

Kajian terhadap Teknik Konservasi Tanah dan Air untuk Meningkatkan Kualitas Das Cibaliung, Banten

Study of Soil and Water Conservation Techniques to Improve the Quality of Cibaliung Watershed, Banten

Latief Mahir Rachman^{1*}, Nurlaila Mubarokah², Suria Darma Tarigan¹

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

²Program Studi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

*email korespondensi: latiefra@apps.ipb.ac.id

Disubmit: 15 September 2019 Direvisi: 30 Desember 2019 Diterima: 23 September 2020

Abstract. *Cibaliung watershed (DAS) with an area of 54,378.1 hectares is one of the watersheds in Banten Province where land conditions are dominated by suboptimal land. The Cibaliung watershed area is one of the areas that is relied upon to become food storage for Banten Province. In the last five years there has been a drastic reduction in food production. In 2013, total food production reached 556,606.0 tons and decreased to 419,941.3 tons in 2017. Besides being caused by a decrease in agricultural land area due to conversion to non-agricultural land, the decline in food production was thought to be due to decreased carrying capacity and watershed quality. High sedimentation caused the Cikeusik Irrigation Area within the Cibaliung watershed to experience a fairly shallow silting. Changes in land use that cause a decrease in infiltration capacity and increased surface runoff are the main causes of the decline in the quality of the watershed. In addition to sedimentation, the decline in the quality of the Cibaliung watershed is also characterized by increasingly intensive drought in the dry season and flooding during the rainy season. Efforts are needed to improve and improve the quality of the Cibaliung River Basin. The purpose of this study is to develop application scenarios for soil and water conservation techniques to improve the quality of the Cibaliung River Basin. By using the SWAT method, 3 scenarios were chosen, namely strip cropping, agroforestry and embung production. The simulation results are obtained that the three scenarios are able to reduce the maximum flowrate, increase the minimum flowrate, decrease the maximum flowrate ratio and the minimum flowrate ratio and sediment yield or sediment yield.*

Keywords: *Watershed, Land carrying capacity, Discharge, Suboptimal land, Sedimentation.*

Abstrak. Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibaliung dengan luas area mencapai 54,378.1 Ha merupakan salah satu DAS di Provinsi Banten yang kondisi lahannya didominasi oleh lahan suboptimal. Kawasan DAS Cibaliung merupakan salah satu kawasan yang diandalkan menjadi lumbung pangan bagi Provinsi Banten. Dalam lima tahun terakhir terjadi penurunan produksi pangan secara cukup drastis. Pada tahun 2013, total produksi pangan mencapai 556.606,0 ton dan menurun hingga 419.941.3 ton pada tahun 2017. Selain disebabkan oleh penurunan luas lahan pertanian akibat konversi ke lahan non pertanian, penurunan produksi pangan tersebut diduga disebabkan menurunnya daya dukung serta kualitas DAS. Tingginya sedimentasi menyebabkan Daerah Irigasi Cikeusik yang berada dalam DAS Cibaliung mengalami pendangkalan yang cukup besar. Perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan menurunnya kapasitas infiltrasi dan meningkatnya aliran permukaan menjadi penyebab utama terjadinya penurunan kualitas DAS. Selain sedimentasi, penurunan kualitas DAS Cibaliung juga dicirikan oleh semakin intensifnya kekeringan pada musim kemarau dan banjir pada musim hujan. Diperlukan upaya untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas DAS Cibaliung. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyusun skenario aplikasi teknik konservasi tanah dan air untuk peningkatan kualitas DAS Cibaliung. Dengan menggunakan metode SWAT, dipilih 3 skenario, yaitu strip cropping, agroforestri dan pembuatan embung. Hasil simulasi diperoleh bahwa ketiga skenario mampu menurunkan debit maksimum, menaikkan debit minimum, menurunkan rasio debit maksimum dan rasio debit minimum serta debit sedimen atau sediment yield

Kata kunci: Daerah Aliran Sungai, Daya dukung lahan, Debit, Lahan suboptimal, Sedimentasi.

