

Gorontalo

Journal Of Forestry Research

Volume 5 Nomor 2 Oktober 2022

P-ISSN 2614-2058 E-ISSN 2614-204X

DINAMIKA PERUBAHAN TUTUPAN HUTAN DAN LAHAN DI SUB DAS TAMALATE KABUPATEN BONE BOLANGO DYNAMICS OF FOREST AND LAND COVER CHANGE IN TAMALATE SUB WATERSHED BONE BOLANGO REGENCY

Iswan Dunggio¹, Fitryane Lihawa¹, Rahman Hasan²

¹Pascasarjana Kependudukan dan Lingkungan Hidup UNG

²Dinas Pekerjaan Umum dan Peremukiman Kabupaten Bone Bolango

correspondent author: iswan@ung.ac.id

Received, 22nd September 2022; Revised, 24th October 2022;

Accepted, 27th October 2022

ABSTRAK

Secara umum perubahan tutupan lahan dan hutan dipengaruhi oleh *supply demand*, seperti kondisi pertumbuhan ekonomi, peningkatan pendapatan dan adanya peningkatan konsumsi terhadap bioenergy yang naik secara bersamaan. Perubahan fungsi lahan hutan tidak saja berdampak pada kehilangan lahan-lahan produktif tetapi juga menyebabkan adanya pencemaran dan menaikkan pembiayaan fiscal pada daerah yang rusak akibat alih fungsi lahan. Degradasi lahan diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan potensi peningkatan potensi perubahan iklim dan berpotensi terjadi dinegara maju maupun negara berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan tutupan hutan dan lahan di Sub DAS Tamalate DAS Bone Kabupaten Bone Bolango. Berdasarkan hasil analisis spasial sub DAS Tamalate DAS Bone telah kehilangan 17,01 ha hutan dan berubah menjadi pertanian lahan kering. Kawasan pemukiman bertambah seluas 41,99 ha. Situasi berdampak pada makin seringnya banjir yang terjadi pada musim hujan. Deforestasi yang terjadi di sub DAS Tamalate DAS Bone disebabkan karena faktor sosial ekonomi masyarakat seperti, peningkatan permintaan jagung, peningkatan pendapatan petani dan rendahnya control para pihak terhadap lingkungan hidup.

Kata Kunci : Deforestasi; Sub DAS Tamalate; DAS Bone.

ABSTRACT

In general, forest and land cover changed are influenced by supply and demand such as economic growth condition, both increase income and energy consumption. Forest and land cover change have an impact both productive land and increase financing in area of damages. Land degradation probably increase with climate change in developing countries and developed countries. The aim of research is to analysis dynamics of forest and land cover change in Tamalate Sub Watershed, Bone Watershed. According result of spatial analysis, Tamalate sub watershed, Bone watershed has lost 17,01 forest cover

and turned in to dryland agriculture. The residential area expanded to 41,99 ha. The situation has an impact on the more flooding that occurs during rainy season. Deforestation that occurs in Tamalate sub watershed is caused by social economic factors such as increase demand for corn, farmers income and lack of environment control.

Keywords: Deforestation; Tamalate Sub Watershed Sub; Bone Watershed.

