

ANALISIS DEBIT ALIRAN DAS MIKRO DAN POTENSI PEMANFAATANNYA

(Analisis of Stream Discharge of Micro Watershed and Its Utilization Potential)

Hunggul Y.S.H. Nugroho

Balai Penelitian Kehutanan Makassar

Jl. Perintis Kemerdekaan Km.16 Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia Kode Pos 90243

Telp. (0411) 554049, Fax. (0411) 554058

Email: hunggulys@yahoo.com

Diterima 7 Agustus 2014; revisi terakhir 20 Januari 2015; disetujui 20 April 2015

ABSTRAK

Melalui pemahaman karakteristik hidrologi dalam Daerah Aliran Sungai (DAS), sumberdaya air dapat dikelola untuk tujuan yang luas yakni tujuan ekonomi, sosial maupun pemanfaatan sumberdaya air berkelanjutan. Pada kenyataannya pengelolaan DAS yang ada selama ini lebih terkait pada pengendalian erosi, sedimentasi, banjir dan kekeringan sedangkan potensi pemanfaatan hasil air untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di hulu DAS jarang menjadi dasar perencanaan. Terkait dengan hal tersebut, penelitian DAS Mikro ini dilaksanakan di 3 (tiga) DAS Mikro perwakilan dari DAS-DAS Prioritas di Sulawesi yaitu DAS Mamasa, DAS Saddang, dan DAS Jeneberang. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pola debit aliran DAS Mikro dalam hubungannya dengan curah hujan dan penggunaan lahan serta potensi pemanfaatannya bagi masyarakat setempat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari curah hujan dan hasil air, ketiga DAS Mikro merupakan daerah yang potensial untuk menjadi sumber air untuk memenuhi kebutuhan air irigasi maupun air rumah tangga. Semakin tinggi proporsi luas penutupan hutan dan semakin baik kualitas penutupannya, semakin baik hasil air dan semakin tinggi pula potensi pemanfaatannya.

Kata kunci: DAS Mikro, hasil air, potensi pemanfaatan

ABSTRACT

Trough understanding of hydrology characteristic of watershed, water resource can be managed for wider goals such as economic, social, and sustainable utilization. In fact, current watershed managements have more been focused on erosion, sedimentation, drought, and flood control and less attention paid on fulfilling the need of upper watershed inhabitat on water yield. The research of Micro Watershed was conducted in three Micro Watersheds as representation of priority watersheds in South Sulawesi namely Mamasa, Saddang, and Jeneberang. The aim was to find out stream discharge pattern of those three Micro Watershed related to precipitation, landuse and its utilization potential for local community. The results showed that the more extensive forest cover, the better water yield and the higher its utilization potential. Concerning to precipitation and water yield, the three micro watersheds have the potentially to be source of water for irigation and household consumption.

Keywords: *Micro Watershed, water yield, utilization potential*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam UU No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan dan UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dinyatakan untuk menjaga keseimbangan tata air maka luas kawasan hutan dalam setiap Daerah Aliran Sungai (DAS) dan atau pulau, ditetapkan minimal 30% dengan sebaran yang proporsional (Republik Indonesia, 1999; Republik Indonesia, 2007).

Namun yang menjadi persoalan adalah bagaimana meyakinkan masyarakat, pengusaha, dan aparat birokrasi daerah sampai pusat memahami mengenai pentingnya mempertahankan hutan? Nilai kompetitif apa yang dimiliki hutan sehingga keberadaan hutan dan fungsinya patut dipertahankan?

Salah satu manfaat hutan yang tidak bisa terbantahkan dan bisa diunggulkan ketika hutan dan kehutanan sulit bersaing dengan

sektor lain adalah manfaat hutan sebagai pengatur tata air (*water regulator*). Namun seiring bertambahnya penduduk dan percepatan pembangunan, nilai ekonomi dan sosial air menurun akibat semakin kritisnya suplai air, pemanfaatan yang tidak efisien, pengelolaan yang buruk, dan tingginya biaya eksternalitas akibat kerusakan sumberdaya lahan dan degradasi lingkungan (Bruijnzeel, 2004; Seibert *et al.*, 2010). Tidak bisa dipungkiri bahwa masalah krisis air mencerminkan belum efektifnya pengelolaan DAS selama ini.

Pengelolaan DAS yang dilaksanakan selama ini utamanya lebih terkait dengan upaya pengendalian erosi, sedimentasi, banjir dan kekeringan sedangkan potensi pemanfaatan hasil air dari suatu DAS tertentu untuk memenuhi kebutuhan masyarakat jarang menjadi dasar dalam perencanaan. Hasil air (*water yield*) adalah curah hujan (*precipitation*) dikurangi dengan evapotranspirasi (*evapotranspiration*) dan merupakan gabungan dari aliran permukaan (*surface runoff*), aliran bawah permukaan (*sub surface runoff*) dan aliran dasar (*ground-water outflow*) (Langbein, dan Iseri, 1995).

Apabila berpegang pada pemahaman bahwa DAS adalah suatu sistem hidrologi, maka melalui pemahaman siklus hidrologi sumberdaya air dapat dimanfaatkan dengan arah kebijakan yang lebih luas, yakni pencapaian tujuan ekonomi, sosial dan lingkungan, serta pemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik debit aliran DAS Mikro serta potensi pemanfaatannya bagi masyarakat. Penelitian dilaksanakan di 3 (tiga) DAS Mikro perwakilan dari DAS-DAS Prioritas di Sulawesi yaitu DAS Mamasa, DAS Saddang, dan DAS Jeneberang. Dalam penelitian ini yang dimaksud sebagai DAS Mikro adalah DAS yang berada di bagian hulu DAS prioritas, berada pada ordo 1 (satu) dan secara administratif setara dengan wilayah desa. DAS Mikro mempunyai karakter utama sebagai pengatur tata air sehingga pengelolaan DAS mikro adalah upaya untuk mengoptimalkan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya air untuk kepentingan masyarakat di DAS mikro itu sendiri maupun untuk masyarakat di daerah hilirnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di 3 (tiga) DAS Mikro perwakilan dari DAS-DAS prioritas di Sulawesi, yaitu : 1) DAS Mikro Datara perwakilan dari DAS Jeneberang yang secara administratif berada di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, 2) DAS Mikro Mararin perwakilan dari DAS Saddang dan secara administratif terletak di Kecamatan Mangkendek, Kabupaten Tana Toraja, dan 3) DAS Mikro Batanguru perwakilan dari DAS Mamasa dan secara administratif terletak di Kecamatan Sumarorong, Kabupaten Mamasa. Penelitian dilaksanakan selama 2 (dua) tahun dari 2010 sampai dengan 2012.

