

Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh Hilir, Sub DAS Krueng Jreue Berbasis Nature Based Solution (NBS)

Kiki Rishki Ananda^{1*}, Zakiah¹

*1Program Studi Kehutanan, Sekolah Tinggi Ilmu Kehutanan Pante Kulu,
Jalan T. Nyak Arief Darussalam, Kota Banda Aceh Provinsi Aceh, Indonesia 13220,
Email : kikirishkiananda@gmail.com*

<p><i>Received</i> 18 January 2024</p> <p><i>Revised</i> 20 November 2024</p> <p><i>Accepted</i> 26 December 2024</p>	<p>Abstrak</p> <p>Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh dengan sungai utamanya adalah Krueng Aceh, memiliki luas 174.785 Ha, bagian hulu Krueng Aceh terdapat di kawasan Janthoe. Bagian tengah Krueng Aceh terdapat di Kuta Cot Glie dan kawasan hilirnya terdapat di Sub DAS Krueng Jreue yang bermuara di Kota Banda Aceh. Metode ini sudah di laksanakan pada DAS Hulu dengan Menerapkan system Agroforestry tanpa Metode NbS. Tujuan penelitian ini untuk melihat kondisi Sub DAS Krueng Jreue, tutupan lahan, dan kondisi biofisik DAS Krueng Jreue. Hasil Penelitian yaitu tutupan lahan pada Sub DAS Krueng Jreue saat ini di hulu Kecamatan Indrapuri masih 30% ada hutan, dengan kelas 0-8% yang sudah di berubah tutupan lahan. Untuk Kecamatan Aceh Besar sebahagian wilayah masih ada hutan, sekitar 15%, selebihnya sudah berubah menjadi perumahan dan perkotaan. Kecamatan Aceh besar beberapa kecamatan sudah memasuki zona kuning 25-40% dan zona merah >40% daerah perubahan tutupan lahan, atau daerah kritis. Hampir 60% wilayah sub DAS Krueng Jreue saat ini di dominasi oleh wilayah Hutan Lahan Kering Sekunder, 30% perumahan dan 10% hutan lindung, hutan primer, pertanian lahan basah, pertanian lahan kering, savana.</p> <p>Kata kunci: model pengelolaan; <i>nature based solution</i></p>
<p><i>*Correspondence</i> Kiki Rishki Ananda Email : kikirishkiananda@gmail.com</p>	<p>Abstract</p> <p><i>The Krueng Aceh River Basin with the main river being Krueng Aceh, has an area of 174,785 Ha, the upstream part of Krueng Aceh is in the Janthoe area. The central part of Krueng Aceh is in Kuta Cot Glie and the downstream area is in the Krueng Jreue Sub-watershed which empties into Banda Aceh City. This method has been implemented in the Upper Watershed by implementing an Agroforestry system without the NbS method. The aim of this research is to look at the condition of the Krueng Jreue Watershed, land cover and biophysical conditions of the Krueng Jreue Watershed. The results of the research are that the current land cover in the Krueng Jreue Sub-watershed in the upstream Indrapuri District is still 30% forest, with the 0-8% class having changed land cover. For Aceh Besar District, part of the area still has forest, around 15%, the rest has been turned into housing and urban areas. In Aceh Besar District, several sub-districts have entered the yellow zone of 25-40% and the red zone of >40%, areas of land cover change, or critical areas. Almost 60% of the Krueng Jreue sub-watershed area is currently dominated by Secondary Dry Land Forest areas, 30% housing and 10% protected forests, primary forests, wetland agriculture, dry land agriculture, savanna</i></p> <p>Keywords: <i>management model, nature based solution</i></p>

PENDAHULUAN

Daerah aliran Sungai (DAS) suatu wilayah penting yang dibatasi oleh topografi, merupakan suatu kawasan yang harus dikelola secara terintegrasi antara hulu dan hilir. Peraturan Pemerintah No 37 tahun 2012 menyatakan bahwa pengelolaan DAS merupakan upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumber daya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktifitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan. DAS Perlu dikelola untuk keberlanjutan ekosistemnya, sehingga dapat dimanfaatkan sumber daya alamnya secara terus menerus. Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mendefinisikan DAS sebagai suatu kesatuan daerah/wilayah/kawasan tata air yang terbentuk secara alamiah dimana air tertangkap (berasal dari curah hujan), dan akan mengalir dari daerah/wilayah/kawasan tersebut menuju ke arah sungai dan sungai yang bersangkutan.