PENDAHULUAN

Kondisi DAS Cibaliung yang semakin memburuk kualitasnya segera memerlukan upaya perbaikan. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP No. 32 tahun 2012). Suatu DAS yang baik adalah DAS yang kualitas lahannya stabil sehingga mampu memberikan kehidupan yang layak bagi penduduk yang ada di dalamnya, baik dari segi pangan, sandang dan papan. Daya dukung sangat berkaitan dengan produktivitas DAS, maka salah satu indikator keberhasilan pengelolaan DAS adalah meningkatnya produktivitas lahan yang diikuti oleh peningkatan kesejahteraan masyarakat pada DAS yang bersangkutan (Rachman *et al* 2017). Perubahan penggunaan lahan yang tidak memperhatikan kaedah-kaedah konservasi tanah dan air dapat menurunkan kapasitas tanah dalam menyerap air, meningkatkan aliran permukaan, erosi, debit aliran dan debit sedimen (Dunjo *et al.*, 2004; Maalim *et al.*, 2013) dan pada akhirnya menurunkan kualitas DAS. Beberapa indikasi terjadinya penurunan atau degradasi DAS Cibaliung adalah tingginya *direct runoff*, koefisien aliran tahunan, debit maksimum (Q_{max}) dan rendahnya debit minimum (Q_{min}), tingginya nilai meluasnya wilayah yang mengalami banjir pada musim hujan dan kekeringan atau defisit air pada musim kemarau.

Upaya perbaikan kualitas DAS dapat dilakukan melalui penerapan tindakan konservasi tanah dan air. Konservasi tanah adalah penempatan bidang-bidang lahan sesuai dengan kapabilitasnya serta menerapkan berbagai tindakan yang diperlukan untuk menghindari terjadinya degradasi demi menjaga fungsi tanah dan air agar tetap lestari (Arsyad, 2010). Dengan melakukan konservasi tanah maka berarti pula melakukan konservasi air karena terdapat hubungan yang sangat erat antara keduanya, dimana setiap tindakan konservasi yang dilakukan terhadap sebidang tanah juga akan mempengaruhi keadaan tata air pada lahan tersebut dan pada bagian hilirnya. Pada dasarnya tindakan konservasi tanah dan air dapat dikelompokkan ke dalam metode vegetatif, kimia dan mekanik atau teknik sipil.

Penerapan teknik konservasi tanah dan air pada umumnya menurunkan debit dan hasil sedimen, namun jumlah atau level penurunannya pada berbagai tempat dan studi sangat bervariasi (Lemann *et al*, 2016). Tujuan penelitian ini adalah menyusun arahan pengelolaan DAS Cibaliung melalui pemilihan alternatif tehnik konservasi tanah dan air dengan menggunakan metode *Soil Water Analysis Technique* (SWAT).

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari 2017 sampai Maret tahun 2018 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibaliung, dengan luas $\pm 28,019$ ha yang secara administrasi termasuk di Kabupaten Lebak dan Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan yang terpenting adalah data sekunder, terutama adalah data debit aliran sungai harian Sungai Cibaliung tahun 2015 sampai 2017; data iklim tahun 2013-2017, suhu udara maksimum dan minimum, kecepatan angin, kelembaban udara dan radiasi matahari; Peta Tutupan Lahan Skala 1:250.000 dari Badan Planologi Kehutanan (BAPLAN); Peta Tanah Skala 1:250.000 dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan (BBPSSL); serta Peta *Digital Elevation Model* (DEM) dengan resolusi 30 meter dari CGIAR-CSI.

Alat terpenting yang digunakan adalah: 1) seperangkat komputer berikut perangkat lunaknya ArcGIS 10.1 dan ArcSWAT versi 10.1 sebagai *interface*, *pcpSTAT*, *SWAT Plot*, *SWAT BFlow*, serta *SWAT CUP*, 2) *Micosoft Office 2010*, 3) *Global Positioning System* (GPS), 3) *ring sampler*, 4) *double ring infiltrometer*, dan 5) peralatan untuk analisis sifat-sifat fisik tanah di laboratorium yang terkait dengan penelitian ini.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode yang digunakan untuk berbagai macam aspek atau faktor