B. Bahan dan Alat

Bahan terdiri dari peta penggunaan lahan, kertas pias, tinta AWLR dan ARR. Sedangkan alat yang dipakai terdiri dari: GPS (*Global Positioning System*), kompas, meteran, AWLR (*Automatic Water Level Recorder*), ARR (*Automatic Rainfall Recorder*), pelskal, dan Current meter.

C. Rancangan Penelitian

1. Analisis penggunaan dan penutupan lahan

Analisis dilakukan pada peta penggunaan lahan masing-masing DAS Mikro skala 1:25.000 yang dilengkapi dengan informasi kondisi penggunaan dan penutupan lahan terkini dan sesungguhnya dari hasil *cross check* lapangan. Peta penggunaan lahan dibuat oleh BPK Makassar dari hasil interpretasi citra landsat tahun 2010.

2. Analisis curah hujan

Analisis curah hujan dilakukan berdasarkan data curah hujan terukur yang diperoleh dari pengamatan lapangan dengan menggunakan alat pencatat curah hujan otomatis (*Automatic Rainfall Recorder*). Dari data curah hujan harian yang terukur diperoleh sebaran hujan temporal dalam satu tahun.

3. Analisis debit aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir pada suatu titik keluaran (*outlet*) tertentu dalam satuan volume per waktu. Debit aliran dihasilkan dari data tinggi muka air (TMA) dan data kecepatan arus sungai pada suatu penampang di titik keluaran pada suatu daerah tangkapan air. Pada penelitian ini, TMA dan kecepatan arus diukur di Stasiun

Pengamat Arus Sungai (SPAS) yang merupakan bangunan di badan sungai dengan penampang permanen di suatu titik keluaran. TMA diukur dengan menggunakan satu set alat ukur TMA otomatis (*Automatic Water Level Recorder*). Dari data TMA ini akan dihasilkan data luas penampang basah secara periodik. Untuk mengukur kecepatan arus sungai, alat yang digunakan adalah alat ukur kecepatan arus (*current meter*). Data kecepatan arus terukur dan tinggi muka air secara berseri digunakan untuk membuat rumus kurva lengkung debit (*discharge rating curve*) sebagai formula menghitung debit aliran. Dalam tulisan ini yang dimaksud aliran permukaan total (*total runoff*) adalah jumlah air yang mengalir pada setiap pengukuran di badan sungai yang merupakan penggabungan antara aliran dasar (*baseflow*), aliran permukaan (*overland flow/surface runoff*), aliran bawah permukaan (*subsurface runoff*), dan curah hujan langsung yang jatuh ke badan sungai. Aliran permukaan (*runoff*) adalah jumlah air yang mengalir di badan sungai dikurangi dengan aliran dasar (*baseflow*). Aliran permukaan dihitung dengan cara memisahkan aliran bawah permukaan dan aliran dasar dari debit aliran total dengan metode *straight line method*.

Salah satu nilai parameter yang digunakan untuk menilai baik buruknya DAS Mikro adalah nilai KRS (Koefisien Rejim Sungai) dan koefisien limpasan. KRS merupakan perbandingan antara debit maksimum dan debit minimum dalam satu tahun atau satu periode tertentu. Kondisi DAS dianggap baik apabila nilai KRS <50, sedangkan kondisi DAS dianggap buruk apabila mempunyai nilai KRS > 120. Nilai KRS berada di antara 50 dan 120 menunjukkan kondisi DAS yang sedang. Sedangkan koefisien limpasan (c) adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara ketebalan limpasan dengan ketebalan hujan. Nilai $c < 0,25$ menunjukkan kondisi DAS yang baik dari parameter hasil air, nilai $c > 0,50$ menunjukkan kondisi DAS yang buruk, dan antara 0,25-0,50 kondisi sedang (Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial; 2009).

4. Analisis potensi pemanfaatan hasil air

Potensi pemanfaatan hasil air dilakukan dengan cara menghitung potensi ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat untuk air rumah tangga dan irigasi secara mandiri. WHO (*World Health Organization*) mengeluarkan standar

kebutuhan air per kapita per tahun sebesar 1.000-2.000 m³ seseorang, sedangkan di Indonesia standar kecukupan air per kapita ditentukan sebesar 1.600 m³/tahun (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2009).

a. Kebutuhan air untuk air rumah tangga

Akses terhadap sumber air di tetapkan oleh PBB sebagai jarak terdekat terhadap sumber air yang ditetapkan minimal 1 (satu) km sebagai batas akses terhadap sumber air. Dalam tulisan ini dengan mempertimbangkan kondisi lokasi dan kebiasaan masyarakat, untuk menghitung potensi air rumah tangga digunakan nilai 5% dari jumlah air dengan kualitas A dan B dan jarak sumber air di bawah 3 (tiga) km dibagi dengan kebutuhan minimal air per kapita untuk pedesaan (60 liter/kapita/hari). Angka 5% ini didasarkan pada asumsi kuantitas dan kualitas minimal yang bisa dipertahankan secara mandiri oleh masyarakat tanpa bantuan dari pihak luar. Angka 60 liter didasarkan pada standar kebutuhan air penduduk per kapita per hari untuk daerah pedesaan di Indonesia (Rachmawati, 2012). Dalam perhitungan ini, air rumah tangga tidak diambil dari aliran permukaan melainkan dari jumlah aliran dasar (*baseflow*).

