

## KUANTITAS DAN KUALITAS AIR DARI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI BERHUTAN PINUS YANG BERBEDA LUASNYA

**Tyas Mutiara Basuki**

*Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS, Surakarta*  
E-mail: [tyas\\_basuki@yahoo.com](mailto:tyas_basuki@yahoo.com)

### ABSTRAK

Hutan mempunyai peran penting dalam menentukan kuantitas, kualitas dan kontinuitas hasil air. Peran hutan dalam penentuan hasil air tidak hanya ditentukan oleh jenis tegakan, tetapi juga oleh persentase luasannya dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Oleh karena itu telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hasil air dan kualitas air pada tiga sub DAS berhutan pinus dengan luas berbeda. Lokasi penelitian di Kecamatan Gombong, Kabupaten Kebumen. Penelitian dilakukan pada tahun 2015 dengan pendekatan sub DAS. Penentuan lokasi berdasarkan perbedaan luas hutan pinus yang terdapat dalam sub DAS. Terpilih tiga sub DAS yang masing-masing mempunyai luas hutan pinus 95, 47 dan 7 %. Pada masing-masing outlet sub DAS dipasang logger untuk mengamati tinggi muka air (TMA) sungai. Untuk mendapatkan jumlah air yang dihasilkan oleh masing-masing sub DAS, data TMA dikonversi menjadi debit aliran sungai. Kualitas air diperoleh dari hasil analisis contoh-contoh air yang diambil dari outlet masing-masing sub DAS yang selanjutnya dianalisis di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil air selama tahun 2015 masing-masing sub DAS sebesar 1214, 2725, dan 1745 mm untuk Sub DAS Kalipoh, Kedungbulus, dan Tapakgajah secara berurutan. Tingkat kekeruhan tertinggi terjadi pada sub DAS Kedungbulus sebesar 56 NTU, diikuti oleh Sub DAS Tapakgajah dan Kalipoh, masing-masing sebesar 11 dan 8 NTU. Tingkat warna tertinggi terjadi pada Sub DAS Kedungbulus diikuti oleh Sub DAS Tapakgajah dan terendah pada Sub DAS Kalipoh. Kandungan detergen tertinggi dijumpai dalam sampel air dari Tapakgajah, diikuti oleh sampel air dari Kedungbulus dan terendah Kalipoh masing-masing sebesar 0,16; 0,14; dan 0,12 mg/l. DO tertinggi pada sampel air dari Sub DAS Kalipoh diikuti oleh contoh air dari Sub DAS Kedungbulus dan Tapakgajah, namun sebaliknya dengan nilai BOD.

Kata kunci: hutan pinus, kuantitas air, kualitas air

### PENDAHULUAN

#### *Latar Belakang*

Hutan berperan dalam mengatur tata air dari suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), baik kuantitas, kualitas maupun kontinuitas. Penelitian peran hutan sebagai pengatur tata air DAS sudah sejak lama dilakukan. Menurut penelusuran yang dilakukan oleh Andreassian (2004) sejak abad pertama Masehi peran hutan terhadap hasil air dan kondisi meteorologi sudah dilakukan.

Namun demikian perdebatan tentang pengaruh keberadaan hutan terhadap hasil air suatu DAS masih tetap berlangsung. Sebagian ahli mengatakan bahwa hutan mempunyai peran penting dalam menyimpan air hujan yang jatuh dan melepaskan lagi secara teratur pada musim kemarau. Hal demikian didasarkan atas kondisi ekosistem hutan yang pada umumnya mempunyai lapisan tanah yang banyak mengandung bahan organik yang menstimulasi agregat tanah ditambah dengan seresah yang banyak menutup tanah hutan. Kondisi tersebut dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah sehingga air hujan yang jatuh hanya sebagian kecil yang menjadi aliran langsung seperti yang dikemukakan oleh (Podolak, et al., 2015). Peran ekosistem hutan yang dapat menstimulasi peningkatan simpanan air hujan yang jatuh juga disampaikan oleh (Bradshaw et al., 2007).

