

KARAKTERISTIK TANAH DAN IKLIM SEBAGAI INDIKATOR HIDROLOGI DI DAERAH ALIRAN SUNGAI TAMIANG PROVINSI ACEH

(Soil and Climate Characteristics as Hydrological Indicators in the Tamiang Watershed of Aceh Province)

Cut Azizah¹⁾, Nuraida²⁾, Sarif Robo³⁾

¹⁾Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Al-Muslim, Bireuen, Provinsi Aceh, 24267

²⁾Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Al-Muslim Bireuen, Provinsi Aceh, 24267

³⁾Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Khairun Gambesi, Kota Ternate Selatan

Article Info:

Received: June 25, 2022

Accepted: July 27, 2022

Keywords:

Climate; ENSO; Equatorial; IOD; Texture;

Corresponding Author:

Cut Azizah,
Program Studi Magister
Pengelolaan Sumber Daya Alam
dan Lingkungan, Program
Pascasarjana, Universitas Al-
Muslim, Bireuen, Provinsi Aceh,
24267.

Hp: 081269693979

Email:

cut.azizah13@gmail.com

Abstrak, pemahaman kuantitatif perilaku hidrologi Daerah Aliran Sungai dapat diketahui dari karakteristik tanah dan iklim. Karakteristik tanah dianalisis berdasarkan data primer dari pengambilan sampel tanah terganggu untuk menentukan kelas tekstur tanah. Kelas Tekstur di analisis di Laboratorium Tanah Institute Pertanian Bogor dan diklasifikasi dengan metode USDA. Karakteristik iklim Daerah Aliran Sungai Tamiang dianalisis menggunakan data curah hujan observasi dan data temperatur, untuk mengidentifikasi pola hujan, tipe iklim, dan pengaruh ENSO dan IOD terhadap DAS Tamiang. Tipe iklim diklasifikasikan dengan metode Schmidt-Ferguson, Oldeman dan Koppen. Pengaruh ENSO dan IOD terhadap iklim regional Daerah Aliran Sungai Tamiang dianalisis menggunakan *tool climate explorer*. Hasil dari analisis tekstur tanah, Daerah Aliran Sungai Tamiang didominasi oleh tekstur tanah liat. Karakteristik pola hujan adalah ekuatorial dengan puncak musim hujan Bulan Mei dan Oktober. Pengaruh iklim global ENSO terhadap iklim regional DAS Tamiang pada kategori lemah dengan korelasi -0.347, sedangkan pengaruh IOD sangat lemah dengan korelasi 0.089.

Abstract, quantitative understanding of hydrological behavior watershed can be known from soil and climate characteristics. Soil characteristics were analyzed based on primary data from disturbed soil sampling to determine the soil texture class. The Texture Class was analyzed in the Soil Laboratory Bogor Agricultural Institute and classified by the USDA method. Climate characteristics of watershed Tamiang were analyzed using observational rainfall data and temperature data, to identify rain patterns, climate types, and the influence of ENSO and IOD on the Tamiang watershed. Climatic types are classified by the Schmidt-Ferguson, Oldeman and Koppen methods. The effect of ENSO and IOD on the regional climate of watershed Tamiang was analyzed using the climate explorer tool. As a result of the soil texture analysis, watershed Tamiang is dominated by clay texture. The characteristic rain pattern is equatorial with peak rainy seasons of May and October. The influence of ENSO's global climate on the regional climate of the Tamiang watershed is in the weak category with a correlation of -0.347, while the influence of IOD is very weak with a correlation of 0.089.