Potensi air untuk rumah tangga (RT) dihitung dengan menggunakan asumsi kebutuhan air RT masyarakat pedesaan sebesar 60 liter/kapita/hari atau setara 21,6 m³/kapita/tahun. Jumlah air potensi yang bisa dimanfaatkan untuk air rumah tangga sebesar 5% dari debit aliran dasar (*baseflow*).

b. Kebutuhan air untuk irigasi

Kementerian Negara lingkungan hidup menyebutkan bahwa kebutuhan air untuk menghasilkan setiap 1 (satu) kg beras adalah sebanyak 2.700 – 4.000 liter (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2009). Sementara itu untuk menghitung kebutuhan air irigasi per hektare per musim tanam digunakan angka 1 (satu) liter/detik/hektare (Purba, 2011). Berdasarkan angka tersebut, dengan umur padi 100 hari, untuk setiap hektare padi sawah diperlukan air sebanyak 8,6 ribu m³ per musim tanam.

Perhitungan potensi air untuk kebutuhan sawah irigasi dibedakan menjadi irigasi langsung dan irigasi simpanan. Irigasi langsung dihasilkan dari aliran dasar

sedangkan irigasi simpanan dihasilkan dari aliran permukaan total yang disimpan baik melalui waduk, check dam, maupun embung. Pada perhitungan ini digunakan batas 40% dari debit aliran potensial sebagai batas minimal jumlah air yang kualitasnya mampu dipertahankan secara mandiri oleh masyarakat untuk kebutuhan pengairan sawah.

D. Analisis Data

Untuk analisis debit aliran digunakan formula yang disebut sebagai kurva lengkung debit (*discharge rating curve*), yaitu kurva yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air dan debit pada lokasi penampang sungai tertentu. Perumal, *et al.* (2007) menyatakan bahwa penggunaan kurva lengkung debit merupakan pendekatan perhitungan debit aliran yang diakui akurat namun mampu menghemat waktu dan biaya. Formula ini

dihasilkan dari pengamatan kecepatan aliran dan tinggi muka air pada luas penampang basah di lokasi tertentu secara berseri. Untuk kategori kondisi DAS dari aspek hasil air (nilai KRS dan nilai c) digunakan standar monitoring DAS dari Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Kementerian Kehutanan yang tertuang dalam Lampiran Peraturan Direktur Jenderal Nomor P.04/V-SET/2009.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penggunaan Lahan

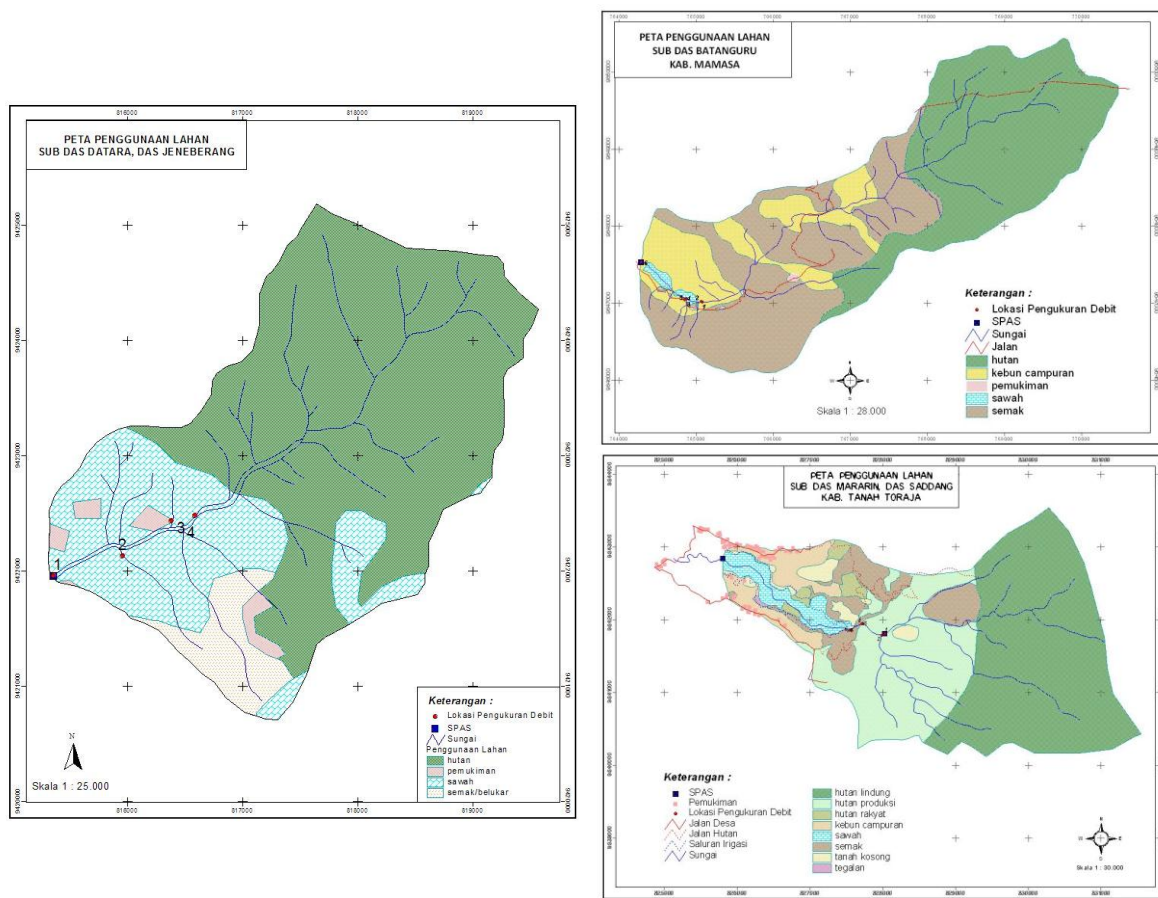
Peta penggunaan lahan masing-masing DAS Mikro disajikan pada Gambar 1 sedangkan luas dan proporsi penggunaan lahan masing-masing tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan Lahan lokasi penelitian tahun 2011
Table 1. Landuse of the research location in 2011