Notohadiprawiro *dalam* Sudaryono (2002) “Daerah aliran sungai merupakan keseluruhan kawasan pengumpul suatu sistem tunggal, sehingga dapat disamakan dengan *cacthement area*”. Pendapat ahli

lainnya terkait DAS menurut Soemarwoto *dalam* Sudaryono (2002) mengatakan bahwa “DAS merupakan suatu daerah yang dibatasi oleh igir-igir gunung yang semua aliran permukaan mengalir ke suatu sungai utama”. Hampir sama dengan Kerr *dalam* Satriani dkk, (2013), menurutnya “DAS merupakan sumber daya alam yang bersifat *common pool resource* yang ditentukan oleh hubungan hidrologi di mana pengelolaan yang optimal memerlukan koordinasi dalam penggunaan sumberdaya oleh semua pengguna”.

DAS Krueng Aceh dengan sungai utamanya adalah Krueng Aceh, memiliki luas 174.785 Ha, bagian hulu Krueng Aceh terdapat di kawasan Janthoe. Bagian tengah Krueng Aceh terdapat di Kuta Cot Glie dan kawasan hilirnya terdapat di Sub DAS Krueng Jreue yang bermuara di Kota Banda Aceh. Secara geografis DAS Krueng Aceh terletak pada 5°03'41'' - 5°38'10'' LU dan 95°11'41'' - 95°49'46'' BT. Secara administratif DAS Krueng Aceh berada di empat Kabupaten/Kota di Provinsi Aceh yang meliputi Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Pidie, Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh. Bagian Hulu DAS Krueng Aceh saat ini telah terjadi alih fungsi lahan hutan menjadi penggunaan lainnya, Akibatnya terjadinya longsor dan banjir di daerah hilir yang berkaitan erat dengan perubahan tata guna

lahan pada bagian hulu tersebut. Kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Aceh saat ini mengalami penurunan Kualitas air, Hal ini terjadi akibat perubahan tata guna lahan pada daerah hulu dan berdampak pada daerah hilir yaitu Sub DAS Krueng Jreu, Tingginya nilai kebutuhan air pada DAS Krueng Aceh hilir, maka perlu dilakukan pengelolaan secara tepat agar permasalahan yang terjadi dapat teratasi dan nilai ekonomi maupun lingkungan didapat lebih optimal. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: SK. 328/Menhut-II/2009 DAS Krueng Aceh ditetapkan sebagai DAS prioritas I untuk dilakukan upaya penanganan terhadap permasalahan erosi, sedimentasi, peningkatan penduduk dan konservasi hutan lindung. Salah satu permasalahan di DAS Krueng Aceh Hilir Sub DAS Krueng Jreu yaitu peningkatan Laju Erosi, berkurangnya luas hutan, menurunnya kualitas, dan perubahan berbagai pola penggunaan lahan mengakibatkan degradasi Lahan di Sub DAS Krueng Jreu. Salah satu Upaya untuk memulihkan degradasi lahan yaitu dengan metode NbS. Pada Sub DAS Krueng Jreu, Metode MbS di kombinasikan dengan Agroforestry. Metode MbS untuk membentuk pola penggunaan lahan, dan Metode Agroforestry untuk meningkatkan ekonomi Masyarakat, dan mampu

meningkatkan kualitas lahan yang berkualitas dan berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

Asdak (2010) mendefinisikan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem daerah unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam. Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang pengelolaan Daerah aliran sungai (DAS), menyatakan bahwa Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan 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.

DAS merupakan suatu megasistem yang kompleks, meliputi sistem fisik (*physical systems*), sistem biologis

(*biological systems*), dan sistem manusia (*human system*). Setiap sistem dan sub-sub sistem di dalamnya saling berinteraksi, peranan tiap-tiap komponen dan hubungan antar komponen sangat menentukan kualitas ekosistem DAS (Umar, 2012). Gangguan terhadap salah satu komponen ekosistem akan dirasakan oleh komponen lainnya dengan sifat dampak berantai. Keseimbangan ekosistem akan terjamin apabila kondisi timbal balik antar komponen berjalan dengan baik dan optimal Kartodihardjo *dalam* Setyowati dan Suharini, (2011).