PENDAHULUAN

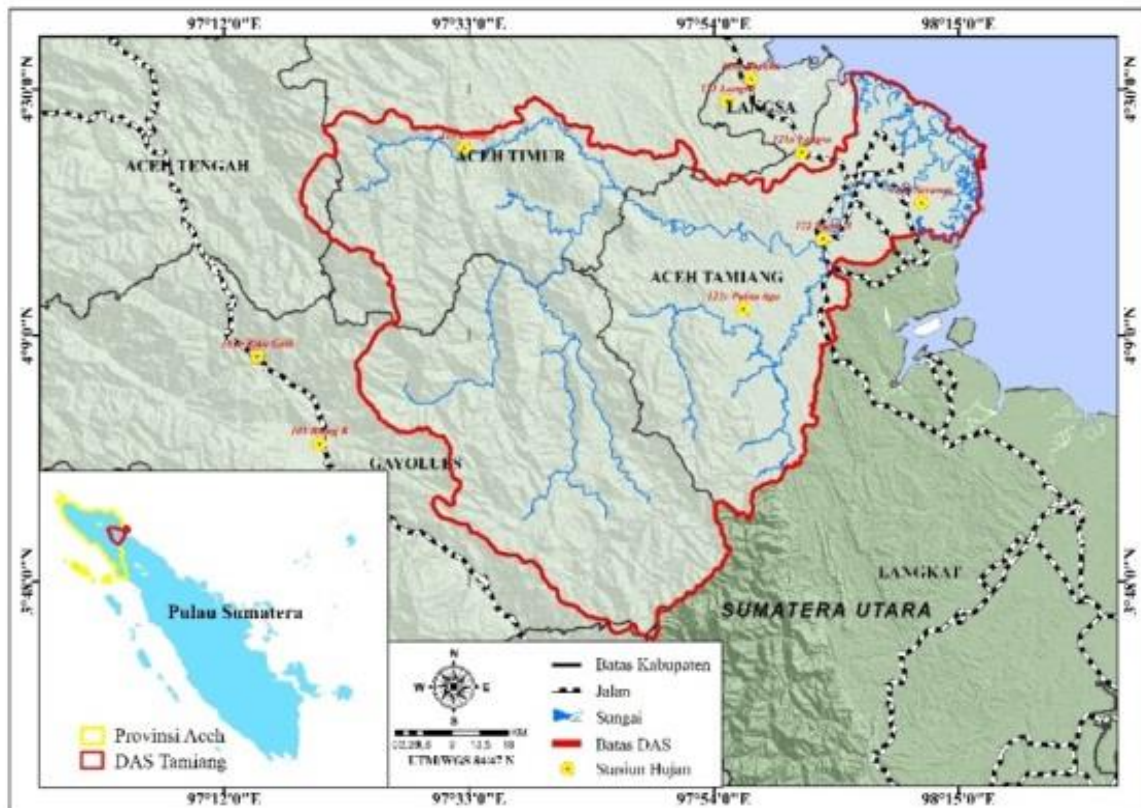
Daerah Aliran Sungai (DAS) Tamiang termasuk dalam 9 DAS rawan bencana dan 108 DAS kritis di Indonesia karena banjir. Banjir yang terjadi di DAS Tamiang terjadi dua sampai tiga kali dalam satu tahun yang diantaranya banjir bandang (Menhut RI, 2009; Nugroho, 2017; Hadi, 2018). Dalam satu setengah dekade terakhir telah terjadi 31 kali banjir dengan 16,13 persen merupakan banjir bandang. Banjir bandang paling ekstrem pada tahun 2006 menyebabkan 29 korban jiwa, 58 ribu jiwa menggungsi dan kerugian satu trilyun rupiah (BNPB, 2018; World Bank, 2007).

Mitigasi bahaya banjir suatu kawasan DAS memerlukan data pendukung untuk merancang berbagai model pengelolaan DAS terpadu. Data pendukung yang dibutuhkan adalah analisis tanah dan iklim. Analisis tanah yang sangat berperan penting dalam membangun model hidrologi pengelolaan DAS adalah sifat fisik tanah, khususnya tekstur tanah. Analisis iklim yaitu pola curah hujan dan iklim bertujuan untuk memahami perilaku hidrologi DAS sebagai tahapan awal pemahaman siklus limpasan. Karakteristik iklim akan menggambarkan iklim regional DAS Tamiang.

Studi yang terkait dengan karakteristik tanah dan iklim membutuhkan pengambilan data primer dan sekunder sehingga pengeluaran, waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk mengumpulkan informasi tersebut sangat penting dan tinggi. Para peneliti dan perencana harus bergantung pada database terbatas yang tersedia untuk analisis hidrologi dalam perencanaan sumberdaya air dan pengelolaan DAS. Oleh karena itu, Penelitian karakteristik tanah dan iklim di DAS Tamiang bertujuan untuk memetakan karakteristik tanah dan iklim sehingga dapat digunakan dalam analisis hidrologi.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan pada DAS Tamiang yang terletak di Provinsi Aceh, Indonesia. Wilayah DAS Tamiang termasuk dalam Kabupaten Aceh Tamiang, Aceh Timur dan Gayo Lues. Luas DAS Tamiang adalah 5 424 km² di outlet Bukit Suling, terbagi kedalam 4 sub DAS yaitu Simpang Kiri, Simpang Jernih, Waini Lesten dan Waini Orenge (Gambar 1).