Penggunaan/Penutupan lahan (<i>Land Use-Land cover</i>)	Datara		Batanguru		Mararin	
	Luas (Ha) <i>Area (Ha)</i>	Persen tase (%)	Luas (Ha) <i>Area (Ha)</i>	Persen tase (%)	Luas (Ha) <i>Area (Ha)</i>	Persen tase (%)
Hutan (<i>Forest</i>)	240.0	23.8	518.6	45.0	877.0	74.7
Hutan rakyat (<i>Private forest</i>)	-	-	-	-	22.5	1.9
Kebun campuran (<i>Mixed plantation</i>)	-	-	185.4	16.1	78.1	6.6
Semak (<i>Shrub</i>)	65.1	6.4	435.0	37.8	100.2	8.5
Sawah (<i>Rice field</i>)	685.2	67.8	9.0	0.8	49.9	4.2
Tanah kosong (<i>Bare land</i>)	-	-	-	-	31.6	2.7
Pemukiman (<i>Settlement</i>)	20.1	2.0	3.1	0.3	15.5	1.3
Total	1010.5	100.0	1151.1	100.0	1174.6	100.0

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa penggunaan lahan dominan di DAS Mikro Datara adalah sawah yaitu seluas 685 ha (68%). Dari jumlah tersebut, seluas 400 hektare di antaranya berada di kawasan hutan yang didominasi tegakan pinus dengan kemiringan >45%. Sementara itu di DAS Baranguru penggunaan lahan dominan adalah hutan sekunder dengan jenis dominan pulai (*Alstonia sp*) dan jabon (*Anthopcephalus sp*)

serta aren (45%) diikuti semak (38%). Di DAS Mararin penggunaan lahan dominan adalah hutan (74%) dan sisanya adalah kebun, semak dan sawah. Hutan di DAS Mikro Mararin didominasi oleh vegetasi alami dataran tinggi seperti cemara gunung (*Casuarina junghuhniiana*) dan cempaka/uru (*Elmerillia sp*) serta tanaman pinus hasil reboisasi tahun 80'an yang dikelola oleh PT Inhutani I.



Gambar 1. Peta penggunaan lahan DAS Mikro Datarara, Batanguru dan Mararin
Figure 1. Landuse maps of Micro Watershed Datarara, Batanguru and Mararin

B. Topografi, ketinggian dan jenis tanah

Topografi dan jenis tanah ke tiga DAS Mikro dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Topografi, ketinggian dan jenis tanah lokasi penelitian tahun 2011
Table 2. Topography, altitude and soil order of the research location in 2011

DAS Mikro (Sub Watershed)	Topografi (Topography)	Ketinggian (mdpl) (Altitude) (masl)	OrdoTanah (Soil order)
DAS Mikro Datarara	Berbukit sampai bergunung dengan kemiringan lahan dominan >60%	650 – 900 mdpl	Inceptisol
DAS Mikro Mararin	Berbukit sampai bergunung dengan kemiringan lahan dominan >45%	800 – 1.000 mdpl	Ultisol
DAS Mikro Batanguru	Bergelombang sampai berbukit dengan kemiringan lahan dominan >30%	1.000 – 1.100 mdpl	Inceptisol

Sumber: Interpretasi peta topografi dan peta tanah 2010
Source: Interpretation of Soil map and topography map 2010

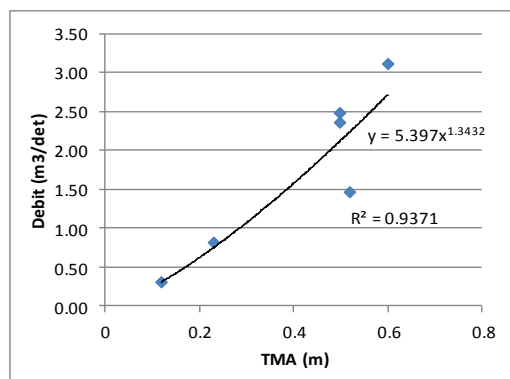
C. Karakteristik curah hujan dan debit aliran

1. Datara

Curah hujan di DAS Mikro Datara yang terjadi tahun 2011 adalah 3401.8 mm dengan hari hujan sebanyak 152 hari dan rata-rata hujan harian sebesar 15.20 mm. Terdapat satu puncak hujan yaitu pada bulan Januari/Desember. Berdasarkan sistem klasifikasi Oldeman (Oldeman dan Syarifuddin, 1977), iklim di DAS Mikro Datara termasuk dalam tipe iklim B3 dengan 8 (delapan) bulan basah berturut-turut yaitu dari bulan September sampai dengan April. Bulan kering terjadi rata-rata selama 4- 5 bulan dari yaitu bulan Juni sampai dengan Oktober.

Dari seri data hubungan antara tinggi muka air dan debit aliran permukaan (*runoff*) pada penampang SPAS diperoleh kurva lengkung debit (*discharges rating curve*) DAS Mikro Datara $y = 5.397x^{1.3432}$ (Gambar 2).

Dengan menggunakan persamaan tersebut dilakukan penghitungan debit aliran. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada tahun 2011 terjadi aliran permukaan total sebesar 29,4 juta m³, aliran permukaan (setelah pemisahan aliran dasar) sebesar 24,9 juta m³, dan aliran dasar sebesar 4,5 juta m³.