| Aspek/Faktor | Metode | Deskripsi |
|---------------------------------------|---|---|
| Data Sekunder | Data dikumpulkan dari berbagai lembaga terkait | Terutama dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Provinsi Banten, PSDAHL Balai Citarum-Sungai Ciliwung, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan BAPLAN, BBPSSL, BMKG Serang Kelas I, CGIAR-CSI. |
| Pengambilan sampel tanah dan analisis | <ul style="list-style-type: none"> - Laju infiltrasi menggunakan metode <i>double ring infiltrometer</i> - Permeabilitas tanah dengan metode <i>constant head</i> - Bobot isi tanah dengan metode <i>gravimetric</i> - Air tersedia menggunakan metode <i>pressure plate</i> dan <i>membrane apparatus</i> - Kadar C-organik dengan metode <i>Walkey and Black</i> - Tekstur tanah dengan metode <i>pipet</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Pengamatan lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi kedalaman solum, kedalaman efektif tanah, kandungan batuan (%) di lapisan atas dan pengukuran laju infiltrasi. - Pengambilan sampel tanah untuk analisis bobot isi tanah, tekstur tanah, permeabilitas tanah, kandungan karbon organik, dan air yang tersedia di tanah. |
| Analisis curah hujan | Rata-rata curah hujan (P) dihitung menggunakan metode Thiessen. | $P = \frac{(A_1 \times P_1) + (A_2 \times P_2) + \dots + (A_n \times P_n)}{\sum A}$ <p>A_n = luas setiap poligon P_n = curah hujan setiap stasiun</p> |
| Analisis run off untuk | RO dinyatakan dalam | Debit ($m^3/detik$) $\times \sum hari \times 86400 det$ |

| Aspek/Faktor | Metode | Deskripsi |
|-------------------------------|---|---|
| aliran sungai (RO) | satuan ketebalan (mm) | $RO = \frac{\text{Luas DAS (m}^2\text{)}}{\text{total runoff (mm)}}$ |
| Analisis kondisi/kualitas DAS | - Koefisien Aliran Tahunan (KAT) = C = perbandingan/rasio antara jumlah aliran permukaan tahunan terhadap jumlah curah hujan tahunan - Koefisien Regim Sungai (KRS) = perbandingan/rasio debit maksimum (Q_{\max}) dan debit minimum (Q_{\min}) - <i>Water yield</i> - Air bawah tanah | - C = total runoff (mm)/total curah hujan (mm) - C ≤ 0.2 sangat rendah 0.2 < C ≤ 0.3 rendah 0.3 < C ≤ 0.4 sedang 0.4 < C ≤ 0.5 tinggi C > 0.5 sangat tinggi - KRS = Q_{\max}/Q_{\min} - KRS ≤ 20 sangat rendah 20 ≤ RRC ≤ 50 rendah 50 ≤ NSE ≤ 80 sedang 80 ≤ NSE ≤ 110 tinggi KRS ≥ 110 sangat tinggi |
| Pemodelan SWAT | Serangkaian proses meliputi: persiapan data, penggambaran DAS, analisis HRU, input data iklim, input data bangunan, dan pengujian model SWAT "run" yang telah dibangun | Watershed delineation using DEM |
| Kalibrasi pemodelan SWAT | Koefisien determinasi (R^2) dan model efisiensi NSE | <ul style="list-style-type: none"> • Untuk R^2, nilai $R^2 \geq 0.5$ dapat diterima • Klasifikasi nilai NSE*: NSE ≤ 0.5 tidak memuaskan; 0.50 ≤ NSE ≤ 0.65 memuaskan; 0.65 ≤ NSE ≤ 0.75 bagus, and 0.75 ≤ NSE ≤ 1.00 sangat bagus |
| Validasi model SWAT | Koefisien determinasi (R^2) dan model efisiensi NSE | <ul style="list-style-type: none"> • Untuk R^2, nilai $R^2 \geq 0.5$ dapat diterima • Klasifikasi nilai NSE*: NSE ≤ 0.5 tidak memuaskan; 0.50 ≤ NSE ≤ 0.65 memuaskan; 0.65 ≤ NSE ≤ 0.75 bagus, and 0.75 ≤ NSE ≤ 1.00 sangat bagus |