PENDAHULUAN

Kawasan hutan di seluruh dunia saat ini mengalami tekanan kuat akibat perubahan tutupan lahan. Kenaikan populasi penduduk yang signifikan berdampak pada peningkatan akan kebutuhan lahan dan kondisi social ekonomi masyarakat sekitar hutan telah menyebabkan alih fungsi lahan hutan (Sulistiyono *et al*, 2019; Dunggio and Ichsan 2022). Perubahan fungsi Kawasan hutan menjadi non hutan merupakan sebuah respon pada adanya tekanan terhadap biodiversitas, karbon stok dan adanya limpasan (*run off*) (Springman, *et al*. 2018). Secara umum perubahan tutupan lahan dan hutan dipengaruhi oleh *supply demand*, seperti kondisi pertumbuhan ekonomi, peningkatan pendapatan dan adanya peningkatan konsumsi terhadap bioenergy yang naik secara bersamaan (Weindle *et al*, 2017; Humpenoder *et al*. 2018). Perubahan fungsi lahan hutan tidak saja berdampak pada kehilangan lahan-lahan produktif tetapi juga menyebabkan adanya pencemaran seperti yang dilaporkan oleh Desey *et al*. (2022) dan menaikkan pembiayaan fiscal pada daerah yang rusak akibat alih fungsi lahan (Kojongkam, *et al*. 2022). Alih fungsi lahan merupakan permasalahan yang saat ini masih terjadi terutama pada lahan pertanian yang masih produktif pada hal lahan pertanian produktif merupakan penentu keberhasilan mempertahankan swasembada pangan. Selain aspek biofisik, alih fungsi lahan hutan menjadi non hutan diberbagai tempat didunia juga memperlihatkan bahwa system kelembagaan atau tata Kelola pengelolaan sumberdaya alam belum berjalan dengan baik dimana institusi yang bekerja dalam pengelolaan hutan lindung Gunung Damar belum sesuai dengan yang diharapkan oleh aturan main yaitu kebijakan perundang-undangan yang berlaku sebagaimana temuan dari Dunggio (2012) yang melakukan penelitian alih fungsi lahan hutan di kelompok hutan lindung Gunung Damar Provinsi Gorontalo. Perubahan fungsi pokok hutan menjadi kawasan non hutan seperti pemukiman, area pertanian dan perkebunan akan berdampak pada hilangnya fungsi ekologi kawasan hutan salah satunya adalah hidrologi yaitu mengatur air tahan dan melindungi tanah dari erosi (Cahyono *et al*, 2021). Erosi tanah yang terjadi akibat alih fungsi lahan dapat mempercepat terjadinya kerusakan lahan yang berdampak pada menurunnya produktivitas pertanian, padahal 38% penggunaan lahan dipermukaan bumi digunakan untuk sector pertanian dimana 95% pangan diseluruh dunia berasal dari lahan-lahan pertanian yang dikelola oleh manusia (FAO, 2015). Laporan organisasi perserikatan bangsa-bangsa menyebutkan bahwa kondisi kualitas lahan berada pada kondisi buruk dan sangat buruk bagi pertanian (Paustian *et al*, 2016)

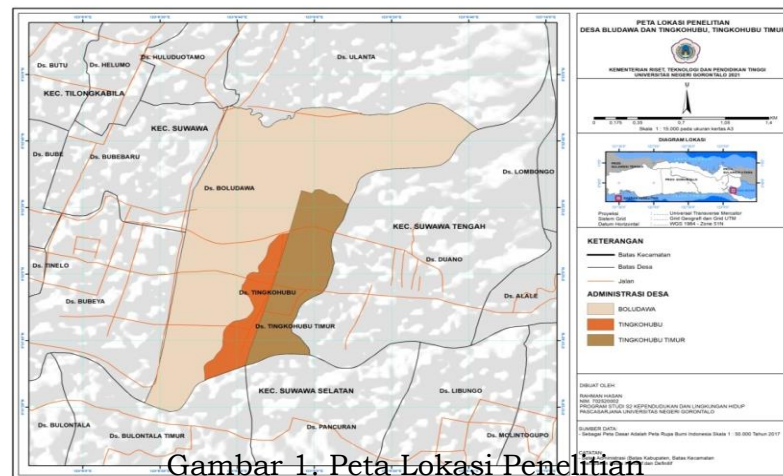
Permasalahan perubahan fungsi lahan hutan menjadi non hutan juga terjadi di wilayah DAS Bone sub DAS Talamate yang secara administrasi berada di Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango. Secara administrasi sub DAS Tamalate meliputi 3 wilayah desa yaitu Desa Boludawa, Desa Tingkohubu dan