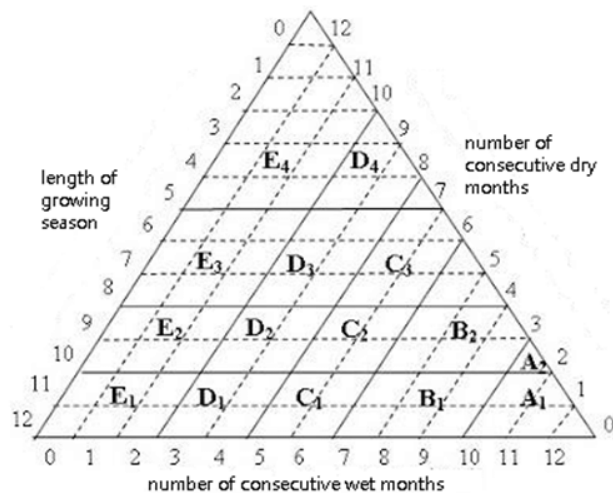


Gambar 1. DAS Tamiang Provinsi Aceh berbatasan dengan Provinsi Sumatera Utara. Batas hidrologis dengan DAS Pereulak, DAS Jambo Aye, DAS Tripa, DAS Lawe Alas dan DAS Besitang.

Data spasial peta jenis tanah di dapatkan dari peta klasifikasi tanah Regional *Physical Planning Programme For Transmigration (RePPPProT)* tahun 1992. Jenis tanah di DAS Tamiang terdiri dari 3 jenis tanah yaitu inceptisol, molisol dan ultisol. Pengambilan sampel tanah di DAS Tamiang, dilakukan pada 3 jenis tanah untuk 4 sub DAS Tamiang sehingga jumlah titik pengambilan sampel tanah adalah 12 titik. Sampel di ambil pada bulan Juni sampai dengan Juli 2018. Metode pengambilan sampel tanah adalah metode sampel tanah terganggu. Penentuan distribusi partikel tanah di Laboratorium menggunakan metode Hydrometer Bouyoucos (1962) pada Laboratorium Tanah Institut Pertanian Bogor. Kelas tekstur diklasifikasikan menurut Diagram Segitiga Tekstur Tanah USDA (*United States Department of Agriculture*). Sedangkan data analisis adalah data curah hujan harian observasi Stasiun Pulau Tiga tahun 1990-1993, 1996 dan 2005-2018 dari PT Perkebunan Nusantara I. Stasiun Hujan Pulau Tiga terletak pada 4.17 LU- 97.908 BT dengan lokasi administratif di Kecamatan Kejuruan Muda Kabupaten Tamiang.

Iklim menggambarkan rata-rata, variabilitas atmosfer yang relevan seperti suhu, curah hujan, dan angin (Goosse *et al.* 2010). Herrmann dan Mohr (2011) menyebutkan skema klasifikasi iklim dapat menggunakan suhu udara di dekat permukaan dan curah hujan sebagai dua variabel utama dalam menggambarkan keseimbangan energi dan air, terutama karena keterbatasan aksesibilitas data iklim. Pola musonal memiliki satu puncak hujan yaitu periode November-Maret, dimana terdapat perbedaan jelas antara musim kemarau (curah hujan bulanan <150 mm) dan musim hujan (curah hujan bulanan >150 mm). Pola ekuatorial mempunyai dua puncak hujan yaitu pada bulan Oktober-November dan Maret-Mei, dengan rata-rata hujan >150 mm per bulan. Sedangkan pola lokal mempunyai satu puncak pada Juni-Juli dan satu palung pada November-Februari, dimana curah hujan rata-rata bulanan <150 mm (Adrian *et al.*, 2011; Aldrian & Susanto, 2003).

