

APLIKASI PENGINDERAAN JAUH DAN SIG DALAM PENENTUAN DAYA DUKUNG DAS UNTUK FUNGSI LINDUNG

Ajun Purwanto & Donny Andasmara
IKIP PGRI Pontianak
E-mail: ajunpurwanto@gmail.com

ABSTRAK

Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis adalah alat yang sangat berguna dan akurat untuk mengidentifikasi berbagai potensi dan sumber daya serta analisis spasial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: daya dukung fungsi lindung, indek fungsi dan hutan lindung, dan indek kemampuan lindung Daerah Aliran Sungai (DAS) Peniti. Penelitian ini menggunakan beberapa metode, yaitu interpretasi citra Landsat 8, citra DEM, Peta Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT) dan data tataguna lahan serta survei. Data yang digunakan meliputi luas DAS, Luas penggunaan lahan dan penutup lahan (*LULC*). Analisis data dalam penelitian ini mengintegrasikan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: daya dukung fungsi lindung DAS Peniti adalah 0,43 artinya daya dukung fungsi lindung buruk, karena mendekati 0. Indek fungsi lindung hutan adalah 0,24 yang kurang mampu menjaga keseimbangan tata air, karena nilainya <1, sedangkan indek hutan lindung hanya mempunyai ratio 11,8 % hal ini berarti kurang karena kurang dari 30% dari total luas hutan yang ada. Indek kemampuan lindung adalah 0,43 yang berarti kurang optimal untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup, karena nilainya <1. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa integrasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk menentukan daya dukung DAS untuk fungsi lindung.

Kata Kunci: Aplikasi SIG dan PJ, *Daya Dukung; Daerah Aliran Sungai; Fungsi Lindung*

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sebuah sistem dimana kondisi parameter-parameternya akan saling mempengaruhi satu sama lain yang memerlukan perhatian serius. Perhatian terhadap suatu DAS memerlukan strategi pengelolaan dan pengembangan menyangkut parameter tutupan lahan atau tata guna lahan untuk mengetahui proses hidrologi dan ekologi yang terjadi di dalamnya (Butt et al., 2015). Pengelolaan terhadap sebuah DAS bersifat holistik karena melibatkan beberapa kajian, seperti hidrologis, biofisik dan aspek sosial ekonomi. Pengelolaan ini akan membantu melestarikan dan memperbaiki kelembaban tanah, mencegah erosi tanah dan memperbaiki sumber air terutama air tanah di daerah tadah hujan (Ratna Reddy et al., 2017), juga menurunkan fungsi ekologis.

Penurunan fungsi ekologis suatu DAS harus menjadi perhatian kita semua. Salah satu perhatian itu adalah terhadap daya dukung ekosistem. Perhatian ini dimaksudkan agar keseimbangan ekologis dapat terwujud, dalam mempertahankan air, memperlambat aliran dan mendorong infiltrasi air (Šatalová and Kenderessy, 2017), sehingga sistem hidrologi DAS dapat terjaga. Daerah aliran sungai (DAS) sebagai suatu sistem dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu hulu, tengah dan hilir. Daerah hulu dan hilir mempengaruhi kondisi daerah tangkapan air, maupun sistem hidrologi DAS, antara lain debit air permukaan dan air tanah (Molle and Mamanpoush, 2012; Ali et al., 2016).

Bagian hulu DAS berfungsi untuk melindungi seluruh kawasan, sedangkan bagian tengah dan bawah sebagai daerah pemanfaatan (Asdak, 2010; Ali et al., 2016). Bagian hulu sebagai pelindung seluruh kawasan, maka daya dukung daerah aliran sungai harus tetap dijaga agar keseimbangan ekologis tercapai. Bagian tengah dan bawah sebagai daerah pemanfaatan maka, perencanaan pemanfaatan penggunaan ruang menjadi sangat penting untuk dilakukan (Ali et al., 2016). Tiga bagian fungsi DAS tersebut membantu memahami karakteristik daerah aliran sungai dan menjadi dasar untuk perencanaan, pengelolaan, dan pengambilan keputusan yang lebih baik untuk memastikan pemanfaatan sumber daya daerah aliran sungai secara berkelanjutan (Fenta et al., 2017).