Desa Tingkohubu Timur. Beberapa alasan masyarakat untuk melakukan alih fungsi lahan adanya permintaan yang tinggi terhadap komoditas jagung. Tanaman jagung merupakan tanaman yang secara turun temurun diusahakan oleh petani di wilayah sekitar hutan untuk menopang dan penghidupan. Meskipun secara ekonomi dapat mengangkat derajat pendapatan petani, namun alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan jagung dapat mengakibatkan kehilangan bahan organik, menaikkan input pupuk yang dapat mencemari lahan, sehingga biaya untuk pemulihan lahan-lahan pertanian menjadi lebih tinggi (Jang, *et al*, 2020). Degradasi lahan diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan potensi peningkatan potensi perubahan iklim dan berpotensi terjadi dinegara maju maupun negara berkembang (IPBES, 2018; IPCC, 2019). Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan perkebunan jagung dapat menimbulkan wilayah tangkap air berkurang sehingga berpeluang terjadi banjir yang menyebabkan rumah-rumah warga terendam banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan tutupan hutan dan lahan di Sub DAS Tamalate DAS Bone Kabupaten Bone Bolango

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan waktu Penelitian

Lokasi Penelitian secara administrasi berada di di Desa Boludawa, Desa Tingkohubu, Desa Tingkohubu Timur Kecamatan Suwawa, Sub DAS Tamalate DAS Bone Provinsi Gorontalo. Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan yakni dari bulan Oktober sampai dengan bulan November 2021. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat-Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut, laptop, personal computer, Receiver GPS, printer, kamera dan ATK. Bahan dalam penelitian ini adalah peta rupa bumi skala 1:50.000, peta tutupan lahan skala 1:50.000, peta wilayah sub DAS 1 : 25.000, peta jenis tanah 1: 50.000, peta geologi 1:50.000, peta topografi 1:50.000, data curah hujan, alat transportasi dan seperangkat komputer yang dilengkapi dengan software ArcGIS 10.5, Idrisi TerrSet, Microsoft Excel, dan Microsoft Word serta software

lainnya yang menunjang dalam penelitian. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Landsat-7 ETM Tahun 2003, 2006 dan 2019, Citra Landsat-8 OLI Tahun 2020, Peta Batas DAS Bone, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1: 50.000 Tahun 2018, Peta Digital Elevation Model (DEM),

Tahap Persiapan. Tahap persiapan meliputi observasi lapangan, menentukan metode pengambilan data, dan menyiapkan peralatan yang akan digunakan dalam pengambilan data di lapangan, menyiapkan peta-peta dasar.

Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari data sifat jenis tanah, data limpasan, data erosi dalam bentuk spasial, sedangkan data sekunder meliputi citra tutupan lahan Tahun 2019, data hujan harian, serta nilai erodibilitas tanah di Sub DAS Talamate DAS Bone.

Analisis Perubahan Tutupan Hutan dan Lahan

Langkah pertama yang dilakukan dalam menganalisis citra *landsat TM* tersebut adalah dengan mengadakan koreksi dari citra digital *landsat TM* tersebut dengan acuan peta rupa bumi. Koreksi geometris dengan menggunakan peta acuan ini hanya dilakukan pada salah satu data citra *landsat TM*. Koreksi geometris untuk citra yang lain dilakukan dengan cara koreksi dari citra ke citra.

Penentuan lokasi penelitian (*clipping*) dilakukan dengan menggunakan peta tata batas sub DAS Tamalate DAS Bone. Selanjutnya dilakukan interpretasi citra *landsat TM* dengan menggunakan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Pembagian kelas klasifikasi dibuat berdasarkan klasifikasi ***Intergovernmental Panel on Climate Change*** versi IPCC (2019). Adapun kelas klasifikasi tersebut adalah: 1). hutan, 2). lahan pertanian, 3) padang rumput 4). lahan basah/tubuh air, 5). pemukiman 6). lahan lainnya yang tidak termasuk pada 5 kategori diatas seperti; lahan kosong dan tanah berbatu. Cek lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi saat ini di lapangan. Posisi geografis obyek yang diamati dilapangan dapat diketahui dengan menggunakan alat GPS. Untuk mengetahui perubahan penutupan lahan dari tahun 2003, 2006, 2019 dilakukan dengan meng-*overlay* peta tematik hasil klasifikasi pada tiap liputan. Penentuan tahun 2003 dalam analisis perubahan penutupan lahan dan hutan di sub DAS Tamalate DAS Bone karena pada tahun 2003 wilaya ini mengalami tekanan berupa perambahan hutan, pembangunan pemukiman