Klasifikasi iklim dianalisis dengan metode Schmidt-Ferguson, Oldeman dan Koppen. Schmidt-Ferguson menentukan iklim daerah tropis berdasarkan perhitungan jumlah bulan kering dan bulan basah tahun demi tahun. Bulan kering adalah bulan dengan curah hujan rata-rata < 60 mm. Bulan basah adalah bulan dengan curah hujan rata-rata > 100 mm. Persamaan untuk menentukan klasifikasi adalah $Q = \frac{D}{W}$, Dimana Q adalah tipe iklim, D adalah rata-rata jumlah bulan kering dan W adalah jumlah rata-rata bulan basah. Zona dan tipe iklim Schmidt-Ferguson adalah zona A-iklim sangat basah (Q<0.14), Zona B-iklim basah (Q=0.14-0.33), Zona C-iklim agak basah (Q=0.33-0.60), Zona D-iklim sedang (Q=0.60-1.00), Zona E-iklim agak kering (Q=1.00-1.67), Zona F-iklim kering (Q=1.67-3.00), Zona G-iklim sangat kering (Q=3.00-7.00), dan Zona H-iklim ekstrem kering (Q>7.00) (Schmidt & Ferguson, 1951).



Gambar 2. Segitiga Oldeman

Oldeman menentukan klasifikasi iklim berdasarkan kebutuhan air untuk persawahan dan palawija, sehingga penentuan tipe iklim menurut Oldeman terutama digunakan dalam usaha pertanian di Indonesia. Penentuan Klasifikasi Oldeman mengikuti ketentuan keberurutan bulan basah dan bulan kering. Bulan basah menurut Oldeman adalah bulan dengan curah hujan rata-rata >200 mm dan bulan kering adalah bulan dengan curah hujan rata-rata <100 mm. Penentuan klasifikasi iklim Oldeman menurut Gambar 2 yaitu Segitiga sama sisi Oldeman dengan sisi alas segitiga adalah jumlah bulan basah berturut-turut, sisi

kiri segitiga adalah panjang musim tanam dan sisi kanan segitiga adalah jumlah bulan kering berturut-turut (Wahid & Usman, 2017; Munandar & Sumiati, 2017).

Klasifikasi Köppen dikembangkan berdasarkan hubungan empiris antara iklim dan vegetasi. Klasifikasi iklim Köppen terdiri dari kelompok utama dan sub-tipe, sebagaimana tercantum dalam Tabel 2. Tipe iklim ditentukan berdasarkan kriteria gabungan suhu bulanan, curah hujan bulanan, dan total curah hujan tahunan. Tipe iklim menggunakan 2 huruf, huruf pertama untuk pengaruh suhu dan huruf kedua untuk pengaruh curah hujan (Kottek *et al.*, 2006; Chen & Chen, 2013).

Tabel 1 . Karakteristik utama klasifikasi iklim Koppen dengan 5 tipe utama dan 14 sub tipe iklim

Tipe	Deskripsi	Kriteria
A	Equatorial climates	$T_{\min} \geq +18^{\circ}\text{C}$
Af	Equatorial rainforest, fully humid	$P_{\min} \geq 60 \text{ mm}$
Am	Equatorial monsoon	$P_{\text{ann}} \geq 25(100 - P_{\min})$
As	Equatorial savannah with dry summer	$P_{\min} < 60 \text{ mm in summer}$
Aw	Equatorial savannah with dry winter	$P_{\min} < 60 \text{ mm in winter}$
B	Arid climates	$P_{\text{nn}} < 10P_{\text{th}}$
BS	Steppe climate	$P_{\text{ann}} > 5 P_{\text{th}}$
BW	Desert climate	$P_{\text{ann}} \leq 5 P_{\text{th}}$
C	Warm temperate climates	$-3^{\circ}\text{C} < T_{\min} < +18^{\circ}\text{C}$
Cs	Warm temperate climate with dry summer	$P_{\text{smin}} < P_{\text{wmin}}, P_{\text{wmax}} > 3 P_{\text{smin}}$ and $P_{\text{smin}} < 40 \text{ mm}$
Cw	Warm temperate climate with dry winter	$P_{\text{wmin}} < P_{\text{smin}}$ and $P_{\text{smax}} > 10 P_{\text{wmin}}$
Cf	Warm temperate climate, fully humid	neither Cs nor Cw
D	Snow climates	$T_{\min} \leq -3^{\circ}\text{C}$
Ds	Snow climate with dry summer	$P_{\text{smin}} < P_{\text{wmin}}, P_{\text{wmax}} > 3 P_{\text{smin}}$ and $P_{\text{smin}} < 40 \text{ mm}$
Dw	Snow climate with dry winter	$P_{\text{wmin}} < P_{\text{smin}}$ and $P_{\text{smax}} > 10 P_{\text{wmin}}$
Df	Snow climate, fully humid	neither Ds nor Dw
E	Polar climates	$T_{\text{max}} < +10^{\circ}\text{C}$
ET	Tundra climate	$0^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{max}} < +10^{\circ}\text{C}$
EF	Frost climate	$T_{\text{max}} < 0^{\circ}\text{C}$