Perencanaan pemanfaatan ruang yang berbeda dari yang sudah ada secara otomatis akan merubah *land use land* dan *land cover* (LULC). Perubahan tutupan lahan (*land cover*) dianggap sebagai satu-satunya variabel perubahan global yang sangat mempengaruhi sistem ekologi (Vitousek, 1994; Ali et al., 2016). Kondisi inilah yang menyebabkan bahwa penataan ruang menjadi kunci utama dalam menjaga daya dukung lingkungan (Muta'ali, 2012), dalam hal ini adalah daerah aliran sungai (DAS). Dalam penataan ruang perlu dialokasikan kawasan lindung dan budidaya.

Kawasan lindung merupakan strategi utama untuk melestarikan nilai alam dan mengurangi hilangnya keanekaragaman hayati (Jepson et al., 2017), melindungi spesies langka secara efektif, cadangan karbon, penyerapan karbon, dan rekreasi, pada skala nasional dan global (Liu et al., 2017), juga melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam maupun buatan (Muta'ali, 2012). Undang-undang nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang, pada pasal 17 mengamanatkan bahwa rencana pola ruang yang terdiri dari kawasan lindung dan kawasan budi daya diarahkan untuk kegiatan pelestarian lingkungan, sosial, budaya, ekonomi, pertahanan dan keamanan. Secara khusus dalam rangka pelestarian lingkungan dalam rencana tata ruang wilayah ditetapkan kawasan hutan paling sedikit 30 (tiga puluh) persen dari luas Daerah Aliran Sungai.

Penentuan daya dukung DAS untuk fungsi lindung dapat dilakukan menggunakan berbagai pendekatan. Beberapa diantaranya adalah menggunakan Penginderaan Jauh dan sisten Informasi Geografis). Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis adalah alat (*tool*) yang sangat berguna dan akurat untuk mengidentifikasi berbagai sumber bumi, potensi, dan analisis spasial (Purwanto, et al., 2016, Razeena and Mini, 2016). Melalui teknik penginderaan jarak jauh, berbagai peta sumber daya dapat dibuat dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (Roudsari et al., 2012). Data Penginderaan Jauh dapat digunakan untuk parameter biofisik, indeks tanaman, perkiraan penggunaan lahan dan tutupan lahan pada waktu yang berbeda (AbdelRahman et al., 2016, Paningrahy et al., 2006, Rao et al., 1996). Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis secara bersamaan dapat mengubah data spasial sebagai input untuk menghasilkan keputusan (Kabanda, 2015).

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: daya dukung fungsi lindung, indek fungsi dan hutan lindung, dan indek kemampuan lindung Daerah Aliran Sungai (DAS) Peniti

METODE

Penelitian mengambil lokasi di DAS Peniti Provinsi Kalimantan Barat. DAS Peniti secara administratif mencakup sebagian wilayah kecamatan Toho, Mandor, Siantan, Pinyuh yang mempunyai luas 29.503,6 Ha. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: citra Landsat 8, citra *Digital Elevation Model* (DEM), Peta Topografi, Peta Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT) dan data tataguna lahan. Data daya dukung dan fungsi

lindung antara lain: Luas DAS, Luas penggunaan lahan dan penutup lahan (*LULC*). Data-data diperoleh dari citra dan peta tersebut.

Metode penelitian yang digunakan adalah survei dan interpretasi data sekunder. Survei dilakukan untuk melihat secara langsung kondisi DAS. Interpretasi data sekunder dilakukan dari: peta Topografi, citra Landsat 8, citra DEM (*Digital Elevation Model*), Peta Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT), data penggunaan lahan dan penutup lahan (*LULC*) serta peta kawasan hutan. Data yang dapat diperoleh dari citra antara lain: Luas DAS, Luas penggunaan lahan dan penutup lahan (*LULC*). Teknik analisis data menggunakan Arcgis (Singh et al., 2014), memanfaatkan *Hydrology Spatial Analyst Tools*.

Daya dukung untuk fungsi lindung dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DDL = \frac{\sum Lgl_{1.1} + Lgl_{2.2} + Lgl_{3.3} + Lgl_{4.4}}{LW}$$

Keterangan:

- DDI : daya dukung fungsi lindung
- Lgl₁ : luas guna lahan jenis 1 (ha)
- .₁ : koefisien lindung untuk guna lahan 1
- LW : luas wilayah (ha)

Koefisien lindung untuk penggunaan lahan berbeda-beda. Hal itu didasarkan pada penelitian tentang wanatani oleh Rusthon (1993 dalam Muta'ali, 2012). Berdasarkan penelitian tersebut, koefisien untuk lindung daerah penelitian sesuai dengan penggunaan lahannya adalah: cagar alam 1, hutan produksi 0,68, hutan cadangan 0,61 dan pemukiman 0,18. Nilai daya dukung fungsi lindung memiliki kisaran 0 (minimal) sampai 1 (maksimal).