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geografis

Sub DAS Tamalate merupakan bagian dari DAS Bone yang terletak di 2 provinsi yaitu Provinsi Gorontalo dan Sulawesi Utara. Daerah Aliran Sungai Bone secara geografis berada pada 123° 03' 39" BT – 123° 43' 19" BT dan 0° 24' 14" LU – 0° 42' 21" LU, yang berbatasan dengan DAS. Sebelah utara DAS Bolango, sebelah Timur DAS Limboto, Sebelah Selatan DAS Batudaa Sebelah Barat

DAS Dumoga (Sulawesi Utara). Lokasi penelitian secara administrasi berada Desa Boludawa, Desa Tingkohubu dan Desa Tingkohubu Timur Kecamatan

Suwawa, Kabupaten Bone Bolango. Berdasarkan fungsi kawasan, Sub DAS Tamalate terletak pada lahan di luar dan dalam kawasan hutan yang meliputi Areal Penggunaan Lain dan Hutan Lindung

Kondisi Iklim

Iklim di wilayah Sub DAS Tamalate DAS Bone memiliki type iklim agak lembab dan lembab berdasarkan klasifikasi iklim Fontanel – Chantefort, Curah Hujan pada DAS Bone berkisar antara 1000 mm – 2.200 mm/tahun. Musim hujan terjadi sekitar bulan oktober hingga april, sedangkan musim kemarau pada bulan Mei sampai September. Curah hujan tahunan tertinggi yaitu sebesar 2.132,31 mm/tahun. Sedangkan curah hujan tahunan terendah 1.161,67 mm/tahun.

Jenis tanah

Jenis tanah yang terdapat di sub DAS Tamalate DAS Bone antara lain jenis tanah aluvial, andosol, latosol, litosol dan podsolik. Jenis tanah yang paling dominan adalah alluvial, jenis tanah ini adalah jenis tanah paling subur, jenis tanah lain yang bisa ditemukan berdasarkan hasil overlay peta jenis tanah adalah jenis tanah latosol dan jenis tanah podsolik. Jenis tanah podsolik merupakan jenis tanah yang paling dominan berada di Desa Tingkohubu Timur.

Kondisi demografi

Total jumlah penduduk yang mendiami wilayah sub DAS Tamalate DAS Bone mencapai 5.429 jiwa dengan rincian jumlah penduduk Desa Boludawa mencapai 2.918 jiwa, desa Tingkohubu mencapai 1.502 jiwa dan Desa Tingkohubu Timur mencapai 1.009 jiwa dengan tingkat kepadatan mencapai 11 jiwa/km² (BPS Bone Bolango, 2020).

Masyarakat yang tinggal di sub DAS Tamalate DAS Bone umumnya berprofesi sebagai petani dan buruh tani. Komoditas yang dihasilkan dari lahan-lahan pertanian adalah tanaman jagung. Luasnya kebun jagung di sub DAS Tamalate DAS Bone telah mendorong percepatan alih fungsi lahan pertanian. Hasil wawancara yang dilakukan pada petani memperlihatkan bahwa pendapatan terbesar petani berasal dari hasil panen jagung.

Tingkat pendapatan masyarakat ketiga Desa yaitu Desa Boludawa, Tingkohubu dan Tingkohubu Timur dari tahun ke tahun meningkat, ini bisa dilihat pada grafik pendapatan. Untuk Desa Boludwa Tahun 2003 adalah Rp. 400.000, Tahun 2020 Rp. 950.000 per bulan per kepala keluarga. Desa Tingkohubu Tahun 2003 adalah Rp. 300.000, tahun 2020 adalah Rp. 900.000 per bulan per kepala keluarga. Desa Tingkohubu Timur tahun 2003 adalah Rp. 275.000. Tahun 2020 adalah Rp. 850.000 per bulan per kepala keluarga.