Sumber : Kottek *et al.*, 2006

Pengaruh ENSO dan IOD

El Niño Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) merupakan fenomena global interaksi lautan dan atmosfer. ENSO terjadi di Samudra Pasifik, dimana akan menghasilkan variasi periodik antara suhu permukaan laut di bawah normal dan di atas normal dan kondisi kering dan basah selama beberapa tahun. Anomali ini akan mempengaruhi atmosfer di atasnya, demikian pula atmosfer mempengaruhi laut di bawahnya. Kondisi ENSO dapat diprediksi dengan El Nino Indeks yaitu indeks Nino 3.4 (Meyers *et al.*, 2007). IOD fenomena di Samudra Hindia, yang merupakan pola variabilitas internal dengan suhu permukaan laut Sumatra yang anomali rendah dan suhu permukaan laut yang tinggi di Samudera Hindia bagian barat. Anomali ini akan menyebabkan anomali angin dan curah hujan. IOD dimonitor oleh Dipole Mode Index (DMI) sebagai perbedaan SST antara area wilayah barat (50-70°E, 10°S hingga 0°N) dan wilayah timur (90-110°E, 10-0°S) (Saji *et al.*, 1999).

Nur'utami dan Hidayat (2016) menyebutkan, variabilitas curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh fenomena ENSO dan IOD. Untuk melihat seberapa signifikan pengaruh pada DAS Tamiang maka dianalisis pengaruh ENSO dan IOD dengan *tool climate explorer*. *Climate Explorer* (www.climep.knmi.nl) adalah aplikasi berbasis web untuk penelitian iklim yang dikelola oleh *Royal Netherlands Meteorological Institute* (KNMI) dan berisi aplikasi komprehensif koleksi set data iklim dan alat analisis. Salah satu aplikasinya adalah mengkorelasikan data curah hujan dengan indeks Nino 3.4 dan indeks DMI (Eden, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah DAS Tamiang

Variasi ukuran partikel tanah pasir, debu dan liat DAS Tamiang ditemukan bervariasi masing-masing antara 2.47 hingga 69.31%, 14.83 hingga 41.52% dan 11.79 hingga 63.21%. Tekstur tanah DAS Tamiang dikategorikan dalam lima kelas yaitu liat, lempung berpasir, lempung berliat, liat berlumpur, dan liat berpasir. Kelas tekstur utama yang ditemukan adalah liat pada 5 titik dari 12 titik pengambilan sampel.

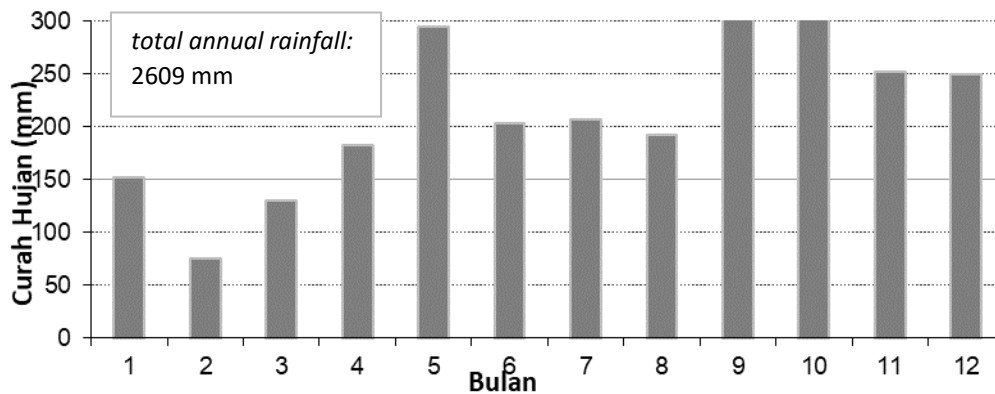
Tabel 2. Klasifikasi tekstur tanah DAS Tamiang