Keterangan: NSE = Nash-Sutcliffe Efficiency

Skenario yang Disimulasikan

Dalam simulasi untuk memilih alternatif terbaik untuk perbaikan kualitas DAS Cibaliung, dipilih 3 (tiga) skenario. Deskripsi ketiga skenario beserta luasannya disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Tiga Skenario Teknik Konservasi Tanah dan Air Beserta dengan Parameter Hidrologi yang Akan Ditingkatkan dan Area Perbaikan

| Skenario | Teknik Konservasi Tanah dan Air | Parameter Hidrologi yang disimulasikan | yang Lokasi | Luas | |
|------------|---------------------------------|--|-------------|------|-------------|
| | | | | Ha | % |
| Skenario 1 | <i>Strip cropping</i> | STRIP_CN, STRIP_C, STRIP_P | 1,2, 24 | 5- | 21,428 52.6 |

| | | | | | | |
|------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------|--------|--------|-------|
| Skenario 2 | Agroforestri | CN2, SOL_C, SOL_K, SOL_BD, SOL_AWC | 1,2, 10, 18,20-24 | 5- 12- | 4,476 | 12.77 |
| Skenario 3 | Embung atau waduk kecil | PND_SA, PND_VOL, CN2 | 1,2, 10, 24 | 6- 12- | 12,138 | 38.95 |

^aAngka-angka kurva aliran permukaan untuk strip cropping berdasarkan [USDA-NRCS, 2004](#) dan [William, et.al., 1990](#) di dalam [Wang, et.al., 2011](#).

^bFaktor C (USLE) berdasarkan [Kuok, et.al., 2013](#).

^cKekasaran manning berdasarakan [Engman, 1983](#) di dalam [Arnold, et.al., 2012](#).

^d Faktor P (USLE) untuk strip cropping berdasarkan [Wischmeier dan Smith, 1978](#) di dalam [Arabi, et.al., 2007](#).

Penentuan dan Perhitungan Skor Skenario

Untuk menghitung skor untuk setiap skenario, perubahan persen dalam klasifikasi dilakukan seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan skor untuk setiap kelas kisaran persen perubahan

| Rentang Perubahan | < 20% | 20%-40% | 40%-60% | 60%-80% | > 80% |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|-------|
| Skor | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Lahan

Menurut [Pamukcu, et.al., 2016](#) dan [Worku, et.al., 2017](#), penggunaan lahan atau tutupan lahan merupakan penentu penting proses ekohidrologi dalam sistem DAS. Penggunaan lahan dan distribusinya sangat berpengaruh terhadap kondisi dan kualitas DAS. Penggunaan lahan terluas di DAS Cibaliung adalah kawasan pertanian dan perkebunan yang total luasnya mencapai 75.91%, terdiri dari pertanian lahan kering, sawah dan perkebunan. Penggunaan lahan pertanian lahan kering mencapai luas 10,801 ha atau 26.64% dari luas total, diikuti oleh pertanian lahan kering campuran seluas dan 10,761 ha atau 26.45%, sawah seluas 6,065 ha atau 14.90% dan perkebunan seluas 3,222 ha atau 7.92% (lihat Tabel 4).

Penggunaan lahan yang paling berpotensi mengancam atau lebih memperburuk kondisi DAS Cibaliung saat ini adalah pertanian lahan kering campuran dan pertanian lahan kering. Selain itu adalah pengurangan luas lahan kering sekunder dan penambahan luas pemukiman.

Tabel 4. Distribusi Penggunaan Lahan di DAS Cibaliung Berdasarkan Deliniasi SWAT

| No. | Penggunaan Lahan | Luas | |
|-----|---------------------------------|--------|-------|
| | | (ha) | % |
| 1 | Hutan Lahan Kering Sekunder | 31 | 0.08 |
| 2 | Hutan Tanaman | 5,197 | 12.77 |
| 3 | Pertanian Lahan Kering | 10,801 | 26.54 |
| 4 | Pertanian Lahan Kering Campuran | 10,761 | 26.45 |
| 5 | Perkebunan | 3,222 | 7.92 |
| 6 | Sawah | 6,065 | 14.90 |
| 7 | Semak Belukar | 172 | 0.42 |

| No. | Penggunaan Lahan | Luas | |
|-------|--------------------------|--------|------|
| | | (ha) | % |
| 8 | Tubuh Air | 173 | 0.42 |
| 9 | Lahan Terbuka | 3,449 | 8.48 |
| 10 | Perumahan atau pemukiman | 820 | 2.02 |
| Total | | 28,019 | 6.51 |