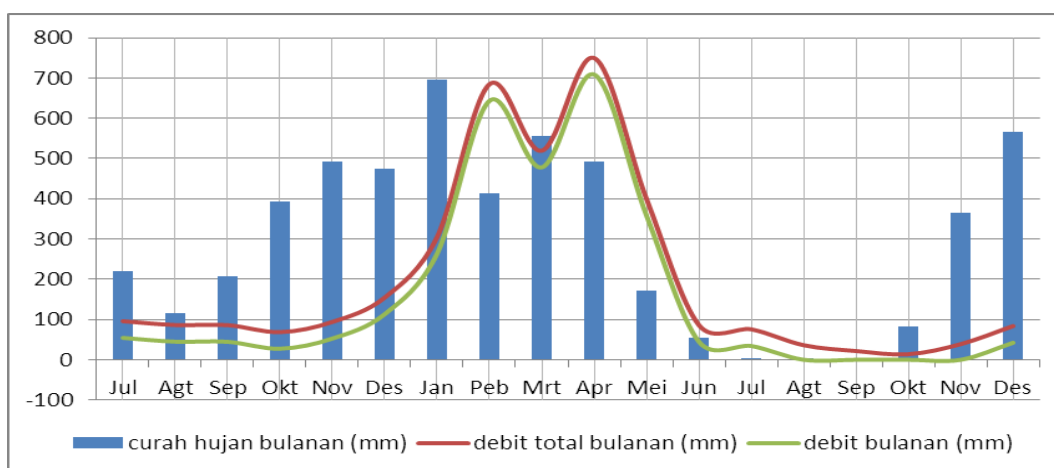


Gambar 2. Kurva hubungan TMA dengan debit DAS Mikro Datara

Figure 2. Correlation curve of water level and discharge of Datara Micro Watershed

Walaupun nilai KRS sebesar 49 menunjukkan DAS Mikro Datara sebagai DAS yang baik, namun dari nilai koefisien limpasan yang nilainya sebesar 0,80, DAS mikro Datara digolongkan ke dalam DAS buruk. Artinya 80 persen air hujan yang turun tidak diresapkan ke dalam tanah melainkan mengalir menjadi aliran permukaan. Hal ini bisa dimungkinkan karena nilai KRS diperoleh dari nilai debit yang terjadi sesaat, sedangkan nilai c dihasilkan dari akumulasi kejadian hujan dan aliran permukaan dalam satu tahun.

Sebaran bulanan curah hujan dan hasil air di DAS Mikro Datara digambarkan pada Gambar 3.



Sumber data: Hasil analisis data primer
Data source: Result of primary data analysis

Gambar 3. Sebaran Curah Hujan, Debit aliran permukaan total dan aliran permukaan bulanan DAS Mikro Datara 2010-2011

Figure 3. Distribution of monthly precipitation, total runoff and runoff of Datara Micro Watershed 2010 to 2011

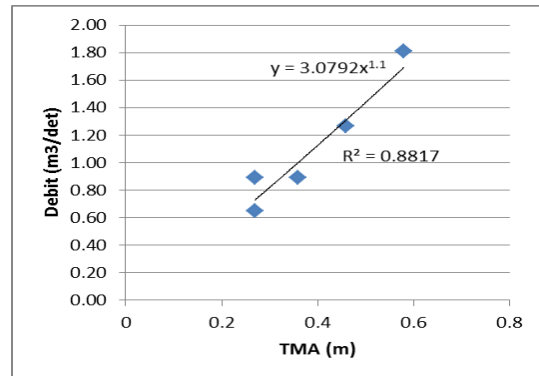
2. Batanguru

Curah hujan tahun 2011 adalah 3198 mm dengan jumlah hari hujan 73 hari dan rata-rata hujan harian 36,96 mm. Terdapat dua puncak hujan yaitu pada bulan Maret dan Desember. Berdasarkan sistem klasifikasi Oldeman, iklim di DAS Mikro Batanguru termasuk dalam tipe iklim D2 dengan hanya 3 (tiga) bulan basah berturut-turut yaitu dari bulan November sampai dengan Januari dan 3 (tiga) bulan kering yaitu dari bulan Juni sampai dengan Agustus.

Dari data series hubungan antara tinggi muka air dan debit *runoff* yang dihitung berdasarkan kecepatan aliran pada penampang SPAS diperoleh kurva lengkung debit untuk DAS Mikro Batanguru yang sesuai dengan persamaan $y = 3.0792x^{1.1}$ (Gambar 4).

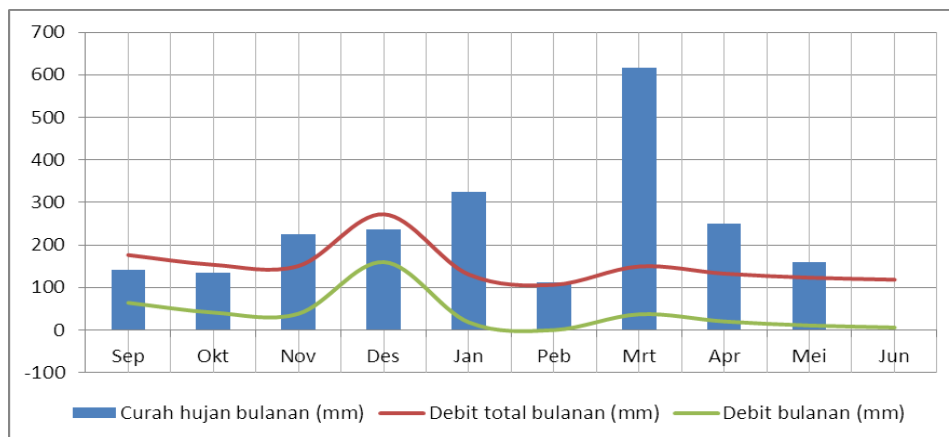
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada tahun 2011 terjadi aliran permukaan total sebesar 17,4 juta m³, aliran permukaan sebesar 4,56 juta m³ dan aliran dasar sebesar 12,9 m³. Berdasarkan nilai KRS sebesar 2,6 maupun koefisien limpasan sebesar 0,18, Das Mikro Batanguru tergolong dalam kondisi DAS yang baik. Nilai koefisien limpasan

menunjukkan 82% dari besarnya curah hujan yang turun diresapkan ke dalam tanah. Dalam bentuk grafik, pola sebaran curah hujan dan aliran permukaan bulanan di DAS Mikro Batanguru disampaikan dalam Gambar 5.