Analisa perubahan tutupan lahan

Analisa tutupan lahan menunjukkan, terdapat 7 tipe tutupan lahan di sub DAS Tamalate DAS Bone. Menurut Baig, *et al.* 2022. Tutupan lahan merupakan manifestasi fisik bentang lahan, sedangkan penggunaan lahan adalah ekspresi dari interaksi antara lingkungan dengan aktivitas manusia yang mencoba untuk membuat lingkungannya sesuai dengan kehidupan dan kebutuhannya. Tutupan lahan dominan adalah tutupan pertanian lahan kering. Situasi ini dapat menjelaskan bahwa tekanan terhadap sumberdaya lahan di Sub DAS Tamalate berasal dari kegiatan pertanian, sehingga sector pertanian berpotensi menimbulkan laju perubahan tutupan lahan yang lebih massif

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan disebabkan oleh berbagai faktor pendorong dan aktor-aktor yang memicu laju perubahan tertentu (Yiridomoh, *et al* 2021). Zhang et al. (2019) menyatakan bahwa secara umum perubahan tutupan dan penggunaan lahan tidak hanya disebabkan oleh satu penyebab tetapi kombinasi dari berbagai penyebab dalam kondisi tertentu. Penyebab perubahan lahan dapat dibagi menjadi penyebab dasar dan penyebab langsung. Penyebab langsung adalah aktivitas atau tindakan manusia yang secara langsung memengaruhi penggunaan lahan, sedangkan penyebab dasar adalah proses yang mendasar seperti dinamika populasi manusia atau kebijakan pertanian (El-Tantawi, 2019).

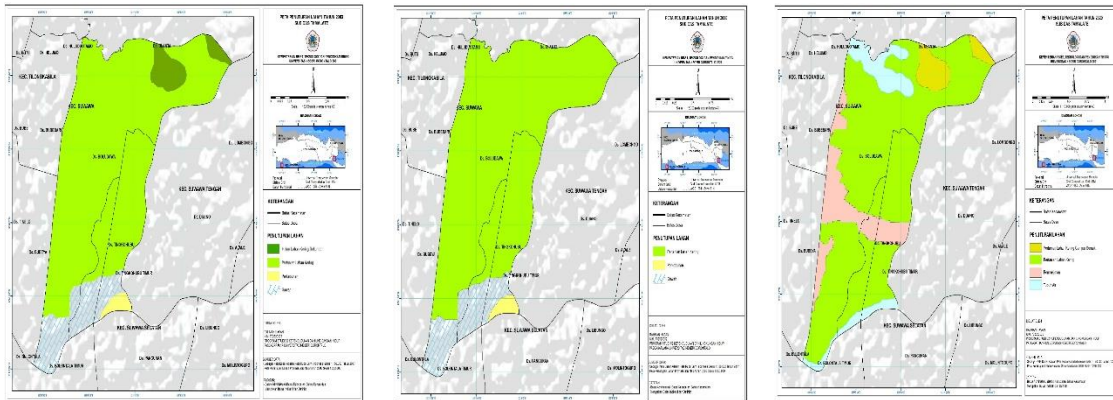
Selama kurun waktu 2003-2019, dinamika tutupan lahan di sub DAS Tamalate DAS Bone sangat dipengaruhi oleh dinamika tutupan pertanian lahan kering, pemukiman sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 2

Tabel 2. Dinamika kondisi tutupan lahan selang waktu 2003-2019

Tutupan lahan	Kondisi Tutupan Lahan		
	2003	2006	2019
Hutan lahan kering sekunder	17.01	0	0
Pertanian lahan kering	272.09	272.09	245.29
Pertanian lahan kering campur semak	0	17.01	17.01
Sawah	36.74	36.74	0
Pemukiman	0	0	41.99
Perkebunan	4.23	4.23	0
Tubuh air	0	0	25.75
Total	330.07	330.07	330.07