Karakteristik dan Kualitas Hidrologi DAS Cibaliung pada tahun 2015

Secara keseluruhan, karakteristik hidrologi DAS Cibaliung tahun 2015 disajikan pada Tabel 3. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari, terendah pada bulan September dan Oktober. Secara rata-rata tahunan, sebanyak 55.9% dialirkan sebagai *direct runoff* (DRO), terdiri dari 46% sebagai aliran permukaan dan 9.9% sebagai aliran lateral. Sedangkan aliran dasar, *water yield* dan *ground water* yang dihasilkan berturut-turut sebanyak 1.8%, 55,5% dan 9.3%. Laju *sediment yield* adalah 274.9 ton/ha. Debit rata-rata 19.90 m³/det, debit maksimum harian 212.80 m³/det dan debit minimum harian 0.98 m³/det. KAT dan KRS DAS Cibaliung adalah 0.46 dan 217.14. Dari karakteristik hidrologi yang dimiliki mengindikasikan bahwa kondisi DAS Cibaliung sudah dalam kondisi buruk.

Tabel 5. Karakteristik Hidrologi DAS Cibaliung Berdasarkan Simulasi Model SWAT 2015

| Bulan | CH (mm) | AP (mm) | AL (mm) | DRO (mm) | AT | AD (mm) | WY (mm) | SY (ton/ha) | D _{avg} (m ³ /det) | D _{max} (m ³ /det) | D _{min} (m ³ /det) | KRS |
|-------|------------|------------|------------|-------------|------|------------|------------|----------------|---|---|---|--------|
| Jan | 557.9 | 270.81 | 45.51 | 316.32 | 0.57 | 7.82 | 325.32 | 69.24 | 46.48 | 168.90 | 4.69 | 35.98 |
| Feb | 361.84 | 179.8 | 42.32 | 222.12 | 0.61 | 10.18 | 233.96 | 42.87 | 37.28 | 133.00 | 5.51 | 24.16 |
| Mar | 466.99 | 212.05 | 33.54 | 245.59 | 0.53 | 10.86 | 258.67 | 47.74 | 36.31 | 183.60 | 4.77 | 38.52 |
| Apr | 414.4 | 184.75 | 35.88 | 220.63 | 0.53 | 8.64 | 231.54 | 24.94 | 33.79 | 153.40 | 5.21 | 29.43 |
| Mei | 180.17 | 62.24 | 22.59 | 84.83 | 0.47 | 6.94 | 94 | 4.57 | 13.13 | 76.89 | 3.64 | 21.11 |
| Jun | 144.08 | 52.59 | 20.61 | 73.2 | 0.51 | 4.14 | 79.23 | 8.35 | 11.71 | 168.20 | 2.79 | 60.35 |
| Jul | 31.47 | 3.31 | 13.13 | 16.44 | 0.52 | 2.25 | 20.27 | 0.2 | 2.79 | 9.68 | 2.06 | 4.70 |
| Ags | 12.58 | 0.27 | 10.75 | 11.02 | 0.88 | 0.98 | 13.22 | 0.01 | 1.84 | 2.56 | 1.61 | 1.59 |
| Sep | 0.00 | 0.00 | 8.74 | 8.74 | 0.00 | 0.39 | 10.02 | 0.00 | 1.42 | 1.60 | 1.26 | 1.27 |
| Okt | 0.00 | 0.00 | 7.6 | 7.6 | 0.00 | 0.16 | 8.45 | 0.00 | 1.13 | 1.27 | 1.01 | 1.26 |
| Nov | 262.26 | 65.1 | 14.56 | 79.66 | 0.30 | 0.06 | 80.21 | 16.43 | 11.64 | 74.76 | 0.98 | 76.11 |
| Des | 533.62 | 250.81 | 37.67 | 288.48 | 0.54 | 1.93 | 290.93 | 60.53 | 41.22 | 212.80 | 4.94 | 43.06 |
| 2015 | 2965.32 | 1281.74 | 292.9 | 1574.63 | 0.46 | 54.36 | 1645.82 | 274.9 | 19.90 | 212.80 | 0.98 | 217.14 |

Keterangan: CH = curah hujan; AP = aliran permukaan; AL = aliran lateral; DRO = direct runoff; AD = aliran dasar

WY = water yield; SD = sediment yield; KAT = Koefisien Aliran Tahunan; KRS = Koefisien Regim Sungai

D_{avg} = debit rata-rata; D_{max} = debit maksimum; D_{min} = debit minimum

Tingginya *sediment yield* menyebabkan kerusakan pada beberapa saluran irigasi pada lahan pertanian, sedimen juga menyebabkan terjadinya percepatan pendangkalan waduk dan atau bendung serta daerah irigasi yang terdapat di daerah penelitan, seperti bendungan Cibaliung dan Cikeusik serta daerah irigasi Cikeusik.