Indikator kerusakan DAS dapat ditandai oleh perubahan perilaku hidrologi, seperti tingginya frekuensi kejadian banjir (puncak aliran) dan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi serta menurunnya kualitas air, Mawardi (2010). Sucipto (2008) menyatakan bahwa upaya pengelolaan Daerah Aliran Sungai harus dilaksanakan secara optimal melalui pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

Menurut Haeruman *dalam* Sudaryono, (2002). Menjelaskan bahwa pengelolaan pada dasarnya adalah pengembangan keserasian tujuan antar sesama sistem pengelolaan sumberdaya alam. Sementara Copeland *dalam* Sudaryono, (2002). Mengatakan, bahwa pengelolaan DAS adalah ilmu terapan guna

untuk perlindungan, perbaikan, dan objek dasarnya adalah meningkatkan suplai air, mengurangi maksimum dan minimum kisaran air, mengurangi hasil sidimen dan meningkatkan kualitas air untuk berbagai penggunaan.

Sedangkan menurut Notohadiprawiro *dalam* Sudaryono, (2002). Menjelaskan bahwa pengelolaan DAS harus di selenggarakan secara terpadu, karena: “1. Adanya keterkaitan antara berbagai kegiatan dalam pengelolaan sumberdaya alam dan pembinaan aktivitas manusia dalam penggunaannya, 2. Dari segi ilmu yang mendasarinya, pengelolaan DAS, bercirikan multidisiplin, 3. Penyelenggaraan pengelolaan DAS bersifat lintas sektoral, sehingga tidak ada intasi yang mempunyai kewenangan secara utuh”.

Menurut Asdak *dalam* Andawayanti (2019) Pengelolaan DAS merupakan suatu proses atau kegiatan untuk menjagaa dan melindungi dengan lestari sumber daya alam yang terdapat di daerah aliran sungai sehingga bisa di dimanfaatkan untuk makluk hidup, tanpa terjadinya kerusakan air dan tanah. Dari berbagai pengertian di atas dapat kita artikan bahwa Pengelolaan DAS merupakan suatu tindakan usaha ataupun kegiatan yang di lakukan oleh individu ataupun sekelompok orang guna untuk menjaga dan melindungi serta perbaikan

DAS yang mencapai tujuan tertentu dengan sistem berkelanjutan. Schalenbourg, *dalam* Bruno Verbist dkk. (2004). Fungsi Daerah Aliran Sungai yaitu Hutan sangat mempengaruhi dan sangat mengurangi resiko banjir dan pengikisan tanah serta bisa meningkatkan kualitas air.

Otto Soemarwoto (2009) mengemukakan bahwa suatu konsep sentral dalam ekologi ialah ekosistem, yaitu suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Menurut pengertian, suatu sistem terdiri atas komponen-komponen yang bekerja secara teratur sebagai suatu kesatuan. Menurut UU No. 32 Tahun 2009, ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup. Menurut Zoer'aini (2017), ekosistem merupakan satuan fungsional dasar dalam ekologi karena ekosistem meliputi komunitas organisme hidup (biotik), lingkungan tidak hidup (abiotik), dan lingkungan saling mempengaruhi.

METODOLOGI

Penelitian ini akan di laksanakan selama 1 tahun yaitu tahun 2024, dengan lokasi DAS Krueng Aceh Hilir, Sub DAS Krueng Jreu. Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

Dimulai dengan penyusunan peta dasar yang dapat di deliniasi kemiringan lahan pada tapak berdasarkan kelas kemiringan lereng dan kepekaan erosi. Tahap ini melakukan survey lapang untuk verifikasi hasil interpretasi dan penyusunan kondisi umum dari tapak untuk mempermudah proses analisis tapak. Selanjutnya yaitu penyusunan Aspek Biofisik : Penyusunan aspek ini dilakukan untuk melihat kondisi di lapang dan melihat data sekunder yang telah ada seperti topografi dan kemiringan, peta batas DAS dan Sub DAS, geologi dan tanah, iklim dan curah hujan, hidrologi, penutupan lahan, keanekaragaman tumbuhan yang sudah ada. Selanjutnya penyusunan Aspek Sosial, Ekonomi dan budaya : Data sosial, ekonomi dan budaya di peroleh dari data sekunder dan hasil wawancara, data sosial ekonomi, dan budaya yang di kumpulkan yaitu data demografi, kemasyarakatan, dan pola kehidupan Masyarakat, struktur organisasi Masyarakat, dan potensi komoditas,. Data sosial, ekonomi dan budaya ini digunakan untuk mengidentifikasi nilai-nilai esensial yang dapat dijadikan bahan analisis

perencanaan model NbS berbasis Agroforestry.