No. Grid	Analisis ukuran partikel			Kelas Tekstur
	Pasir,%	Debu,%	Liat,%	
1	26.75	22.35	50.91	Liat
2	69.31	18.90	11.79	Lempung berpasir
3	39.91	28.18	31.92	Lempung berliat
4	16,57	26.79	56.65	Liat
5	31,15	30,62	38.24	Lempung berliat
6	14.77	32.62	52.62	Liat
7	23.84	33.10	43.07	Liat
8	15.86	41.52	42.63	Liat berlumpur
9	2.47	33.64	63.90	Liat
10	37.89	22.97	39.14	Lempung berliat
11	47.70	14.83	37.47	Liat berpasir
12	67.31	16.07	16.63	Lempung berliat

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa wilayah DAS Tamiang di dominasi oleh tekstur liat, meskipun mengandung kadar pasir, debu, serta liat yang berbeda-beda, namun secara umum tanah di DAS Tamiang bertekstur liat. Environment Agency (2007) menyebutkan, risiko limpasan dan erosi dipengaruhi oleh perbedaan kecil dalam tekstur tanah. Tekstur mempengaruhi derajat perkolasi air melalui tanah, dan juga stabilitas tanah. Tanah yang mengandung sebagian besar pasir memiliki pori-pori yang relatif besar di mana air dapat mengalir dengan bebas. Tanah-tanah ini memiliki risiko lebih kecil untuk menghasilkan limpasan. Ketika proporsi tanah liat meningkat, ukuran ruang pori berkurang. Ini membatasi pergerakan air melalui tanah dan meningkatkan risiko limpasan. Tanah dengan kandungan tanah liat rendah kurang kohesif dan secara inheren lebih tidak stabil.

Karakteristik Iklim DAS Tamiang

Pola curah hujan adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi siklus limpasan dalam sistem hidrologi. Analisis data curah hujan untuk jangka waktu lama akan memberikan informasi tentang pola dan variabilitasnya. Data curah hujan observasi stasiun Pulau Tiga dapat memberikan gambaran pola curah hujan DAS Tamiang, walaupun secara teori kurang memadai karena luasnya wilayah. Hasil analisis, curah hujan tahunan rata-rata untuk DAS Tamiang adalah 2609 mm. Curah hujan minimum dan maksimum rata-rata adalah 75 mm pada Bulan Februari dan 344 mm pada bulan Oktober. Jumlah rata-rata hari hujan adalah 129 hari dan curah hujan maksimum harian yang pernah tercatat dalam periode data adalah 152 mm. Pola hujan adalah ekuatorial karena mempunyai dua puncak hujan yaitu pada Bulan Mei dan Bulan Oktober. Hal ini sesuai dengan Peta pola umum hujan bulanan di Indonesia periode 1971-2000 dalam Aldrian *et al.*, 2011).



Gambar 3. Pola hujan DAS Tamiang: Pola ekuatorial dengan dua puncak hujan Bulan Mei dan Bulan Oktober