Kalibrasi dan Validasi Model SWAT

Setelah kalibrasi nilai R² menjadi 0.81 dan NSE menjadi 0.78 (memuaskan). Sedangkan validasi menghasilkan nilai R² = 0.82 dan NSE = 0.77 (memuaskan). Dengan demikian Model SWAT yang dibangun sudah layak untuk digunakan untuk proses simulasi skenario.

Hasil Simulasi Ketiga Skenario

Tiga skenario yang dipilih diharapkan menjadi alternatif untuk meningkatkan kualitas DAS Cibaliung. Tiga skenario masih belum dapat menghasilkan rasio RRC lebih rendah dari 20. Hasil simulasi penuh ditunjukkan oleh tiga skenario untuk meningkatkan kualitas DAS Cibaliung dapat dilihat pada Tabel 6 untuk berhubungan dengan debit sungai dan RRC dan air bulat dan di Tabel 7 untuk yang berhubungan dengan aliran permukaan, C dan *water yield*.

Tabel 6. Hasil Ketiga Simulasi Skenario untuk Debit Sungai Maksimum (Q_{max}), Debit Sungai Minimum (Q_{min}), dan KRS atau Rasio Q_{max} / Q_{min}

| Skenario | Q_{max} | Q_{min} | | KRS= Q_{max}/Q_{min} | | Klasifikasi KRS | Ground Water | |
|------------|---------------------|--------------|---------------------|------------------------|--------|-----------------|-----------------|--------------|
| | m ³ /det | Δ (%) | m ³ /det | Δ (%) | Nilai | | Δ (%) | mm |
| Existing | 212.80 | | 0.98 | | 217.14 | B | | 54.4 |
| Skenario 1 | 187.50 | -11.9 | 2.35 | 139.8 | 79.87 | S | 1 kelas (SB→ B) | 760.4 1297.8 |
| Skenario 2 | 106.96 | -49.7 | 3.11 | 217.3 | 34.35 | B | 1 kelas (SB→ B) | 862.5 1485.5 |
| Skenario 3 | 112.20 | -47.3 | 3.27 | 233.7 | 34.32 | B | 1 kelas (SB→ B) | 760.6 1298.2 |

Keterangan: SB = Sangat Buruk; B = Baik; S = Sedang
Tabel 7. Hasil Ketiga Simulasi Skenario Aliran Permukaan, Koefisien Aliran dan Water Yield

| Scenario | Curah Hujan (mm) | Aliran Permukaan | | Aliran Lateral | | Koefisien Aliran Tahunan (ton/hari) | | Klasifikasi KRS | Water Yield | |
|------------|------------------|------------------|--------------|----------------|--------------|-------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|
| | | m | Δ (%) | Nilai | Δ (%) | Nilai | Δ (%) | | Mm | Δ (%) |
| Existing | 2965 | 282 | | 93 | | 0.43 | | K | | 1645.8 |
| Skenario 1 | 2965 | 93 | -38.1 | 71 | 6.6 | 0.27 | -38.1 | B | 2 kelas (BK→ B) | 1969.8 +19.7 |
| Skenario 2 | 2965 | 70 | -47.7 | 36 | 2.9 | 0.23 | -47.7 | B | 2 kelas (BK→ B) | 2120.1 +28.8 |
| Skenario 3 | 2965 | 93 | -38.1 | 71 | 6.6 | 0.27 | -38.1 | B | 2 kelas (BK→ B) | 1969.6 +19.7 |