Walaupun sebagian hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan dapat berfungsi dalam penyimpanan air sebagai persediaan untuk dialirkan dalam musim kemarau, namun beberapa peneliti banyak yang justru mengkhawatirkan peningkatan perluasan hutan tanaman akan mengurangi hasil air. Kekhawatiran tersebut disebabkan oleh tingginya kebutuhan air tanaman untuk evapotranspirasi (Giambelluca et al., 2009) dan untuk pertumbuhan tanaman (Beck et al. 2013). Penambahan areal yang berhutan dalam program restorasi ataupun yang lebih spesifik dalam aforestasi yang menyebabkan pengurangan hasil air suatu DAS telah banyak diteliti di China seperti yang telah dilakukan oleh Sun et al. (2006), Wang et al. (2009), Chen (2016), Yan et al. (2013), serta Wang et al. (2015). Selain di China penelitian pengaruh hutan terhadap pengurangan hasil air suatu DAS juga dilakukan di Equador oleh Buytaert & In (2007) dan di Brazil oleh Ferraz et al. (2013).

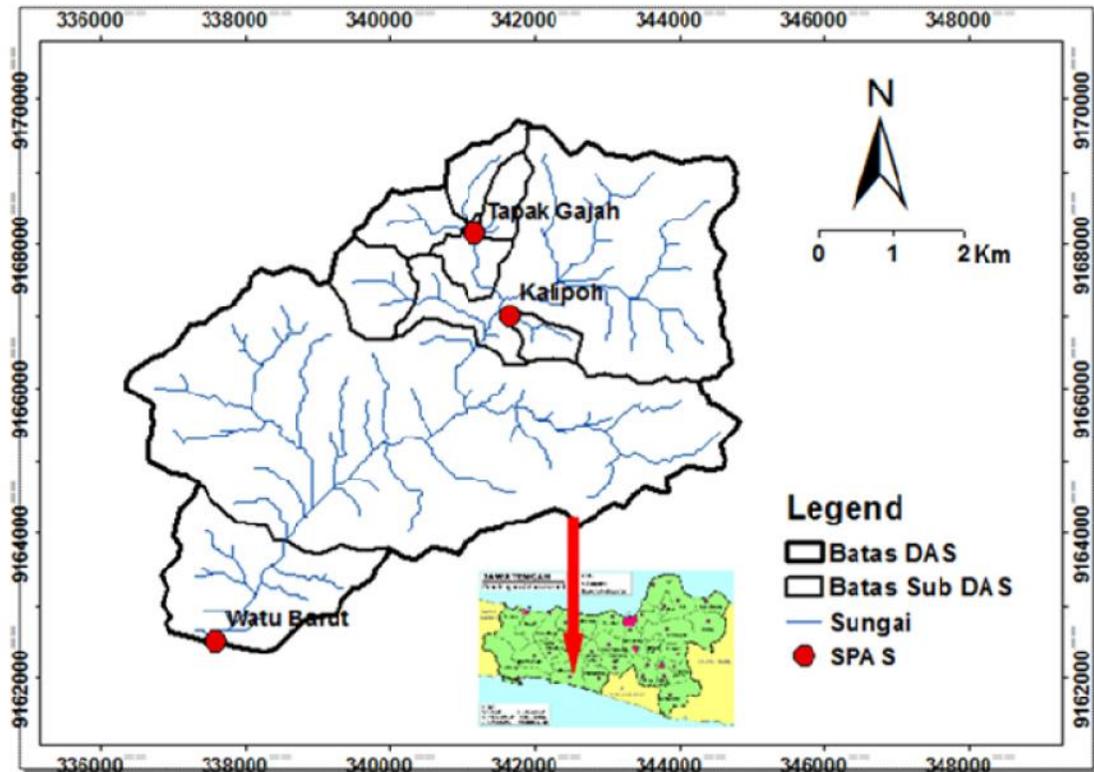
Hasil air suatu DAS selain dipengaruhi oleh keberadaan hutan secara umum, juga dipengaruhi oleh jenisnya. Salah satu tegakan yang banyak diusahakan sebagai hutan tanaman adalah pinus. Selain itu pinus juga disinyalir berpengaruh terhadap pengurangan hasil air DAS. Oleh karena itu telah dilakukan penelitian pada tiga sub DAS berhutan pinus. Tujuan penelitian untuk mengetahui hasil air dan kualitas air pada tiga sub DAS berhutan pinus dengan luas berbeda.