Keberlanjutan DAS Krueng Aceh Hilir, Sub DAS Krueng Jreue dilakukan pendekatan *Multi Dimensi Scalling* (MDS). Metode MDS menggunakan proses ordinasi yang merupakan hasil modifikasi dari metode *Rapid Assesment Techniques For Fisheries* (RAPFISH) yang selanjutnya hasil analisis dari beberapa dimensi yaitu dimensi ekologi, dimensi ekonomi, dimensi sosial dan dimensi teknologi di sajikan dalam diagram (Tabel 1)

Tabel.1 Kriteria Indeks dan Status Berkelanjutan

Nilai Indeks Index Value	Nilai Indeks Kategori (<i>Index Category Value</i>)
00 – 24,99	Buruk : Tidak berkelanjutan
25 – 49,99	Kurang : Kurang berkelanjutan
50 – 79,99	Cukup : Cukup berkelanjutan
80 – 100,00	Baik : Sangat berkelanjutan

Sumber : Fauzi & Anna, 2005.

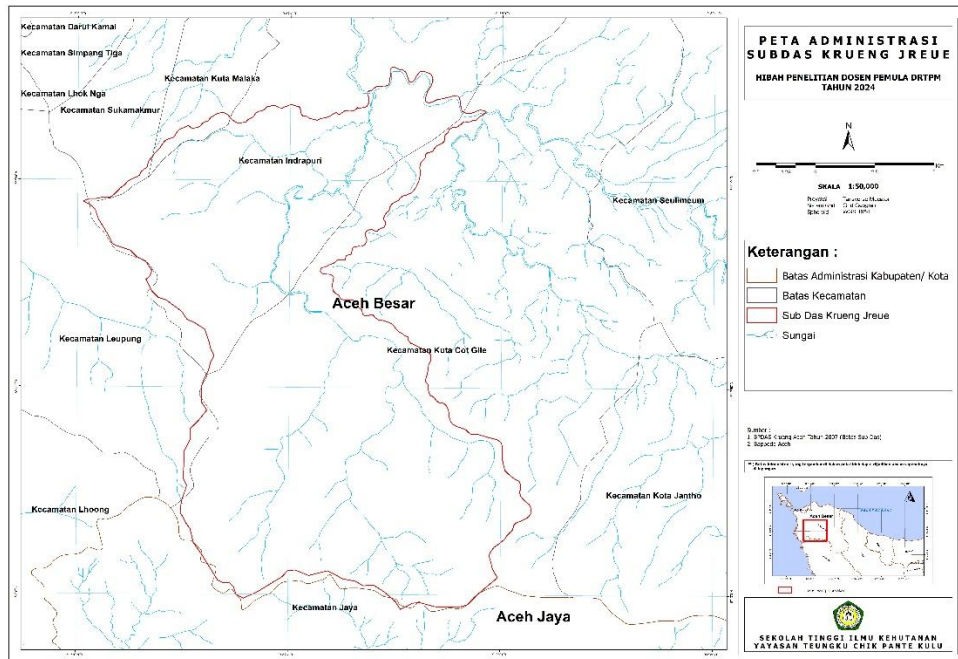
Konsep Perencanaan Model NbS berbasis Agroforestry yaitu konsep Model NbS berbasis Agroforestry yaitu membuat Kawasan Hilir DAS Krueng Aceh, Sub DAS Krueng Jreue berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan ekologi melalui komoniti Agroforestry. Konsep model untuk perencanaan ini dapat diwujudkan dengan cara mempertahankan atau meningkatkan

hasil total dengan mengkombinasikan tanaman yang sama pada waktu yang bergantian atau dalam waktu yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

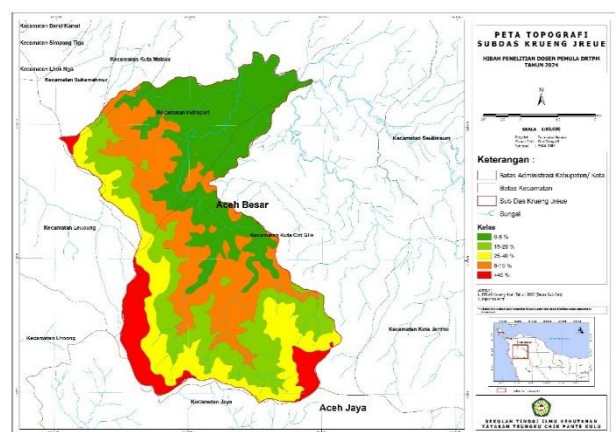
DAS Krueng Aceh dengan sungai utamanya adalah Krueng Aceh, memiliki luas 174.785 Ha, bagian hulu Krueng Aceh terdapat di kawasan Janthoe. Bagian tengah Krueng Aceh terdapat di Kuta Cot Glie dan kawasan hilirnya terdapat di Sub DAS Krueng Jreue yang bermuara di Kota Banda Aceh. Secara geografis DAS Krueng Aceh terletak pada 5°03'41'' - 5°38'10'' LU dan 95°11'41'' - 95°49'46'' BT. Secara administratif DAS Krueng Aceh berada di empat Kabupaten/Kota di Provinsi Aceh yang meliputi Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Pidie, Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh.