Selain daya dukung fungsi lindung maka perlu juga dilakukan penilaian untuk indeks fungsi lindung hutan. Berdasarkan luas penggunaan dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IFL_{das} = \frac{LH_{das}}{0.3 \times LW_{das}}$$

Keterangan:

- IFL : indeks fungsi lindung Daerah Alir Sungai (DAS)
 - LH_{das} : luas hutan Daerah Aliran Sungai (DAS)
 - LW_{das} : luas wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS)
 - 0,3 : koefisien minimal 30 % luas hutan yang ditetapkan undang-undang
- IFL_{DAS} dikatakan mempunyai kualitas lingkungan baik jika nilainya > 1 dan dikatakan jelek jika IFL_{DAS} < 1.

Indek hutan lindung perlu juga diketahui dalam penelitian ini. Indek hutan lindung sangat menentukan seberapa besar kemampuan fungsi perlindungan bagi DAS Peniti. Indek Hutan Lindung dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IHL = (LHL/TLH) \times 100\%$$

Keterangan:

- IHL : Indek Hutan Lindung
- LHL : Luas Hutan Lindung
- TLH : Total Luas Hutan (Hutan lindung+ Hutan

Produksi+ Produksi yang dapat dikonversi+
Kawasan Hutan dan Perairan

Untuk Indek kemampuan lindung Daerah Aliran Sungai dapat diketahui berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$IKL_{DAS} = \frac{LKL}{(LKL + LKB)} \times 100 \%$$

Asumsi yang digunakan adalah bahwa kondisi ideal kawasan lindung suatu wilayah minimal 30% dari luas wilayah, sehingga diformulasikan sebagai berikut:

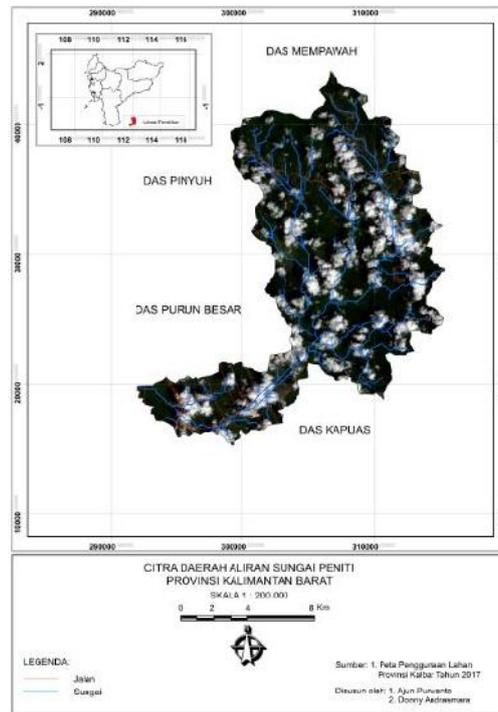
$$IKL_{DAS} = \frac{LKL}{0,3 \times (LKL + LKB)} \times 100 \%$$

- IKL_{DAS} : Indek Kemampuan Lindung DAS
LKL : Luas Kawasan lindung
LKB : luas Kawasan Budidaya, $LKL + LKB = LW$
0,3 : Kondisi minimal luas 30% luas wilayah terdiri dari kawasan lindung

Nilai indik kemampuan lindung (IKL_{DAS}) DAS apabila > 1 artinya kawasan lindung wilayah berfungsi optimal melindungi kelestarian lingkungan namun jika $IKL_{DAS} < 1$, maka kemampuan lindung kurang optimal. .