## **METODE**

### ***Deskripsi lokasi penelitian***

Lokasi penelitian secara administratif termasuk wilayah Kecamatan Gombang, Kabupaten Kebumen. Areal hutannya termasuk kedalam wilayah Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Gombang dan Karanganyar, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Kedu Selatan. Letak lintang: 336000 mE – 345000 mE dan 9162500 mS – 9170000 mS. Jenis tanah adalah Ultisols, Inceptisols, dan di bagian pucuk-pucuk bukit yang berlereng curam dijumpai jenis Entisols dengan solum dangkal <30 cm. Pemilihan sub DAS didasarkan luas hutan

pinus yang ada di dalamnya. Sub DAS pertama adalah Kalipoh dengan luas hutan pinus 95% dari luas sub DAS. Sub DAS kedua adalah Kedungbulus dengan persentase luas hutan pinus 47%. Terakhir adalah sub DAS Tapakgajah dengan luas hutan pinus sebanyak 7%. Untuk luas DAS terbesar adalah sub DAS Kedungbulus (3780,2 ha), Tapakgajah (55,3ha), dan terkecil sub DAS Watujali dengan luas 45,2 ha. Gambar 1 menunjukkan peta lokasi beserta aliran sungai dan sub DAS yang diteliti.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian beserta sungai dan batas sub DAS

### ***Pengumpulan data***

Data hujan dikumpulkan setiap hari hujan pada jam 7.00 pagi. Data tinggi muka air (TMA) sungai pada masing-masing sub-DAS dibaca tiga kali sehari yaitu jam 7.00, jam 12.00, dan jam 17.00. Untuk mendapatkan data TMA, pada masing-masing outlet sub DAS dipasang peilskal (*tide gauge*).

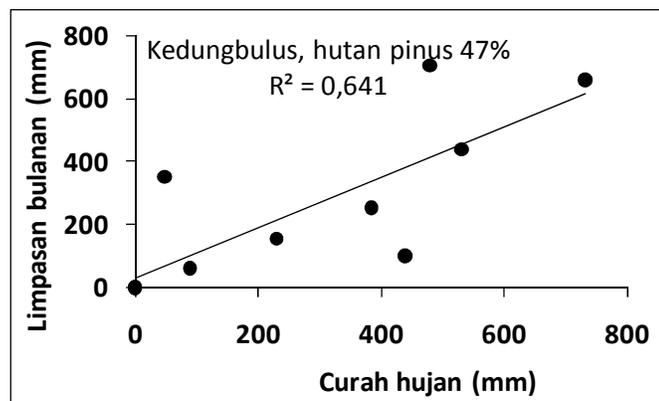
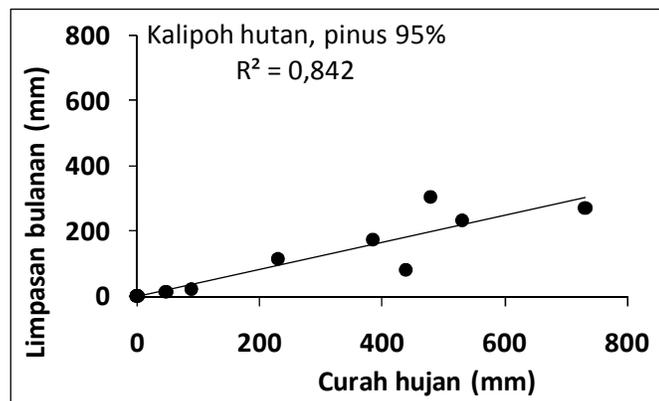
### ***Analisis data***

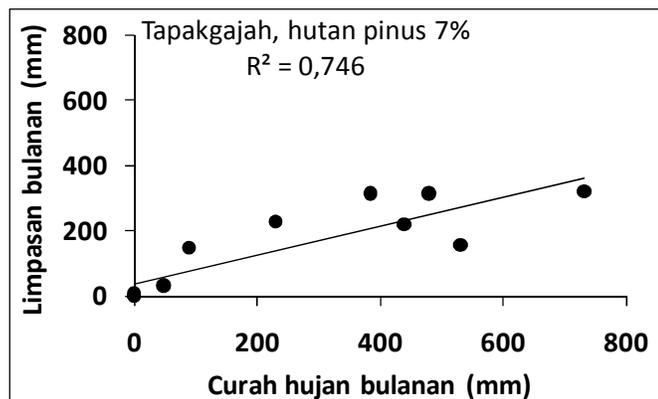
Data TMA (m) dikonversi menjadi data debit dalam satuan  $m^3$ /detik berdasarkan tabel konversi TMA ke debit yang dibuat dari persamaan kurva TMA dan debit sesaat. Untuk membandingkan hasil air dari masing-masing sub DAS maka satuan debit  $m^3$ /detik diubah menjadi satuan limpasan dalam mm dengan cara dibagi luas masing-masing sub DAS. Untuk mengetahui seberapa peranan

