubahan peruntukan lahan yang menyebabkan banjir tersebut menunjukkan bahwa tata ruang yang ada saat ini tidak sesuai dengan daya dukung wilayah.

Tata ruang di daerah hulu yang tidak sesuai dengan daya dukung wilayah dapat menimbulkan banjir daerah hilir. Kondisi ini diperparah oleh tata ruang di daerah hilir yang juga tidak tepat, sehingga kejadian banjir terparah menimpa daerah hilir. Dengan kata lain, aktivitas yang dilakukan dalam satu wilayah dapat memberikan eksternalitas negatif pada wilayah lain, dengan dampak kerugian yang cenderung semakin besar setiap tahunnya. Kebijakan pemerintah untuk penyelesaian masalah terkait dengan banjir dan eksternalitas selama ini lebih dominan

pada penyelesaian secara struktural, sementara hasil penelitian menjelaskan bahwa kegagalan pengelolaan DAS Ciliwung disebabkan oleh rendahnya kinerja kelembagaan pemerintah.

Pendekatan kelembagaan dalam pengelolaan kawasan DAS Ciliwung dapat mengacu pada *Ostrom's Institutional Analysis and Development* (IAD). Kerangka IAD merupakan pemetaan berbagai tingkatan konsep sebagai cara memahami proses kebijakan secara sistematis, untuk menganalisis kelembagaan yang menyusun *collective action* sebagai dasar penentuan kegiatan dan pencapaian hasil. Mekanisme imbal jasa lingkungan dapat dilakukan untuk mengurangi eksternalitas negatif sekaligus memperbaiki kualitas lingkungan dalam pengelolaan kawasan DAS Ciliwung. Pembayaran kompensasi jasa lingkungan diharapkan dapat digunakan untuk operasi dan pemeliharaan irigasi dan meningkatkan kualitas usahatani. Pemberian insentif tersebut diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan petani sehingga mencegah petani melakukan fragmentasi lahan dan konversi lahan.

Penataan ruang yang mengakomodir kebutuhan konservasi dan ekonomi secara bersamaan akan menghasilkan alokasi tata ruang dan pembangunan kawasan DAS Ciliwung yang berkelanjutan. Penataan ruang merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan keberadaan lahan usahatani. Usahatani yang memberikan keuntungan yang besar kepada petani akan mencegah terjadinya fragmentasi lahan dan konversi lahan pertanian, sehingga penataan ruang dapat diimplementasikan dengan baik, sesuai perencanaan. Instrumen yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan penataan ruang adalah dengan kelembagaan yang baik. Interaksi kelembagaan yang efektif merupakan langkah yang tepat untuk mengatasi fragmentasi kegiatan pengelolaan DAS yang dilakukan oleh beberapa kementerian, pemerintah daerah dan lembaga yang terlibat. Efektivitas kelembagaan pengelolaan DAS diharapkan juga akan berdampak positif terhadap pengelolaan usaha tani, pendapatan petani, dan keberlanjutan pertanian sepanjang daerah aliran sungai.

Partisipasi aktif kelembagaan lokal dan masyarakat kawasan DAS Ciliwung sangat diperlukan karena sebagai sumber daya milik bersama, kunci keberhasilan pengelolaan kawasan DAS adalah partisipasi masyarakat.

Peningkatan peran dalam pengelolaan kawasan akan memberikan hasil yang lebih berkelanjutan. Peran serta kelembagaan lokal, kelompok pemerhati lingkungan, organisasi masyarakat, swasta serta lembaga pendidikan akan memberikan masukan yang baik kepada masyarakat serta mencegah terjadinya eksternalitas dari kegiatan yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2008. Konservasi Tanah dan Air dalam Penyelamatan Sumberdaya Air. *Dalam* S. Arsyad dan E. Rustiadi (Eds.). Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan. Crestpent Press dan Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Citarum Ciliwung. 2011. Penyusunan Rencana Tindak Pengelolaan DAS Ciliwung. BPDAS Ciliwung Citarum. Bogor.
- Barus, B., D.R. Panuju, K. Munibah, L.S. Iman, B.H. Trisasongko, N. Widiana, dan R. Kusumo. 2012. Model Pemetaan Sawah dan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Disampaikan dalam Seminar dan Ekspose Hasil-Hasil Kegiatan dan Penelitian P4W-LPPM IPB. P4W-LPPM IPB. Bogor.
- Chen, C.H., W.I. Liu, S.L. Liaw, and C.H. Yu. 2005. Development of Dynamic Strategy Planning Theory and System for Sustainable River Basin Land Use Management. *Science of the Total Environment* 346: 17-37.
- Du, J., L. Qian, H. Rui, T. Zuo, D. Zheng, Y. Xu, and C.Y. Xu. 2012. Assessing The Effects of Urbanization on Annual Runoff and Flood Events Using an Integrated Hydrological Modeling System for Qinhuai River Basin, China. *Journal of Hydrology* 464-465: 127-139.
- Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. 2009. Kebijakan Sosial Ekonomi Inovatif untuk Meningkatkan Kinerja Lingkungan: Imbal Jasa Lingkungan (Terjemahan: W. Suroso). PBB. Bangkok.
- Fauzi, A. 2010. Ekonomi Sumber Daya dan Lingkungan. Teori dan Aplikasi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fauzi, A. 2014. Valuasi Ekonomi dan Penilaian Kerusakan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. IPB Press. Bogor.
- Fauzi, A. and Z. Anna. 2013. The complexity of the Institution of Payment for Environmental Services: A Case Study of Two Indonesian PES Schemes. *Ecosystem Services* 6: 54-63.
- Haridjaja, O. 2008. Pentingnya Konservasi Sumber Daya Lahan. *Dalam* S. Arsyad dan E. Rustiadi (Eds.). Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan. Crestpent Press dan Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Hipple, J. D., B. Drazkowski, and P.M. Thorsell. 2005. Development in the Upper Mississippi Basin: 10 Years after the Great Flood of 1993. *Landscape and Urban Planning* 72: 313-323.
- Irianto, S. 2000. Kajian Hidrologi Daerah Aliran Sungai Ciliwung Menggunakan Model HEC-1. Tesis. Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Jun, Q., L. Rongzi, Z. Jingzhu, and D. Hongbing. 2008. Establishing Eco-compensation Mechanism in Bohai Sea Water Under Framework of Ecosystem Approach. *China Population, Resources and Environment*. 18(2): 60-64.
- Just, R.E., D.L. Hueth, and A. Schmitz. 1982. Applied Welfare Economics and Public Policy. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliff.
- Karyana. 2007. Analisa Posisi dan Peran Lembaga serta Pengembangan Kelembagaan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung. Disertasi. Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kementerian Kehutanan RI. 2014. Pengelolaan DAS Terpadu: Salah Satu Konsepsi Penanggulangan Banjir dan Tanah Longsor. Disampaikan dalam Rapat Kerja Komisi IV Tanggal 03 Februari 2014 di Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup RI. 2012. Status Lingkungan Hidup Indonesia 2012. Pilar Lingkungan Hidup Indonesia. KLH. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum RI. 2014. Penanganan Bencana dan Pengendalian Banjir. Disampaikan dalam Rapat Kerja Komisi IV Tanggal 03 Februari 2014 di Jakarta.
- Kodoatie, R.J. dan R. Sjarief. 2010. Tata Ruang Air. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Lin, Y., P.H. Verburg, C. Chang, H. Chen, and M. Chen. 2009. Developing and Comparing Optimal and Empirical Land-Use Models for The Development of An Urbanized Watershed Forest in Taiwan. *Landscape and Urban Planning* 92: 242-254.
- Marshall, G.R. 2013. Transaction Cost, Collective Action and Adaptation in Managing