Tabel tidak boleh mengandung garis-garis vertikal, sedangkan garis-garis horisontal diperbolehkan tetapi hanya yang penting-penting saja. Untuk memudahkan mengenali signifikansi, bisa ditambahkan tanda ** untuk nilai $p < 0,001$ dan * untuk nilai $p < 0,05$.



Gambar 1. Peta Administrasi Sub DAS Krueng Jreue

Topografi dari Sub DAS Krueng Jreue saat ini di hulu Kecamatan Indrapuri masih 30% ada hutan, dengan kelas 0-8% yang sudah di berubah tutupan lahan. Untuk Kecamatan Aceh Besar sebahagian wilayah masih ada hutan, sekitar 15%, selebihnya sudah berubah menjadi perumahan dan perkotaan. Kecamatan Aceh besar beberapa kecamatan sudah memasuki zona kuning 25-40% dan zona merah >40% daerah perubahan tutupan lahan, atau daerah kritis. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.

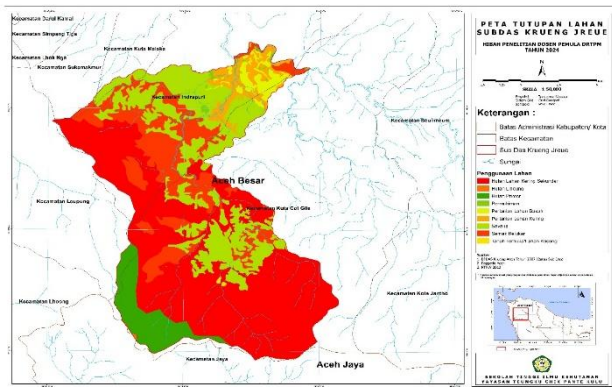


Gambar 2.

Peta Topografi Sub DAS Krueng Jreue, Hasil Analisis Tahun 2024

Tutupan Lahan di Sub DAS Krueng Jreue saat ini sudah sangat berubah, seperti yang terlihat pada gambar 3. Dibawah ini. Hampir 60% wilayah sub DAS Krueng Jreue saat ini di dominasi oleh wilayah Hutan Lahan Kering Sekunder, 30% perumahan dan 10% hutan lindung, hutan

primer, pertanian lahan basah, pertanian lahan kering, savana.



Gambar 3.
Peta Tutupan Lahan DAS Krueng Jreue, Hasil Analisis Tahun 2024

Karakteristik Masyarakat

Dalam pengelolaan sumberdaya alam pada suatu DAS perlu dikelola secara berkelanjutan dengan menyeimbangkan aspek ekonomi, ekologis dan juga sosial. Namun pada kenyataannya keseimbangan ini tidak terjadi lagi karena pemanfaatan sumberdaya alam DAS lebih berorientasi pada aspek ekonomi dan menurunkan kualitas DAS. Salah satu cara yang paling efektif untuk mengatasi penurunan kualitas DAS yaitu dengan partisipasi masyarakat yang sama-sama menjaga dan melestarikan DAS.

Pada tahun 2018, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aceh membuat *workshop* pertemuan Bersama pemangku wilayah DAS Krueng Aceh untuk Bersama-sama mengambil peran dalam pengelolaan DAS karena penurunan

DAS yang drastis membuat penurunan kualitas air bersih dan juga bencana alam yang dirasakan masyarakat sekitar DAS. Masyarakat memanfaatkan air Sungai tapi tidak disertai dengan Upaya menjaga dan melindungi kelestarian wilayah DAS. Saat ini masyarakat sudah membentuk banyak komunitas terkait peduli DAS dikawasan DAS Krueng Aceh. Komunitas ini sangat berpengaruh dalam kegiatan pengelolaan DAS. Berikut dibawah ini karakteristik masyarakat dalam pengelolaan DAS Krueng Aceh, yaitu ikut berpartisipasi dalam Komunitas Pecinta Lingkungan, Kader Konservasi dan juga Kelompok Tani Hutan, yang sudah terbentuk di Sub DAS Krueng Jreue.