Remarks: BK = Buruk B = Baik SB = Sangat Baik

Penghitungan skor dilakukan untuk membantu melihat efek berbagai upaya perbaikan kualitas DAS melalui kelima skenario secara keseluruhan atau agregat seperti disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Skor Efek Positif dari Masing-Masing Skenario Terhadap Peningkatan Parameter Kualitas DAS Cibaliung

| Skenario | KAT | | KRS | | Water Yield | | Ground Water | | Total Skor | Ranking |
|------------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|------------|----------|
| | Δ (%) | Skor | Δ (%) | Skor | Δ (%) | Skor | Δ (%) | Skor | | |
| Skenario 1 | -38.1 | +2 | -63.2 | +4 | +19.7 | +1 | 1297.8 | +5 | +12 | 6 |
| Skenario 2 | -47.7 | +3 | -84.2 | +5 | +28.8 | +2 | 1485.5 | +5 | +15 | 4 |
| Skenario 3 | -38.1 | +3 | -84.2 | +5 | +19.7 | +1 | 1298.2 | +5 | +14 | 5 |

Skenario 1

Stripcropping dengan lebar strip 20-50 cm dengan tanaman penutup tanah yang akan diterapkan pada areal seluas 13,852 ha ini menghasilkan skor perbaikan yang terendah (+12) dibandingkan dengan kelima skenario lainnya sehingga menempati posisi rangking 6. Dibandingkan dengan kondisi eksisting, skenario ini mampu menurunkan KAT sebesar 38.1%, debit maksimum 11.9%, dan KRS 63.2% serta menaikkan debit minimum 139.8%, *ground water* 19.7% dan *water yield* 19.7%. Skenario ini menghasilkan KAT 0.27 (rendah, kualitas DAS baik) dan KRS 79.9 (sedang, kualitas DAS sedang) serta *ground water* 760.4 mm dan *water yield* 1,969.8 mm.

Skenario 2

Skenario 2 (*agroforestry*) ini akan mengintroduksi tanaman keras pohon sengon untuk membentuk kebun campuran pada areal seluas 1,999 ha. Skor perbaikan yang dihasilkan oleh skenario ini adalah +15 dan menduduki rangkin ke 4. Efeknya tidak terlalubesar karena skenario ini diterapkan pada luasan terkecil dibandingkan dengan skenario lainnya. Skenario ini mampu menurunkan KAT sebesar 8.9%, debit maksimum 47.7%, dan KRS 84.2% serta menaikkan debit minimum 217.3% serta *ground water* 1,485.5% dan *water yield* 28.8% sehingga menghasilkan KAT 0.23 (rendah, kualitas DAS baik) dan KRS 34.35 (rendah, kualitas DAS baik), *ground water* 862.5 mm dan *water yield* 2120.1 mm.

Skenario 3

Skenario ini berupa teknik konservasi tanah dan air sipil teknis dengan dimensi luas setiap embung dengan dimensi luasan sekitar 100 m², kedalaman 3 m dan volume tampung sampai 400m³ untuk bisa mengairi lahan seluas sekitar 1 ha serta akan diterapkan pada areal seluas 10,913 ha. Skenario ini memberikan efek perbaikan kualitas DAS dengan skor +14 sehingga menduduki rangking 5. Skenario ini mampu menurunkan KAT sebesar 38,1%, debit maksimum 47.3%, dan KRS 84.2% serta menaikkan debit minimum 34.32%, *ground water* 1,298.2% dan *water yield* 19.7% sehingga menghasilkan KAT 0.27 (rendah, kualitas DAS baik) dan KRS 34.32 (rendah, kualitas DAS baik), *ground water* 760.6 mm dan *water yield* 1,969.6 mm.

Pertimbangan dalam Pemilihan Rekomendasi Manajemen DAS Cibaliung

Dari hasil simulasi, Skenario 2 keluar sebagai skenario terbaik untuk meningkatkan kualitas DAS Cibaliung. Skenario 2, bagaimanapun, akan memberikan efek jangka panjang karena diklasifikasikan sebagai metode vegetatif. Jika efek jangka pendek diperlukan, skenario 3 mungkin merupakan pilihan terbaik. Untuk membantu memilih skenario terbaik dengan mempertimbangkan berbagai faktor, perlu dipelajari kelebihan dan kekurangan penerapan setiap skenario seperti yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Beberapa Keuntungan dan Kerugian Dari Penerapan Setiap Skenario Untuk Pertanian

| Skenario | KPL (ha) | Skor* | Keuntungan | Kerugian |
|------------|----------|------------|--|---|
| Skenario 1 | 13,852 | +12 | •Murah | •Sedikit meningkatkan produktivitas pertanian |
| Skenario 2 | 1,999 | +15 | •Lebih murah, luasan kecil •Meningkatkan pendapatan pertanian | |
| Skenario 3 | 10,913 | +14 | •Meningkatkan produktivitas pertanian | |

Keterangan: KPL = Kawasan Perbaikan Lahan

* diperoleh dari efek masing-masing skenario pada aliran permukaan, debit sungai, dan *water yield* (lihat Tabel 6, 7, dan 8).