Gambar 4. Kurva hubungan TMA dengan debit DAS Mikro Batanguru

Figure 4. Correlation curve of water level and discharge of Datara Micro Watershed



Sumber data: Hasil analisis data primer
Data source: Result of primary data analysis

Gambar 5. Sebaran Curah Hujan, Debit aliran permukaan total dan aliran permukaan bulanan DAS Mikro Batanguru 2010-2011

Figure 5. Distribution of monthly precipitation, total runoff and runoff of Batanguru Micro Watershed 2010 to 2011

3. Mararin

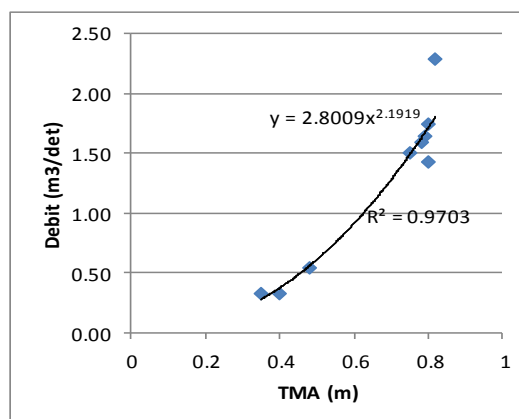
Curah hujan tahun 2011 adalah 3.058 mm dengan jumlah hari hujan 203 hari dan rata-rata hujan harian 14,51 mm. Terdapat dua

puncak hujan yaitu pada bulan April dan November. Berdasarkan sistem klasifikasi Oldeman, iklim di DAS Mikro Mararin termasuk dalam tipe iklim C1 dengan 5 (lima) bulan basah berturut-turut yaitu dari bulan

Maret sampai dengan Juli dan 1 (satu) bulan kering yaitu pada bulan Februari.

Persamaan kurva lengkung debit runoff (*discharges rating curves*) untuk DAS Mikro mararin adalah $y = 2.8009x^{2.1919}$ (Gambar 6).

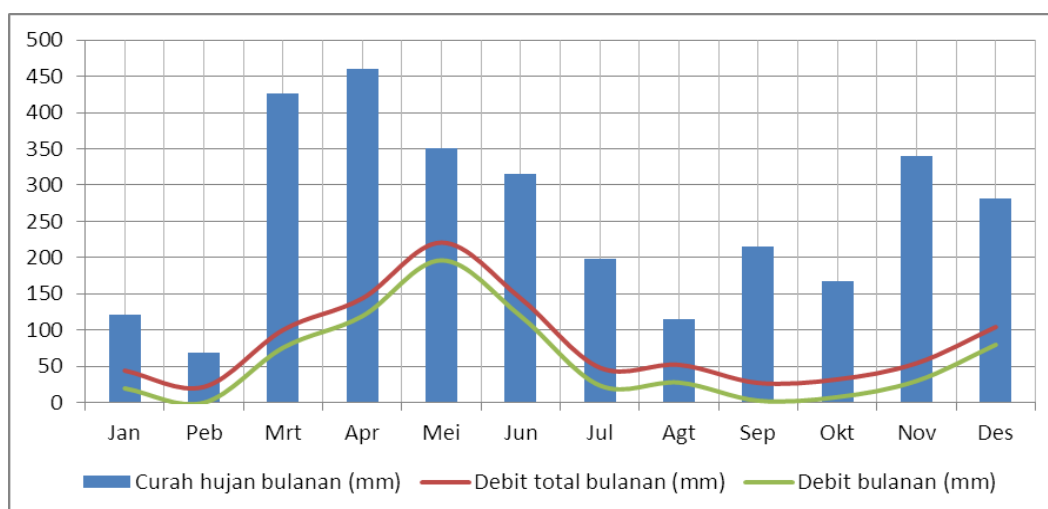
Hasil perhitungan bahwa pada tahun 2011 terjadi aliran permukaan total sebesar 6,6 juta m³ dan aliran permukaan sebesar 4,7 juta m³ dan aliran dasar sebesar 1,9 juta m³. Nilai KRS Das Makro Mararin sebesar 10,14 yang tergolong dalam kondisi DAS yang baik. Nilai koefisien limpasannya adalah sebesar 0,23 yang juga menunjukkan DAS Mikro Batanguru sebagai DAS yang masih baik. Nilai ini menunjukkan bahwa dari total curah hujan yang jatuh, hanya 23% nya yang mengalir menjadi aliran permukaan.



Gambar 6. Kurva hubungan TMA dengan debit DAS Mikro Mararin

Figure 6. Correlation curve of water level and discharge of Mararin Micro Watershed

Dalam bentuk grafik, pola sebaran curah hujan dan aliran permukaan di DAS Mikro Mararin disampaikan dalam Gambar 7.



Sumber data: Hasil analisis data primer

Data source: Result of primary data analysis

Gambar 7. Sebaran Curah Hujan, Debit aliran permukaan total dan aliran permukaan bulanan DAS Mikro Mararin 2011

Figure 7. Distribution of Monthly Precipitation, Total Runoff and Runoff of Mararin Micro Watershed 2011

D. Potensi pemanfaatan hasil air DAS Mikro 2011

Proporsi penggunaan lahan, besarnya debit *runoff* dan koefisien *runoff* di 3 (tiga) DAS

Uji coba tahun 2011 dicantumkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Proporsi penggunaan lahan dan potensi pemanfaatan hasil air pada tiga DAS Mikro 2011
Table 3. Landuse proportion and utilization potential of wateryield of three Micro Watersheds 2011