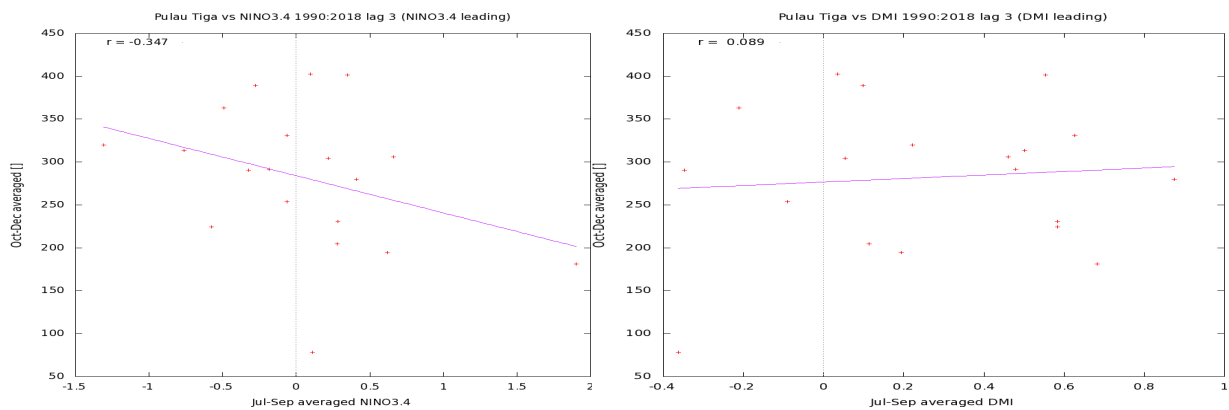
Hasil klasifikasi iklim dengan metode Schmidt-Ferguson adalah Zona A tipe iklim sangat basah. Zona A adalah iklim yang paling basah dengan ratio bulan basah dan bulan kering adalah 0, karena tidak ada bulan yang mempunyai curah hujan rata-rata dibawah 60 mm. Curah hujan rata-rata minimum DAS Tamiang adalah 75 mm pada Bulan Februari, dimana *range* curah hujan rata-rata 60-100 mm masih dikatakan sebagai bulan lembab.

Penentuan tipe iklim Oldeman mengikuti ketentuan keberurutan bulan basah dan bulan kering. Bulan basah berturut-turut pada curah hujan DAS Tamiang adalah Bulan Mei, Bulan Juni, dan Bulan Juli (3 bulan) kemudian bulan basah berturut-turut lainnya adalah Bulan September, Bulan Oktober, Bulan Nopember dan Bulan Desember (4 bulan). Bulan kering pada curah hujan DAS Tamiang terdapat pada bulan Februari (1 bulan). Hubungan jumlah bulan basah dan bulan kering berturut-turut diplot pada Segitiga Oldeman sehingga didapatkan tipe iklim DAS Tamiang adalah D1. Penentuan iklim metode Oldeman sering dimanfaatkan dalam pertanian untuk penentuan awal tanam, pola tanam dan intensitas taman, menurut Munandar dan Sumiati (2017), tipe D1 sangat baik untuk tanaman padi karena akan memiliki produktivitas tinggi karena kepadatan fluks radiasi matahari yang tinggi. Klasifikasi iklim menurut Koppen untuk DAS Tamiang adalah tipe Af (hutan hujan ekuatorial dan sangat basah), dimana huruf A karena suhu rata-rata adalah 26°C dan huruf f karena curah hujan minimum lebih besar dari 60 mm. Hal ini sesuai dengan Peta terbaru klasifikasi Koppen oleh Kottek *et al.*, 2006 dengan menggunakan data curah hujan tahun 1951-2000.

Pengaruh ENSO dan IOD terhadap curah hujan DAS Tamiang

Wilayah Indonesia secara umum dipengaruhi oleh ENSO, namun dari hasil analisis diketahui curah hujan DAS Tamiang tidak secara signifikan dipengaruhi ENSO. Hal ini terlihat dari nilai korelasi -0.347. Nilai korelasi berkisar antara 1 sampai -1, nilai semakin mendekati 1 atau -1 berarti hubungan antara dua variabel semakin kuat. Sebaliknya, jika nilai mendekati 0 berarti hubungan antara dua variabel semakin lemah. Nilai positif menunjukkan hubungan searah (X naik, maka Y naik) sementara nilai negatif menunjukkan hubungan terbalik (X naik, maka Y turun). Korelasi ENSO dengan iklim DAS Tamiang dikatakan rendah karena range nilai masih pada 0,20-0,399, tanda negatif menunjukkan apabila indeks Nino 3.4 meningkat akan menurunkan curah hujan DAS Tamiang. Hal ini menunjukkan apabila ENSO meningkat kuat akan menyebabkan kekeringan di DAS Tamiang.

Pengaruh IOD terhadap curah hujan DAS Tamiang berbanding terbalik dengan pengaruh ENSO, dimana nilai korelasi adalah positif yaitu 0.089. Dampak dari meningkatnya IOD akan meningkatkan curah hujan di DAS Tamiang walaupun pengaruhnya sangat rendah. Nilai korelasi antara 0.00 - 0,199 adalah kategori sangat rendah.