- Complex Social-Ecological Systems. *Ecological Economics* 88: 185-194.
- Molle, F. 2009. River-Basin Planning and Management: The Social Life of A Concept. *Geoforum* 40: 484-494.
- Molle, F. and A. Mamanpoush. 2012. Scale, Governance and The Management of River Basins: A case study from Central Iran. *Geoforum* 43: 285-294.
- Molle, F., P. Wester, and P. Hirsch. 2010. River Basin Closure: Processes, Implication and Responses. *Agricultural Water Management* 97: 569-577.
- Nielsen, H.O., P. Frederiksen, H. Saarikoski, A. Rytkonen, and A.B. Pedersen. 2013. How Different Institutional Arrangements Promote Integrated River Basin Management. Evidence from the Baltic Sea Region. *Land Use Policy* 30: 437-445.
- Ostrom, E., R. Gardner, and J. Walker. 2006. *Rules, Games, & Common-Pool Resources*. The University of Michigan Press. Michigan.
- Pires, M. 2004. Watershed Protection for A World City: The Case of New York. *Land Use Policy* 21: 161-175.
- Rustiadi, E. dan R. Wafda. 2008. Urgensi Pengembangan Lahan Pertanian Pangan Abadi dalam Perspektif Ketahanan Pangan. *Dalam* S. Arsyad dan E. Rustiadi (Eds.). *Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan*. Crestpent Press dan Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Rustiadi, E., S. Saefulhakim, dan D.R. Panuju, 2009. *Perencanaan dan Pengembangan Wilayah*. Crestpent Press dan Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Sumaryanto. 2007. Identifikasi Faktor-faktor yang Kondusif untuk Merintis Pengelolaan Irigasi di Tingkat Tersier yang Lebih Produktif dan Berkelanjutan. *Jurnal Agro Ekonomi* 25 (2): 148-177.
- Sumaryanto. 2013. Estimasi Kapasitas Adaptasi Petani Padi terhadap Cekaman Lingkungan Usahatani Akibat Perubahan Iklim. *Jurnal Agro Ekonomi* 31 (2): 115-141.
- Sumaryanto, Wahida, dan M. Siregar, 2003. Determinan Efisiensi Teknis Usahatani Padi di Lahan Sawah Irigasi. *Jurnal Agro Ekonomi* 21 (1): 72-96.
- Suwarno, J. 2011. *Pengembangan Kebijakan Pengelolaan Berkelanjutan DAS Ciliwung Hulu Kabupaten Bogor*. Disertasi. Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Van den Hurk, M. 2013. *Towards a Tailored Institutional Analysis within the Complex Systems of Delta Regions. The Design of a Tool for Institutional Analysis regarding Flood Risk Management in the Delta Cities of New Orleans, USA and Rotterdam, the Netherlands*. Thesis. Delft University of Technology. Netherland.
- Van den Hurk, M., E. Mastebroek, and S. Meijerink. 2014. *Water Safety and Spatial Development: An Institutional Comparison between the United Kingdom and the Netherlands*. *Land Use Policy* 36: 416-426.
- Wheater, H. and E. Evans. 2009. *Land Use, Water Management and Future Flood Risk*. *Land Use Policy* 26S: S251-S264.
- Woube, M. 1999. *Flooding and Sustainable Land-Water Management in The Lower Baro-Akobo River Basin, Ethiopia*. *Applied Geography* 19: 235-251.
- Wu, R.S., W.R. Sue, C.B. Chien, C.H. Chen, J.S. Chang, and K.M. Lin 2001. *A Simulation Model for Investigating the Effect of Rice Paddy Fields on the Runoff System*. *Mathematical and Computer Modelling* 33: 649-658.