Sumber: Hasil olahan data primer, 2022

Selanjutnya Juniyanti, *et al* (2019) mengemukakan bahwa perubahan tutupan lahan berdampak negative terhadap kondisi sosial dan lingkungan pada tujuan 15 *Sustainable Development Goals* (SDGs) yaitu melindungi, memulihkan dan mempromosikan pemanfaatan ekosistem terestrial yang berkelanjutan, memerangi degradasi lahan dan menghentikan hilangnya keanekaragaman hayati. Penggunaan teknologi system informasi geografi dapat membantu memahahi trend perubahan tutupan lahan khususnya diwilayah sub DAS Tamalate DAS Bone



Gambar 2. Dinamika spasial tutupan lahan sub DAS Tamalate 2003, 2016 dan 2019 (Sumber: data hasil olahan, 2022)

Hasil analisis spasial menunjukkan, sub DAS Tamalate telah kehilangan tutupan hutan seluas 17,01 ha dalam kurun waktu 3 tahun yaitu sejak tahun 2003-2006. Laju deforestasi di sub DAS Tamalate DAS Bone mencapai 5,67 ha/tahun. Kehilangan tutupan hutan diakibatkan oleh meluasnya lahan garapan pertanian terutama jagung di sub DAS Tamalate. Deforestasi yang disebabkan oleh meluasnya lahan-lahan pertanian umumnya disebabkan oleh adanya permintaan yang tinggi terhadap komoditas pangan sebagaimana yang terjadi di beberapa negara seperti Korea Utara, Brazil dan Gorontalo (Lim, *et al*, 2017; Koch *et al*, 2019; Dunggio, 2012)

Tabel 3. Perubahan tutupan lahan di sub DAS Tamalate DAS Bone

Sub DAS Tamalate	2003	2006	perubahan	2006	2020	perubahan
Hutan lahan kering sekunder	17.01	0	-17.01	0	0	-17.01
Pertanian lahan kering	272.09	272.09	0	272.09	245.29	-26.8
Pertanian lahan kering campur semak	0	17.01	17.01	17.01	17.01	0
Sawah	36.74	36.74	0	36.74	0	-18.8
Pemukiman	0	0	0	0	41.99	41.99
Perkebunan	4.23	4.23	0	4.23	0	-4.23
Tubuh air	0	0	0	0	25.75	25.75
Total	330.07	330.07	0	330.07	330.07	0

Sumber. Data primer 2022

Kerusakan lingkungan akibat deforestasi di sub DAS Tamalate bisa terlihat makin meluasnya dataran banjir, hal ini terlihat pada luasan badan air yang telah mencapai 25,75 ha, padahal sebelum tahun 2006, badan air belum terlihat. Meluasnya pemukiman di sub DAS Tamalate akibat perluasan lahan pertanian juga telah memicu makin meluasnya deforestasi. Deforestasi yang terjadi pada beberapa belahan dunia telah menjadi perhatian global karena berdampak pada kenaikan emisi gas rumah kaca dan dapat memicu terganggunya Kesehatan global (Garg, 2019; Masuda, *et al*. 2019; IPCC, 2019). Meskipun demikian, perluasan lahan pertanian berjalan lambat saat COVID-19 menerjang karena terganggunya pasokan pangan akibat penurunan permintaan pasar (Dunggio *et al*, 2021)

PENUTUP

Dinamika tutupan hutan dan lahan di sub DAS Tamalate berjalan sangat cepat. Klasifikasi terhadap tipe tutupan lahan menunjukkan terdapat 7 tipe tutupan lahan di sub DAS Tamalate DAS Bone yang tersebar di 3 desa yaitu

Boludawa, Tingkohubu dan Tingkohubu Timur. Berdasarkan hasil analisis spasial sub DAS Tamalate DAS Bone telah kehilangan 17,01 ha hutan dan berubah menjadi pertanian lahan kering. Kawasan pemukiman bertambah seluas 41,99 ha. Situasi berdampak pada makin seringnya banjir yang terjadi pada musim hujan