No	Nama dan luas DAS Mikro (Micro Watershed Name and extent)	Proporsi Penggunaan Lahan Landuse proportion	Runoff (RO) Total/ Runoff (RO)/ Base flow (BF)/ KRS (Coefficient of River Regime)/ Koef. Runoff (Runoff coefficient)	Potensi Pemanfaatan (Utilization potential)
1	Datar 1.010 ha	<p>Pemukiman (Settlement) 2% Hutan (Forest) 24% Semak (Shrub) 6% Sawah (Rice field) 68%</p>	RO Total : 29,4 jt m3 RO : 24,9 juta m3 BF : 4,5 jt m3 KRS : 49 Kff.RO : 0.80 (buruk)	Irigasi langsung: 21 ha/MT Irigasi simpanan : 137 ha/MT Air RT : 10,3 ribu jiwa
2	Batanguru 1.151 ha	<p>Pemukiman (Settlement) 0% Sawah (Rice field) 1% Semak (Shrub) 38% Kebun campuran (Mixed plantation) 16% Hutan (Forest) 45%</p>	RO Total : 17,4 jt m3 RO : 4,56 juta m3 BF : 12,9 KRS : 2,6 Kff RO : 0,18 (baik)	Irigasi langsung : 60 ha/MT Irigasi simpanan : 81 ha/MT Air RT : 29,8 ribu jiwa
3	Mararin 1.174 ha	<p>Tanah kosong Bare land 3% Sawah Rice field 4% Semak Shrub 8% Kebun campuran Mixed plantation 7% Hutan rakyat Private forest 2% Hutan Forest 75% Pemukiman Settlement 1%</p>	RO Total : 6,6 jt m3 RO : 4,68 juta m3 BF : 1,9 jt m3 KRS : 10,14 Kff RO : 0,23	Irigasi langsung : 9 ha/MT Irigasi simpanan : 30 ha/MT Air RT : 4,5 ribu jiwa

Dari tiga DAS Mikro di atas dapat dilihat bahwa perbedaan persentase penutupan hutan terhadap luas area keseluruhan memberikan hasil air yang berbeda. Dengan luas hutan yang hanya 24 persen, 80% dari total curah hujan yang jatuh di DAS Mikro

Datar mengalir menjadi aliran permukaan dan selanjutnya masuk ke sungai. Pada dua DAS Mikro lainnya, dengan proporsi luas hutan masing-masing di atas 40%, 80% dari curah hujan yang jatuh ke daerah tangkapan dapat diresapkan ke dalam tanah dan menjadi air

simpanan. Perbedaan antara DAS Mikro Batanguru dengan Mararin yaitu DAS Mikro Batanguru yang persentase hutannya lebih kecil dari Mararin justru memiliki koefisien limpasan yang lebih kecil, karena dipengaruhi oleh karakteristik hutannya. Hutan di DAS Mikro Mararin adalah hutan produksi yang didominasi tegakan pinus umur 30 tahunan hasil reboisasi tahun 80'an yang pada saat penelitian sedang dilakukan penebangan untuk kebutuhan kayu lapis (*plywood*). Sementara itu hutan di DAS Mikro Batanguru adalah hutan alam campuran.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan penutupan hutan pada DAS dengan luasan yang relatif kecil diduga memberikan pengaruh terhadap respon hidrologi DAS, khususnya air larian dan aliran dasar. Keberadaan hutan mengurangi potensi air larian yang menyebabkan banjir karena kemampuannya untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah. Walaupun pada daerah tangkapan air yang luas masih sulit untuk dipastikan, dalam tataran penelitian pada daerah tangkapan air yang kecil sudah banyak hasil yang menjelaskannya (Ellison *et al.*, 2006; Ce'leri *et al.*, 2009; Rodriguez *et al.*, 2010). Namun demikian, berdasarkan hasil review dari berbagai penelitian, Ce'leri dan Feyen (2009) menyatakan bahwa proses *up-scaling* secara langsung hasil penelitian dari DAS skala kecil (*microscale*) ke skala yang lebih luas (*meso* dan *macroscale*) tidak diperbolehkan.

Berdasarkan penelitiannya tentang hubungan antara umur tegakan dan hasil air pada DAS berhutan yang didominasi tegakan *Eucalyptus regnans*, Vertessya *et al.* (2001) menyatakan bahwa DAS dengan penutupan tegakan yang berumur tua menghasilkan hasil air tahunan hampir dua kali dari DAS dengan penutupan tegakan baru berumur 25 tahun. Meskipun terdapat variasi sesuai dengan kondisi iklim, tanah, dan vegetasi, dari review hasil-hasil penelitian di daerah tropis menunjukkan bahwa deforestasi secara umum meningkatkan hasil air (*direct runoff*) dan sebaliknya kegiatan penanaman berpengaruh terhadap penurunan hasil air yang berpotensi menimbulkan banjir (Sun *et al.*, 2006; Pudjiharta, 2008; Hong *et al.*, 2010).

Dari Gambar 3, 5, dan 7 dapat dilihat bahwa DAS Mikro dengan luas penutupan hutan yang lebih kecil menghasilkan puncak aliran yang lebih besar dibandingkan pada DAS Mikro dengan penutupan hutan yang lebih luas.

Hasil penelitian ini mendukung pernyataan dari peneliti sebelumnya yang menyatakan bahwa perubahan tata guna lahan dan penutupan lahan berdampak pada naiknya puncak banjir (Q_{maks}) dan menurunkan aliran minimal (Q_{min}) (Rodriguez *et al.* 2010). Zou *et al* (2010) menyatakan bahwa dampak manipulasi vegetasi terhadap aliran terkait dengan curah hujan dan type vegetasi. Peningkatan hasil air tahunan antara 25 sampai 100 mm dapat dicapai melalui manipulasi vegetasi dari mulai dataran tinggi (daerah *sub-alpine* dan hutan conifer campuran) sampai daerah semak belukar dataran rendah. Selanjutnya Zou *et al.* (2010) pada tulisan yang sama menyatakan bahwa pengelolaan hutan dalam DAS dapat digunakan dalam upaya mitigasi dampak perubahan iklim global dan sekaligus memenuhi kebutuhan masyarakat. Total hasil air tahunan meningkat sejalan dengan hilangnya biomas hutan yang besarnya akan dipengaruhi oleh lokasi, tingginya curah hujan, dan tingkat kerusakan permukaan hutan. Bruijnzeel (2004) menambahkan bahwa walaupun praktek reboisasi dan konservasi tanah mampu untuk menurunkan puncak banjir, sebaliknya sangat sedikit informasi yang mampu menjelaskan pengaruhnya terhadap peningkatan aliran dasar. Penutupan lahan umumnya diketahui mampu mencegah erosi, dan pada kondisi penutupan pohon yang bagus, dapat mengurangi longor ringan.