hujan dalam menghasilkan hasil air atau limpasan suatu sub DAS dilakukan analisis regresi antara hujan bulanan dengan debit aliran sungai bulanan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis regresi antara curah hujan bulanan dan limpasan hujan bulanan disampaikan dalam Gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut terlihat koefisien determinasi tertinggi dijumpai pada sub DAS Kalipoh, disusul sub DAS Tapakgajah, dan terendah sub DAS Kedungbulus. Jika dilihat dari nilai koefisien determinasi yang belum mendekati nilai 1, maka berarti selain faktor hujan juga faktor lain yang mempengaruhi limpasan atau hasil air dari suatu sub DAS. Menurut hasil penelitian sebelumnya, selain faktor hujan terdapat faktor biofisik lain yaitu luas hutan ((Krishnaswamy et al., 2013; Shamsuddin, Yusop, & Noguchi, 2014), jenis tanah (Geris et al. 2014). Jika dilihat dari grafik hubungan kedua variabel tersebut terlihat bahwa kemiringan garis kecenderungan (*trendline*) yang paling curam terlihat pada sub DAS Kedungbulus yang berarti limpasan yang terjadi pada sub DAS tersebut lebih sensitif terhadap perubahan jumlah hujan yang turun dibandingkan dengan sub DAS Kalipoh dan Tapakgajah.