KESIMPULAN

Tutupan lahan pada Sub DAS Krueng Jreue saat ini di hulu Kecamatan Indrapuri masih 30% ada hutan, dengan kelas 0-8% yang sudah berubah tutupan lahan. Untuk Kecamatan Aceh Besar sebahagian wilayah masih ada hutan, sekitar 15%, selebihnya sudah berubah menjadi perumahan dan perkotaan. Kecamatan Aceh besar beberapa kecamatan sudah memasuki zona kuning 25-40% dan zona merah >40% daerah perubahan tutupan lahan, atau daerah kritis. Hampir 60% wilayah sub DAS Krueng Jreue saat ini di dominasi oleh wilayah

Hutan Lahan Kering Sekunder, 30% perumahan dan 10% hutan lindung, hutan primer, pertanian lahan basah, pertanian lahan kering, savana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Di Rektorat Riset, Teknologi, dan pengabdian kepada masyarakat yang telah memberi Biaya untuk penelitian ini. Kepada Sekolah Tinggi Ilmu Kehutanan Pante Kulu yang telah mendukung penelitian ini dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C. (2007). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Ananda K.R, Iqbal, D. (2021) Analisis Pengelolaan DAS Peusangan Berkelanjutan, Provinsi Aceh. *Jurnal Agrienvie*, 15 (2). ISSN :1978-4652.
- Adawasyanti Ussy. 2019. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terintegrasi. Malang: UB Pres.
- Effendi Rahayu dkk. 2018. Pemahaman Tentang Lingkungan Berkelanjutan. *Jurnal undip*. volume. 18 (2) :76.
- Hairiah, K., & Ashari, S. (2013). Pertanian masa depan: Agroforestri, manfaat, dan layanan lingkungan. In Seminar Nasional Agroforestri (pp. 23-35).
- Kadir, Z. A., dan Bahagia, B. (2019). Analisis Keragaman Tanaman Sebagai Jasa Lingkungan Pada Lanskap Agroforestri di Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(2). ISSN: 2528-3561.
- Kodoatie Robert J, Sugiyanto. 2002. Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Lembang, Ronald Kando. 2017. Persepsi dan Perilaku Masyarakat Dalam Pengelolaan DAS Molulu di Desa Wangongira. *Jurnal Cannarium*. Volume . 15, (2) :28.
- Mawardi, Ikhwanuddin. 2010. Kerusakan Daerah Aliran Sungai dan Penurunan Daya Dukung Sumberdaya Air di Pulau Jawa serta Upaya Penanganannya, J. Hidrosfir Indones., vol 5, no 2, hal 1 – 11.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2012. *Pendidikan dan perilaku kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Sudaryono. 2002. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) terpadu, konsep pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.
- Sucipto, 2008. Kajian Sedimentasi di Sungai Kali Garang dalam Upaya Pengelolaan DAS Kaligarang Semarang. Tesis Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.

- Sudaryono. (2017). *Metodologi Penelitian*. Ed.1. Cet. 1. Jakarta: Rajawali Pers.
- Satriani dkk. 2013. Persepsi dan Sikap Masyarakat Terhadap Penerapan Program Pemberdayaan di Sekitaran sub Daerah Aliran Sungai MIU (Kasus Program SCBFWM di Desa Simorgo Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi). *Jurnal Warta Rimba*. Volume. 1 (1): 1
- Setyowati, L.D, Suharini E. 2011, DAS Garang Hulu : Tata Air, Erosi dan Konservasi, Semarang. Widya Karya. 91 Hal.
- Tsabitah, S. D., Satriyo, P., dan Syahrul, S. (2022). Valuasi Ekonomi DAS Krueng Aceh Berdasarkan Metode Willingness to Accept (WTA). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(3),315-321.
- Umar, R. H. (2012). Model Terpadu Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Lomboto. *Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkung*, 1(1), 11–26.
- Verbist dkk. 2004. Penyebab Alih Guna Lahan dan Akibatnya Terhadap Fungsi Daerah Aliran Sungai (DAS) Pada Lansekap Agroforestri Berbasis Kopi di Sumatra, *Jurnal Agrivita*, Volume. 26 (1) :37
- Van Noordwijk, M., Agus, F., Suprayogo, D., Hairiah, K., Pasya, G., Verbist, B., & Farida, A. (2014). Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS). *Jurnal AGRIVITA*.(26), 1]