Dari sisi pemanfaatan, potensi air yang bisa dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan baik irigasi maupun air rumah tangga dapat ditingkatkan dengan meningkatkan debit aliran dasar. Debit ini bisa ditingkatkan apabila proporsi curah hujan yang mengalir menjadi aliran permukaan (koefisien aliran permukaan) bisa dikurangi dengan meningkatkan sebanyak mungkin peresapan (infiltrasi) air hujan ke dalam tanah. Hal ini bisa dilakukan dengan memperbaiki tutupan lahan dengan vegetasi pada kawasan hutan dan lahan kosong serta penerapan teknik konservasi tanah dan air baik dengan cara sipil teknis maupun secara vegetatif pada lahan budidaya.

Secara umum ketiga DAS Mikro berdasarkan data hasil air tahun 2011 mampu secara mandiri memenuhi kebutuhan DAS Mikro itu sendiri baik untuk irigasi maupun pemenuhan kebutuhan air rumah tangga dan bahkan untuk kebutuhan lahan pertanian/sawah dan masyarakat yang ada di

bawahnya. Dengan volume curah hujan tahunan di atas 3.000 mm, meskipun tidak terdistribusi merata sepanjang tahun, ketiga DAS Mikro dalam studi ini potensial berfungsi sebagai penyedia air bagi kebutuhan di DAS Mikro itu sendiri maupun daerah-daerah di bawahnya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Besarnya curah hujan dan hasil air pada tiga DAS Mikro merupakan daerah yang potensial untuk menjadi pemasok sumber air dan mampu secara mandiri memenuhi kebutuhan air DAS Mikro itu sendiri maupun daerah-daerah di bawahnya untuk keperluan irigasi dan konsumsi air rumah tangga. Hasil penelitian juga mengindikasikan bahwa semakin tinggi proporsi luas penutupan hutan, semakin baik hasil air yang ditunjukkan dari penurunan aliran puncak dan koefisien aliran permukaannya. Demikian halnya potensi pemanfaatan hasil air, semakin luas penutupan hutan semakin tinggi potensi pemanfaatannya.

B. Saran

Untuk menjaga hasil air dan potensi pemanfaatannya, luas daerah berhutan perlu ditingkatkan pada DAS Mikro Datara di Kabupaten Gowa dan dipertahankan pada DAS Mikro Batanguru di Kabupaten Mamasa dan Mararin di Kabupaten Tana Toraja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Muh. Saad, S.Hut dan Wahyudi Isnansyah selaku teknisi pada Kelompok Peneliti Konservasi Sumberdaya Hutan Balai Penelitian Kehutanan Makassar atas kerjasamanya dalam pengumpulan dan analisis data hidrologi.

DAFTAR PUSTAKA

Bruijnzeel, L. A. (2004). "Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?" *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104, 185-228.

Ce'leri, R. and J. Feyen (2009). "The Hydrology of Tropical Andean Ecosystems: Importance, Knowledge Status, and Perspectives." *Mountain Research and Development*, 29(4), 350-355.

Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial (2009). Pedoman

Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai (Lampiran). Peraturan Direktur Jenderal Nomor P.04/V-SET/2009. Indonesia.

Ellison, D., M. N. Futter and K. Bishop (2006). "On the forest cover-water yield debate: from demand- to supply-side thinking." *Global Change Biology*, 18(3), 806-820.

Hong, N., H.-J. Chu, Y.-P. Lin and D.-P. Deng (2010). "Effects of land cover changes induced by large physical disturbances on hydrological responses in Central Taiwan." *Environmental Monitoring and Assessment*, 166(1-4), 503-520.

Langbein, W.B. and K.T.Iseri (1995). "Science in Your Watershed: General Introduction and Hydrologic Definitions". From <http://water.usgs.gov/wsc/glossary.html#W>.

Menteri Negara Lingkungan Hidup (2009). Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang. Peraturan Menteri Negara Nomor 17 Tahun 2009 Indonesia.

Oldeman, L. R. and Syarifuddin, D. (1977). "An Agroclimatic map of Sulawesi". Contribution - Central Research Institute for Agriculture 33. Bogor. Indonesia. 30 p.

Perumal, M., T. Moramarco, B. Sahoo and S. Barbetta (2007). "A methodology for discharge estimation and rating curve development at ungauged river sites." *Water Resources Research*, 43(2), W02412.22p.

Pudjiharta, A. (2008). "Pengaruh Pengelolaan Hutan pada Hidrologi." *Info Hutan*, 5(2), 141-150.

Purba, J. H. (2011). "Kebutuhan dan Cara Pemberian Air Irigasi untuk Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)" *Widyatech Jurnal Sains dan Teknologi*, 10(3), 145-155.

Rachmawati, N. (2012). "Sebaran dan Ketersediaan Sarana Prasarana Air di Kota Tangerang Selatan." *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 4(2), 111-118.

Republik Indonesia (1999). Kehutanan. Undang Undang Nomor 41 Tahun 1999

Republik Indonesia (2007). Penataan Ruang. Undang Undang Nomor 26 Tahun 2007

Rodriguez, D. A., J. Tomasella and C. Linhares (2010). "Is the forest conversion to pasture affecting the hydrological response of Amazonian catchments? Signals in the Ji-Paraná Basin." *Hydrological Processes*, 24, 1254-1269.

Seibert, J. and J. McDonnell (2010). "Land-cover impacts on streamflow: a change-detection modelling approach that incorporates parameter uncertainty." *Hydrological Sciences Journal* 55(3), 316-332.

- Sun, G., G. Zhou, Z. Zhang, X. Wei, S. G. McNulty and J. M. Vose (2006). "Potential water yield reduction due to forestation across China." *Journal of Hydrology*, 328(3-4), 548-558.
- Vertessya, R. A., F. G. R. Watson and S. K. O'Sullivan (2001). "Factors determining relations between stand age and catchment water balance in mountain ash forests." *Forest Ecology and Management*, 143, 13-26.
- Zou, C. B., P. F. Ffolliott and M. Wine (2010). "Streamflow responses to vegetation manipulations along a gradient of precipitation in the Colorado River Basin." *Forest Ecology and Management*, 259(7), 1268-1276.