HASIL

Secara utuh kondisi DAS yang ada di daerah penelitian dan sekitarnya dapat dilihat pada peta citra sebagai berikut :



Gambar 1. Citra DAS Peniti

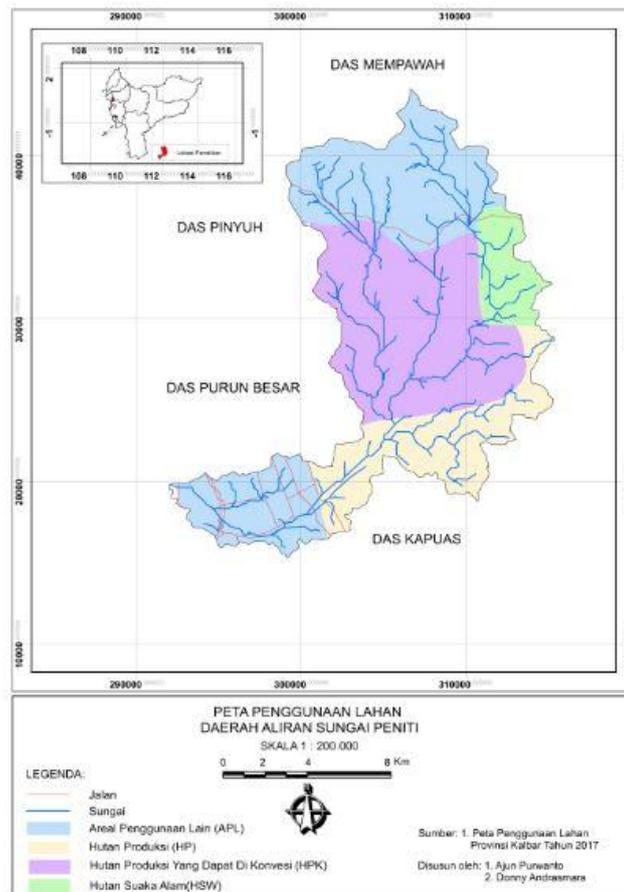
Citra di atas adalah DAS Peniti yang diambil dari citra Landsat 8 dengan menggunakan saluran 432. Pengolahan citra menggunakan Arc Gis 10.2.2. Pembuatan DAS dalam penelitian ini menggunakan citra Digital Elevation Model (DEM) dengan memanfaatkan *arc Hydrology tool* pada Arc Gis 10.2.2. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan teknik Sistem Informasi Geografis, DAS Peniti mempunyai luas 29.503,6 Ha. Secara rinci luas penggunaan lahan DAS Peniti sebagai berikut:

Tabel 1. Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai Peniti

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (H)
1	Areal penggunaan lain	10.926,9
2	Hutan suaka alam	2.188,2
3	Hutan produksi yang dapat di konversi	10.975,1
4	Hutan produksi	5.413,4
		29.503,6

Sumber: Hasil perhitungan

Penggunaan lahan yang paling luas adalah hutan produksi yang dapat di konversi. Hal ini menunjukkan bahwa ruang yang dicadangkan untuk penggunaan lahan yang lain di masa yang akan datang mendapatkan porsi yang paling besar dibanding penggunaan lahan yang sudah ada. Penggunaan lahan yang paling sempit adalah penggunaan lahan untuk hutan suaka alam. Jenis penggunaan lahan tersebut dapat dilihat pada peta penggunaan lahan Daerah Aliran Sungai Peniti seperti dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Penggunaan Lahan DAS Peniti

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa, daya dukung fungsi lindung daerah aliran sungai Peniti adalah sebagai berikut:

$$DDL = \frac{(2188,2 \times 1 + 5413,4 \times 0,68 + 10975,1 \times 0,61 + 10926,9 \times 0,18)}{29.503,6}$$

$$= 0,43 \%$$

Secara umum menunjukkan bahwa daya dukung untuk fungsi lindung buruk, karena nilainya mendekati 0. Kinerja suatu DAS sangat perlu dilakukan evaluasi terhadap indeks fungsi lindungnya, untuk mengetahui fungsi keseimbangan tata air. Berdasarkan perhitungan terhadap indeks fungsi lindungnya diketahui:

$$IFL_{das} = \frac{2.188,2}{0.3 \times 29.503,6}$$

$$= 0.24$$

IFL_{DAS} dikatakan baik jika nilainya > 1 dan relatif cenderung kurang jika $IFL_{DAS} < 1$. Dalam konteks menjaga kelestarian hutan maka perlu dilakukan analisis terhadap proporsi