Deforestasi yang terjadi di sub DAS Tamalate DAS Bone disebabkan karena faktor sosial ekonomi masyarakat seperti, peningkatan permintaan jagung, peningkatan pendapatan petani dan rendahnya control para pihak terhadap lingkungan hidup.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih BPDAS Provinsi Gorontalo, BPKH Wilayah XV Gorontalo yang telah memberikan akses terhadap data-data spasial, dan pemerintah Kabupaten Bone Bolango yang telah memberikan ijin penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Baig, MF., & Mustafa, MRU., Baig, I., Takaijudin, HB., Zeshan, MT. (2022). Assessment of Land Use Land Cover Changes and Future Predictions Using CA-ANN Simulation for Selangor, Malaysia. *Water*. 14. 402. DOI:[10.3390/w14030402](https://doi.org/10.3390/w14030402)
- Bella, H.M., dan Sri, M., 2021. Alih Fungsi Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian Di Desa Berawang, Kecamatan Ketol, Kabupaten Aceh Tengah. *Pros. SemNas. Peningkatan Mutu Pendidikan Volume 2 Nomor 1, Januari 2021*, Halaman 88-91, E-ISSN: 2745-5297.
- BPS. 2020. Kabupaten Bone Bolango dalam Angka. BPS Kabupaten Bone Bolango
- Cahyono, Y.E., Hasim, Dunggio, I. 2021. Analisis Pola Perubahan Penggunaan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Biyonga Kabupaten Gorontalo Provinsi Gorontalo. *GJFR Volume 4 Nomor 2 Oktober 2021*, E-ISSN 2614-204X P-ISSN 2614-2058. DOI: <https://doi.org/10.32662/gjfr.v4i2.1698>
- Desey, H., F Lihawa., I Dunggio. 2022. Strategi Pengelolaan Limbah Cair Industri Kecil Menengah Di Kabupaten Gorontalo Utara. *RADIAL Vol. 10 No. 1, Juni 2022*, Hal. 23-33. ISSN: 2337-4101, E-ISSN: 2686-553X. DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i1.262>
- Dunggio I., Basuni S., Indrawan A., Soekmadi R. 2012. Model kelembagaan pengelolaan hutan lindung: Studi kasus pengelolaan hutan lindung Gunung Damar. [Disertasi]. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/55085>
- Dunggio I., Ichsan AC. 2022. Efektifitas pembuatan tanaman vegetatif dalam menanggulangi erosi dan sedimentasi. *Jurnal Belantara Vol. 5, No.1, Maret 2022* (45-58). E-ISSN 2614-3453 P-ISSN 2614-7238. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbl.v5i1.882>
- Dunggio, I., Abdullah, S., & Risma Neswati. (2021). Impact Of Pandemic Covid-19 On Environmental And Agriculture In The Province Of Gorontalo. *Jurnal Ecosolum*, 10(1), 82-96. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v10i1.14235>