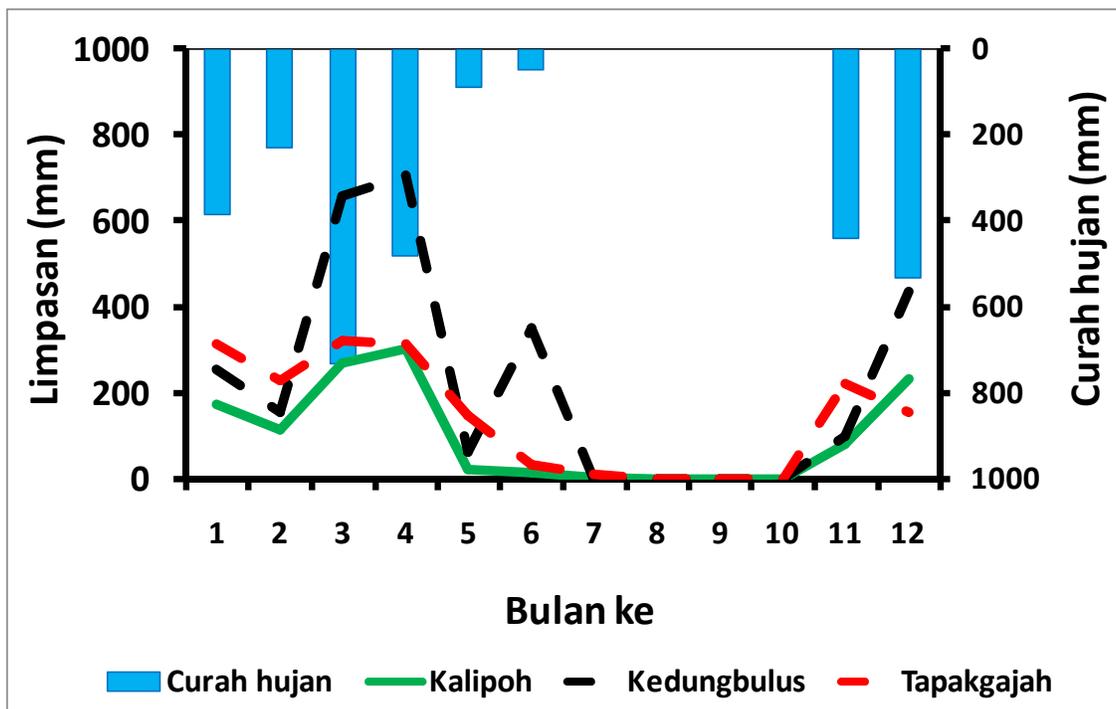


**Gambar 2.** Hubungan curah hujan bulanan dan limpasan bulanan

Jika dilihat dari total limpasan setahun, maka nilai tertinggi juga terjadi di sub DAS Kedungbulus dan terendah pada sub DAS Kalipoh yang mempunyai persentase luas hutan 95% dari luas sub DAS. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya dinyatakan bahwa semakin luas persentase hutan dalam suatu DAS/sub DAS maka hasil air atau limpasan yang dihasilkan semakin menurun akibat tingginya evapotranspirasi dari tanaman tahunan atau kayu-kayuan (Zhou et al. 2015). Akan tetapi dari hasil penelitian yang dilakukan terlihat sub DAS Kedungbulus yang mempunyai luas areal hutan 47% ternyata mempunyai hasil air tertinggi yaitu 2725 mm/tahun dibandingkan Tapakgajah dengan luas 7% dengan hasil air 1745mm/tahun. Kondisi demikian salah satunya disebabkan pengaruh luas DAS. Brown et al. (1999) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa pada kondisi tanah yang jenuh air maka luas DAS berpengaruh terhadap hasil air. Hasil penelitian Basuki, et al., (2017) pada sub DAS berhutan jati juga menunjukkan bahwa dengan persentase luas hutan jati yang relatif sama, sub DAS dengan areal yang lebih luas menghasilkan limpasan yang lebih banyak.

Hasil air terendah dijumpai di sub DAS Kalipoh yang menghasilkan limpasan 1214 mm/tahun. Rendahnya hasil air dari sub DAS Kalipoh jika dibandingkan hasil air dari dua sub DAS Kedungbulus dan Tapakgajah disebabkan keberadaan hutan pinus yang hampir menutupi seluruh DAS, yaitu 95%. Persentase hutan yang tinggi tersebut menyebabkan evapotranspirasi dan intersepsi juga tinggi sehingga air yang dikeluarkan melalui outlet sub DAS berkurang.

Distribusi bulanan hasil air dari ketiga sub DAS yang diteliti disajikan dalam Gambar 3. Pola distribusi ketiganya mirip kecuali pada sub DAS Kedungbulus pada bulan Mei hingga Juli yang jauh lebih tinggi daripada sub-DAS Tapakgajah dan Kalipoh.



Gambar 3. Pola distribusi hasil air bulanan pada tiga sub DAS yang diteliti

Analisis hasil air di laboratorium disajikan dalam Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut terlihat nilai kekeruhan tertinggi dijumpai pada sub DAS Kedungbulus sebanyak 56 diikuti oleh Tapakgajah dan terkecil pada sub DAS Kalipoh yang persentase luas hutannya tertinggi. Sebanding dengan tingkat kekeruhan, maka nilai warna tertinggi dijumpai pada sub DAS Kedungbulus. Detergen tertinggi dijumpai pada contoh air dari sub DAS Tapakgajah karena sub DAS tersebut paling banyak terdapat pemukiman penduduk.

Nilai DO (Disolved Oxygen) tertinggi di sub DAS Kalipo, sedangkan sub DAS Kedungbulus dan Tapakgajah hampir sama. Berlawanan dengan kandungan DO, maka kandungan BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan zat organik terendah terdapat pada contoh air sub DAS Kalipoh. Nilai warna air yang tinggi sejalan dengan nilai bahan organik yang tinggi seperti yang terjadi di sub DAS Kedungbulus. Berdasarkan hasil penelitian (Basuki, 2015) diperoleh nilai korelasi yang tinggi antara tingkat kekeruhan dengan kandungan bahan organik. Dilihat dari kualitas air, yang terbaik adalah sub DAS Kalipoh yang luas hutannya tertinggi.

**Tabel 1.** Kualitas air dari sub Daerah Aliran Sungai yang diteliti

Parameter	Satuan	Kalipoh	Kedungbulus	Tapakgajah
Kekeruhan*	NTU	8	56	11
pH	-	6.7	6.5	6.5
Warna	TCU	40	265	20
Deterjen	mg/l	0.1242	0.1429	0.1605
Disolved Oxygen (DO)	mg/l	4.4	2.2	2.0
PO <sub>4</sub>	mg/l	0.0639	0.0964	0.2004
Nitrit	mg/l	0.0018	0.0050	0.0026
Nitrat	mg/l	2.76	2.47	0.39
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	mg/l	3.0	4.4	4.6
Zat Organik	mg/l	8.29	13.46	8.30
SO <sub>4</sub>	mg/l	5	16	31

### KESIMPULAN

Hasil air dari sub DAS yang diteliti tidak saja dipengaruhi oleh jumlah hujan, persentase luas penutupan hutan, namun juga luas sub DAS. Pada sub DAS dengan persentase luas hutan 95%, 37%, dan 7% hasil air secara berurutan adalah 1214, 2725, dan 1745 mm/tahun secara berurutan. Kualitas air terbaik terdapat pada sub DAS Kalipoh dengan lpersentase luas hutan tertinggi (95%).