hutan lindung dalam suatu wilayah. Kawasan hutan berfungsi lindung memiliki sifat khas yang mempunyai fungsi pengawetan keanekaragaman hayati baik berupa keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya dan atau yang mampu memberikan perlindungan kepada kawasan sekitar maupun bawahnya, sebagai pengatur air, pencegah banjir, erosi dan longsor dan mampu menjaga kesuburan tanah. Indeks hutan lindung yang ada di daerah aliran sungai Peniti adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{IHL} &= \frac{2.188,2}{18576,7} \times 100 \% \\ &= 11,8 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa indeks hutan lindung yang ada di daerah penelitian mempunyai rasio hanya 11,8 % dari total luas hutan yang ada. Kondisi ini secara umum menunjukkan bahwa penggunaan lahan untuk hutan lindung sangat minim atau sangat kecil. Selain indeks hutan lindung indeks kemampuan lindung juga perlu dilakukan evaluasi. Indeks kemampuan lindung merupakan proporsi peruntukan kawasan lindung terhadap luas wilayah atau peruntukan lahan keseluruhan.

$$\begin{aligned} \text{IPL} &= \frac{2188,2}{0,3 \times 2188,2 + 27315,4} \times 100 \% \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa indeks kemampuan lindung DAS Peniti adalah 0,25 (kurang).

PEMBAHASAN

Hasil perhitungan daya dukung fungsi lindung (DDL) di daerah penelitian adalah 0,43. Kondisi ini secara umum menunjukkan bahwa daya dukung untuk fungsi lindung buruk, karena nilainya mendekati 0. Oleh sebab itu wilayah ini sebaiknya dijadikan sebagai kawasan budidaya.

IFL_{DAS} dikatakan baik jika nilainya > 1 dan termasuk kualitas lingkungan daerah aliran sungai relatif terjaga sehingga mampu menjaga fungsi keseimbangan tata air dan gangguan dari persoalan banjir, erosi, sedimentasi serta kekurangan air. Namun jika $IFL_{DAS} < 1$, maka kualitas lingkungan daerah aliran sungai relatif cenderung kurang mampu menjaga fungsi keseimbangan tata air dan gangguan dari persoalan banjir, erosi, sedimentasi serta kekurangan air.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas nilai indeks fungsi lindung (IFL) adalah 0,24. Artinya kualitas lingkungan daerah aliran sungai relatif cenderung kurang mampu menjaga fungsi keseimbangan tata air dan gangguan dari persoalan banjir, erosi, sedimentasi serta kekurangan air. Hal ini disebabkan karena indeks fungsi lindung mempunyai nilai kurang dari 1. Indeks fungsi lindung merupakan variabel yang sangat mempengaruhi kinerja daerah aliran sungai secara keseluruhan. Kinerja daerah aliran sungai merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan suatu DAS untuk menjaga dan mengatur tata air yang ada di suatu wilayah daerah aliran sungai.

Suatu daerah aliran sungai akan mempunyai kondisi dan fungsi yang baik jika proporsi antara hutan lindung terhadap luas wilayah minimal 30%. Hasil perhitungan menunjukkan

bahwa indeks hutan lindung (IHL) yang ada di daerah penelitian mempunyai rasio hanya 11,8 % dari total luas hutan. Secara umum jika kondisi indeks hutan lindung hanya 11,8% maka akan menyebabkan kondisi DAS akan terganggu dalam keseimbangannya. Semakin besar proporsi hutan lindung, maka semakin tinggi fungsi perlindungan lingkungan bagi wilayah, khususnya pada masa yang akan datang, hal ini disebabkan kawasan hutan lindung tidak akan digunakan konversi, terkait dengan perubahan fungsi.

Indek kemampuan lindung DAS Peniti berfungsi kurang atau belum optimal untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup karena nilainya < 1 . Dengan demikian semakin luas kawasan lindung, maka nilai indek semakin tinggi, sehingga kemampuan kawasan lindung berfungsi optimal untuk melindungi kelestarian hidup wilayah tersebut dan sebaliknya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: daya dukung fungsi lindung DAS Peniti adalah 0,43 artinya daya dukung fungsi lindung buruk, karena mendekati 0. Indek fungsi lindung hutan adalah 0,24 yang kurang mampu menjaga keseimbangan tata air, karena nilainya < 1 , sedangkan indek hutan lindung hanya mempunyai ratio 11,8 % hal ini berarti kurang karena kurang dari 30% dari total luas hutan yang ada. Indek kemampuan lindung adalah 0,43 yang berarti kurang optimal untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup, karena nilainya < 1 . Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa integrasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk menentukan daya dukung DAS untuk fungsi lindung.