Gambar 4. Hubungan indeks Nino3.4 (ENSO) dan DMI (IOD) dengan curah hujan Pulau Tiga DAS Tamiang

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan kejadian banjir DAS Tamiang berhubungan dengan karakteristik tekstur tanah dan iklim yang berpotensi meningkatkan limpasan permukaan. Pola curah hujan ekuatorial dan tipe iklim yang sangat basah akan sangat memungkinkan terjadi 2 frekuensi banjir setiap tahun. Pengaruh iklim global dapat dikatakan tidak signifikan, sehingga pola curah hujan dan iklim sangat regional DAS Tamiang. Untuk penelitian lebih lanjut, perlu dikaji perubahan penggunaan lahan DAS Tamiang sehingga unsur analisis hidrologi dalam melihat karakteristik limpasan terpenuhi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPDP dan Kemenristek Dikti yang telah mendanai penelitian, Pemerintah Daerah Aceh Tamiang, PTPN 1 dan Bapak Ir. Razuardi, MT yang telah membantu mengarahkan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian E, Susanto RD. 2003. Identification Of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia And Their Relationship To Sea Surface Temperature. *Int. J. Climatol.* 23: 1435–1452.
- Aldrian E, Karmini M, Budiman. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. BMKG. Jakarta
- BNPB. 2018. *Data dan Informasi Bencana Indonesia*. Tersedia pada <http://dibi.bnpb.go.id/data-bencana>
- Hadi DW. 2018. *KLHK Siapkan Masterplan Selesaikan Rehabilitasi Lahan Kritis pada 2030*. http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/1627
- Nugroho H. 2017. Pengelolaan DAS Terpadu. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Das) Secara Terpadu Tahun 2017*
- Menhut RI. 2009. *Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: Sk. 328/Menhut-Ii/2009 Tentang Penetapan Daerah Aliran Sungai (Das) Prioritas Dalam Rangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Tahun 2010-2014*.
- World Bank. 2007. *Aceh Flood, Damage and loss assessment*. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/285B8451D62E9F3F4925732200249F88-Full_Report.pdf
- Schmidt FH, Ferguson JH. 1951. *Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea*. *Verdalingen* 42. Djawatan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta
- Goosse HPY, Barriat W, Lefebvre MF, Loutre, Zunz V. 2010. *Introduction to climate dynamics and climate modeling*. Online textbook available at <http://www.climate.be/textbook>
- Saji NH, Goswami BN, Vinayachandran PN, Yamagata T. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature* 401: 360-363

- Meyers GA, McIntosh PC, Pigot L, Pook MJ. 2007. The years of El Niño, La Niña and interactions with the Tropical Indian Ocean. *Journal of Climate* 20: 2872-2880
- Environment Agency. 2007. *Think Soils Manual*. Online textbook available at <http://adlib.everysite.co.uk/adlib/defra/content.aspx?id=263233>
- Bouyoucos GJ. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. *Agronomy Journal* 54: 464-465
- Herrmann SM, Mohr KI. 2011. A Continental-Scale Classification of Rainfall Seasonality Regimes in Africa Based on Gridded Precipitation and Land Surface Temperature Products. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 50: 2504-2513.
- Wahid H, Usman. 2017. Analisis Karakteristik dan Klasifikasi Curah Hujan di Kabupaten Polewali Mandar. *Jurnal Sainsmat* VI: 15-27
- Munandar TA, Sumiati. 2017. The Classification of Cropping Patterns Based on Regional Climate Classification Using Decision Tree Approach. *Journal of Computer Science* 13 : 408-415
- Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B, Rubel F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15: 259-263
- Chen D, Chen HW. 2013. Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. *Environmental Development* 6: 69–79
- Nur'utami MN, Hidayat R. 2016. Influences of IOD and ENSO to Indonesian rainfall variability: role of atmosphere-ocean interaction in the Indo-Pacific sector. *Procedia Environmental Sciences* 33: 196-203
- Eden J. 2015. KNMI Climate Explorer A tool for climate analysis. MedCOF Training Workshop Madrid, 26-30 October 2015