SIMPULAN

Hingga tahun 2015, penggunaan lahan di DAS Cibaliung didominasi oleh lahan pertanian dan perkebunan (75.91%). Luas hutan (hutan sekunder dan hutan tanaman) hanya 12.85%. Mengingat bahwa lahan pertanian belum dikelola menurut kaedah konservasi tanah dan air, maka DAS Cibaliung rawan ancaman degradasi dari waktu ke waktu. Kondisi itu kualitas DAS Cibaliung sudah berada dalam kondisi yang buruk, yang ditunjukkan oleh indikator KAT 0.43 (tinggi) dan KRS 217.14 (sangat tinggi). Berdasarkan hasil simulasi, terdapat tiga alternatif skenario yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas DAS Cibaliung sekaligus untuk kepentingan lainnya terutama meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani. Pemilihan skenario yang dianggap terbaik dapat disesuaikan dengan tujuan yang hendak dicapai, keuntungan dan kerugian dari setiap skenario serta syarat dan ketersediaan dukungan untuk melaksanakan skenario tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arabi M, Frankenberger JR, Engel BA, and Arnold JG. 2007. Representation of agricultural conservation practices with SWAT. *Journal of Hydrological Process*, 22 (16), 3042 – 3055.
- Arnold JG, Moriasi DN, Gassman PW, Abbaspour KC, White MJ, srinivasan R, Santhi C, Harmel RD, van Griensven A, Llew MWV, Kannan N, and Jha MK. 2012. SWAT: model use, calibration, and validation. *Journal of American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 55(4), 1491 – 1508.
- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor (ID): IPB Press
- Chaube UC, Suryavanshi S, Nurzaman L and Pandey A. 2011. Synthesis of flow series of tributaries in upper Betwa basin. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(7), 1459 – 1475.
- Dunjo G, Pardini G, and Gispert M. 2004. The role of land use-land cover on runoff generation and sediment yield at a microplot scale, in a small Mediterranean catchment. *Journal of Arid Environments*, 57(2), 239 – 256.
- Government Regulation of the Republic Indonesia Number 37 in 2012 about Watershed Management.
- Kuok KKK, Mah DYS, and Chiu PC. 2013. Evaluation of C and P Factors in Universal Soil Loss Equation on Trapping Sediment: Case Study of Santuborg River. *Journal of Water Resource and Protection*, 5, 1149 – 1154.
- Lemann T, Zeleke G, Amsler C, Giovanoli L, Suter H, and Roth V. 2016. Modelling the effect of soil and water conservation on discharge and sediment yield in the upper Blue Nile basin, Eithiopoa. *Applied Geography*, 73, 89 – 101.
- Maalim FK, Melesse AM, Belmont P, and Gran KB. 2013. Modeling the impact of land use changes on runoff and sediment yield in the Le Sueur watershed, Minnesota using GeoWEPP. *Catena*, 107, 35 – 45.
- Pamukcu P, Erdem N, Serengil Y, and Randhir TO. 2016. Ecohydrologic modeling of water resources and land use for watershed conservation. *Ecological Informatics*, 36, 31 – 41.
- Rachman LM, Hidayat Y, Baskoro DPT, and Noywuli N. 2017. Simulasi pengendalian debis DAS Ciliwung Hulu dengan menggunakan model SWAT. *Proceeding of Seminar Nasional pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu 2017, Pekanbaru (Riau) November 27th 2017*, 291 – 300.

- Wang X, Kannann N, Santhi C, Potter SR, Williams JR, and Arnold JG. 2011. Integrating APEX output for cultivated cropland with SWAT simulation for regional modeling. *Journal of American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 54(4), 1281 – 1298.
- Worku T, Khare D, and Tripathi Sk. 2017. Modeling runoff-sediment response to land use/land cover changes using integrated GIS and SWAT model in the Beressa watershed. *Environment Earth Science*, 76, 550.