PENGHARGAAN

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Balai Penelitian Tanaman Pangan (BPTP) DAS Provinsi Kalbar, Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah-Dishut Provinsi Kalimantan barat yang telah menyediakan data penggunaan lahan, Donny Andrasgoro yang telah banyak membantu, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- AbdelRahman, M.A.E., Natarajan, A., Hegde, R., 2016. Assessment of land suitability and capability by integrating remote sensing and GIS for agriculture in Chamarajanagar district, Karnataka, India. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.* 19, 125–141. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.02.001>
- Ali, M., Hadi, S., Sulistyantara, B., 2016. Study on Land Cover Change of Ciliwung Downstream Watershed with Spatial Dynamic Approach. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 227, 52–59. <https://doi.org/10.1016/J.sbspro.2016.06.042>
- Asdak, C., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S.S., Aziz, N., 2015. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.* 18, 251–259. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.07.003>

- Fenta, A.A., Yasuda, H., Shimizu, K., Haregeweyn, N., Woldearegay, K., 2017. Quantitative analysis and implications of drainage morphometry of the Agula watershed in the semi-arid northern Ethiopia. *Appl. Water Sci.* <https://doi.org/10.1007/s13201-017-0534-4>
- Jepson, P.R., Caldecott, B., Schmitt, S.F., Carvalho, S.H.C., Correia, R.A., Gamarra, N., Bragagnolo, C., Malhado, A.C.M., Ladle, R.J., 2017. Protected area asset stewardship. *Biol. Conserv.* 212, 183–190. <https://doi.org/10.1016/J.biocon.2017.03.032>
- Kabanda, T., 2015. Land Capability Evaluation for Crop Production Using Remote Sensing, GIS and Geostatistics in Rietfontein, North West Province of South Africa. *Geo UERJ, Rio de Janeiro*, n. 26, 2015, p. 2-21. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2015.15026>
- Liu, P., Jiang, S., Zhao, L., Li, Y., Zhang, P., Zhang, L., 2017. What are the benefits of strictly protected nature reserves? Rapid assessment of ecosystem service values in Wanglang Nature Reserve, China. *Ecosyst. Serv.* 26, 70–78. <https://doi.org/10.1016/J.ecoser.2017.05.014>
- Molle, Mamanpoush, A., 2012. Scale, Governance and the Management of River Basins : A case study from Central Iran. *Geoforum* 43:285- 294.
- Muta'ali, L., 2012. *Daya Dukung Lingkungan Untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM.
- Paningrahy, S., Munjanath, K.R., Ray, S.S., 2006. Deriving cropping system performance indices using remote sensing data and GIS. *Int. J. Remote Sens.* 26, 2595–2606.
- Purwanto, P., Astina, I.K., Suharto, Y. 2016. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemodalan Spasial Pengembangan Wisata Pantai Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Pendidikan Geografi Vol.* 20.
- Rao, D.P., Gautama, N.C., Nagaraja, R., Ram Mohan, P., 1996. Application in Land Use Mapping and Planning. *Curr. Sci.* 70, 575–578.
- Ratna Reddy, V., Saharawat, Y.S., George, B., 2017. Watershed management in South Asia: A synoptic review. *Investig. Coast. Aquifers* 551, 4–13. <https://doi.org/10.1016/J.jhydrol.2017.05.043>
- Roudsari, H. H., Dayan, B., Amini, M. 2012. The application of the intersection of maps in the evaluation of ecological potential for the development of tourism (north of Iran). *J. ecology environment and conservation.* 18 (1) : 2012; pp. (13-17).
- Šatalová, B., Kenderessy, P., 2017. Assessment of water retention function as tool to improve integrated watershed management (case study of Poprad river basin, Slovakia). *Sci. Total Environ.* 599–600, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/J.scitotenv.2017.04.227>
- Singh, P., Gupta, A., Singh, M., 2014. Hydrological Inferences from Watershed Analysis for Water Resource Management Using Remote Sensing and GIS techniques. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.* 17, 111–121. doi:10.1016/J.ejrs.2014.09.003
- Vitousek, P., 1994. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 75, 1861–1876.