- El-Tantawi, A.M.; Bao, A.; Chang, C.; Liu, Y. 2019. Monitoring and predicting land use/cover changes in the Aksu-Tarim River Basin, Xinjiang-China (1990–2030). *Environ. Monit. Assess.*, 191, 1–18
- FAO. 2015. Healthy Soils Are the Basis for Healthy Food Production (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2015), pp. 1–4. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/645883cd-ba28-4b16-a7b8-34babbb3c505/>. Accessed 11 August 2022.
- Garg, T. (2019). Ecosystems and human health: The local benefits of forest cover in indonesia. *Journal of Environmental Economics and Management*, page 102271.
- Humpenöder, F., A. Popp, B.L. Bodirsky, I. Weindl, A. Biewald, H. Lotze-Campen, J.P. Dietrich, D. Klein, U. Kreidenweis, C. Müller. 2018 Large-scale bioenergy production: how to resolve sustainability trade-offs? *Environ. Res. Lett.*, 13, p. 024011, [10.1088/1748-9326/aa9e3b](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9e3b)
- IPBES (2018). The assessment report on land degradation and restoration. In Montanarella, L., Scholes, R., & Brainich, A. (eds.). *Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (p. 744). Bonn, Germany: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
- IPCC (2019). Summary for policymakers. *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*, Geneva, Switzerland: IPCC Secretariat
- IPCC (2019). Global Warming of 1.5 Degree C: Special Report on the Impacts of Global Warming. Geneva, Switzerland.
- Jang, WS., Neff, JC. Im, Y., Doro, L., Herrick, JE. 2020. The Hidden Costs of Land Degradation in US Maize Agriculture. *Earth's Future*. Volume 9, Issue 2. <https://doi.org/10.1029/2020EF001641>
- Juniyanti, L., Prasetyo, LB., Aprianto, DP., Purnomo, H., Kartodihardjo, H. 2019. Land-use/land cover change and its causes in Bengkalis Island, Riau Province (from 1990-2019). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Vol. 10 No. 3 (2020). <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.3.419-435>
- Kojongkam, G.A., Rahim, S., Dunggio, I. 2022 The effect of regional fiscal capacity on climate change Action Budget Commitments. Volume 5 No 1 April tahun 2022. DOI: <https://doi.org/10.32662/golder.v5i1.1996>
- Koch, N., zu Ermgassen, E. K., Wehkamp, J., Oliveira Filho, F. J., and Schwerhoff, G. (2019). Agricultural productivity and forest conservation: evidence from the Brazilian Amazon. *American Journal of Agricultural Economics*, 101(3):919–940.
- Lim, CH., Choi Y., Kim, M., Woo JS., Kyun LW. 2017. Impact of Deforestation on Agro-Environmental Variables in Cropland, North Korea. *Sustainability* 2017, 9, 1354. doi:10.3390/su9081354
- Masuda, Y. J., Castro, B., Aggraeni, I., Wolff, N. H., Ebi, K., Garg, T., Game, E. T., Krenz, J., and Spector, J. (2019). How are healthy, working populations affected by increasing temperatures in the tropics? implications for climate change adaptation policies. *Global Environmental Change*, 56:29–40

- Paustian K, Lehmann J, Ogle S, Reay D, Robertson GP, Smith P. 2016. Climate-smart soils. *Nature*. 2016 Apr 7;532(7597):49-57. doi: 10.1038/nature17174. PMID: 27078564
- Sulistiyono, N., Bastian SPG., Pindi P, Arida, S. 2019. Land Cover Change and Deforestation Characteristics in The Management Section of National Park (MSNP) VI Besitang, Gunung Leuser National Park. *Journal of Sylva Indonesiana (JSI)* Vol. 02, No. 02, 2019 |91 – 100 p-ISSN: 2622-5093 e-ISSN: 2622-5158. DOI:10.32734/jsi.v2i2.1120S
- Springmann, M., Clark, D. Mason D' Croz, K. Wiebe, B.L. Bodirsky, L. Lassalle, W. de Vries, S.J. Vermeulen, M. Herrero, K.M. Carlson. 2018. Options for keeping the food system within environmental limits *Nature*, 562 (2018), pp. 519-525, [10.1038/s41586-018-0594-0](https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0)
- Weindl, A. Popp, B.L. Bodirsky, S. Rolinski, H. Lotze-Campen, A. Biewald, F. Humpe, J.P. Dietrich, M. Stevanović. 2017 Livestock and human use of land: productivity trends and dietary choices as drivers of future land and carbon dynamics *Glob. Planet. Change*, 159 (2017), pp. 1-10, [10.1016/j.gloplacha.2017.10.002](https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.10.002)
- Yiridomoh, G.Y.; Appiah, D.O.; Owusu, V.; Bonye, S.Z. 2021. Women smallholder farmers off-farm adaptation strategies to climate variability in rural savannah, Ghana. *GeoJournal*, 86, 2367–2385
- Zhang, C.; Sargent, I.; Pan, X.; Li, H.; Gardiner, A.; Hare, J.; Atkinson, P.M. 2019. Joint Deep Learning for land cover and land use classification. *Remote. Sens. Environ.* 221, 173–18