### PENGHARGAAN (*acknowledgement*)

Penelitian ini dibiayai oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS (BPPTPDAS). Ucapan terimakasih kepada teman-teman teknis di BPPTPDAS yang telah membantu pengumpulan data di lapangan.

### REFERENSI

- Andreassian, V., 2004. Waters and forests: From historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology*, 291(1–2), pp.1–27.
- Basuki, T.M., Adi, R.N., Sulasmiko, E., 2017. Hasil air dari dua sub das hutan jati dengan luas berbeda. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(1), pp.1–14.
- Basuki, T.M., 2015. Penyederhanaan parameter kualitas air untuk monitoring dan evaluasi kinerja daerah aliran sungai. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*, 3(1), pp.13–21.
- Beck, H.E. et al., 2013. The impact of forest regeneration on streamflow in 12 mesoscale humid tropical catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(7), pp.2613–2635.
- Bradshaw, C.J.A., Sodhi, N.S., Peh, K.S.H., and Brook, B.W., 2007. Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. In pp. 1–17.
- Brown, V.A., McDonnella, J.J., Burnsb, D.A., & Kendall, C., 1999. The role of event water, a rapid shallow flow component, and catchment size in summer stormflow. *Journal of Hydrology*, 217, pp.171–190. Available at: [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com).

- Buytaert, W. & In, V., 2007. The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean pa.
- Chen, X., 2016. Effects of Thinning and Litter Fall Removal on Fine Root Production and Soil Organic Carbon Content in Masson Pine Plantations Effects of Thinning and Litter Fall Removal on Fine Root. *Pedosphere: An International Journal*, 20(4), pp.486–493. Available at: [http://dx.doi.org/10.1016/S1002-0160\(10\)60038-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1002-0160(10)60038-0).
- Ferraz, S.F.B., Paula, W. De & Bozetti, C., 2013. Forest Ecology and Management Managing forest plantation landscapes for water conservation. In *Forest Ecology and Management*. Elsevier B.V., pp. 58–66. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.015>.
- Geris, J. et al., 2014. The relative role of soil type and tree cover on water storage and transmission in northern headwater catchments.
- Krishnaswamy, J. et al., 2013. The groundwater recharge response and hydrologic services of tropical humid forest ecosystems to use and reforestation: Support for the “infiltration-evapotranspiration trade-off hypothesis.” *Journal of Hydrology*, 498, pp.191–209. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.06.034>.
- Muñoz-Villers, L.E. & McDonnell, J.J., 2013. Land use change effects on runoff generation in a humid tropical montane cloud forest region. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(9), pp.3543–3560.
- Podolak, K., Edelson, D., Kruse, S., Aylward, B., Zimring, M., & Wobbrock, N., 2015. *Estimating the water supply benefits from forest restoration in the Northern Sierra Nevada*, San Francisco: The Nature Conservancy.
- Shamsuddin, S.A., Yusop, Z. & Noguchi, S., 2014. Influence of Plantation Establishment on Discharge Characteristics in a Small Catchment of Tropical Forest. *International Journal of Forestry Research*, 2014, pp.1–10. Available at: <http://www.hindawi.com/journals/ijfr/2014/408409/>.
- Sun, G. et al., 2006. Potential water yield reduction due to forestation across China. *Journal of Hydrology*, 328(3–4), pp.548–558.
- Wang, Y. et al., 2015. A WATER YIELD-ORIENTED PRACTICAL APPROACH FOR MULTIFUNCTIONAL FOREST MANAGEMENT AND ITS APPLICATION IN DRYLAND REGIONS OF CHINA 1. , 51(3).
- Wang, Y. et al., 2009. WATER-YIELD REDUCTION AFTER AFFORESTATION AND RELATED PROCESSES IN THE SEMIARID LIUPAN MOUNTAINS , NORTHWEST CHINA 1. , 44(5).
- Yan, B. et al., 2013. Impacts of land use change on watershed streamflow and sediment yield: An assessment using hydrologic modelling and partial least squares regression. *Journal of Hydrology*, 484, pp.26–37. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.01.008>.
- Zhou, G. et al., 2015. Global pattern for the effect of climate and land cover on water yield. *Nature Communications*, 6, pp.1–9. Available at: <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6918>.