

Proyeksi Kerawanan Banjir pada Lahan Sawah Berbasis Model Iklim HadCM3 di DAS Bila Provinsi Sulawesi Selatan

Flood Vulnerability Projection in Rice Land Based on The HadCM3 Climate Model in The Bila Watershed Province Of South Sulawesi

Abdullah¹, Risna Hardianty Haedar^{*1}, Annas Boceng¹, Reza Asra²

*) Email korespondensi: risna.hardianty@gmail.com

¹) Prodi Agroteknologi, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo No. 225, Makassar, Sulawesi Selatan, 90232

²) Prodi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang, Jl. Angkatan 45 No. 1 A Telp. (0421) 93308, Lautang Salo, Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan

ABSTRAK

Kabupaten Sidenreng Rappang merupakan pusat pengembangan produksi padi di Sulawesi Selatan dan masuk wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Bila. Sidenreng Rappang dalam lima tahun terakhir setiap tahun mengalami banjir, terutama di Kecamatan Pitu Riawa, Kecamatan Dua Pitue dan Pitu Riase. Penelitian ini bertujuan untuk memproyeksikan perubahan curah hujan dan tingkat kerawanan banjir berdasarkan model iklim HadCM3 di wilayah DAS Bila. Analisis perubahan curah hujan berdasarkan model prediksi iklim HadCM3 dengan baseline jangka pendek (10 tahun). Data dianalisis secara spasial dengan melakukan skoring terhadap parameter kerawanan banjir dan divalidasi melalui survey dan observasi lapangan. Data setiap parameter dioverlay menggunakan sistem informasi geografis (GIS). Hasil klasifikasi tingkat kerawanan banjir aktual diproyeksikan dengan model iklim HadCM3 dan menghasilkan peta proyeksi kerawanan banjir model HadCM3 wilayah DAS Bila. Prediksi model HadCM3, menunjukkan peningkatan curah hujan mulai bulan April sampai dengan Oktober dan curah hujan intensitas tinggi terjadi bulan Mei, Juni dan Juli. Secara aktual tingkat kerawanan banjir lahan sawah di wilayah DAS Bila tergolong sangat tinggi seluas 22.339,44 ha (56,75%) dan proyeksi Model Iklim HadCM3 tergolong tinggi seluas 25.260,71 ha (64,17%). Lahan sawah pada DAS Bila mempunyai tingkat kerawanan banjir tinggi sampai sangat tinggi.

Kata kunci: prediksi; banjir; model; iklim; HadCM3; DAS Bila.

ABSTRACT

Sidenreng Rappang Regency is the center for developing rice production in South Sulawesi and is included in the Bila River Basin (DAS). Sidenreng Rappang, in the last five years, has experienced flooding every year, especially in Pitu Riawa District, Dua Pitue District, and Pitu Riase District. This study aims to project rainfall changes and vulnerability to flooding based on the HadCM3 climate model in the Bila watershed area. Analysis of changes in rainfall based on the HadCM3 climate prediction model with a short-term baseline (10 years). Data were analyzed spatially by scoring the parameters of flood vulnerability and validated through surveys and field observations. Data for each parameter is overlaid using a geographic information system (GIS). The actual flood vulnerability classification results were projected using the HadCM3 climate model and produced a flood hazard projection map with the HadCM3 model for the Bila watershed area. The HadCM3 model prediction shows an increase in rainfall from April to October, and high-intensity precipitation occurs in May, June, and July. The actual level of flood hazard in paddy fields in the Bila watershed area is classified as very high, with an area of 22,339.44 ha (56.75%), and the HadCM3 Climate Model projection is classified as high with an area of 25,260.71 ha (64.17%). Paddy fields in the Bila watershed have a high level of flood vulnerability.

Keywords: *prediction; flood; model; climate; HadCM3; watershed bila.*

I. PENDAHULUAN

Budidaya tanaman padi (*Oryza sativa L.*) lahan sawah, baik irigasi maupun tadah hujan, rentan terhadap perubahan pola curah hujan. Pada rentang waktu 5 tahun terakhir pola curah hujan tidak menentu, sehingga prediksi yang dilakukan tidak tepat. Salah satu dampaknya adalah terjadinya ancaman banjir di musim penghujan dan/atau kekeringan di musim kemarau yang dapat mengganggu pola pembudidayaan dan produktivitas tanaman padi sawah. Menurut Salampessy et al (2018) keberhasilan usaha produksi padi sawah sangat bergantung pada toleransi terhadap perubahan iklim, terutama curah hujan. Menurut Badan Litbang Pertanian (2011), peristiwa banjir dapat menyebabkan berkurangnya luas area panen dan produksi padi turun secara signifikan. Pada sisi lain pencapaian ketahanan pangan dan swasembada beras akan sangat bergantung pada produktivitas lahan sawah padi di setiap wilayah pengembangan (Arluis *et al.*, 2017).

Sulawesi Selatan merupakan salah satu lumbung beras untuk pemenuhan kebutuhan pangan nasional dan penyumbang produksi beras terbesar adalah Kabupaten Bone, Wajo, Pinrang, dan Sidenreng Rappang (BPS, 2018). Wilayah potensial pengembangan padi sawah umumnya berada pada kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Bila, karena menjadi sumber utama kebutuhan air bagi padi sawah. Ketersediaan air pada DAS Bila saat ini sulit diprediksi, baik pada musim hujan maupun musim kemarau, dan sangat erat kaitannya dengan perubahan pola curah hujan yang terjadi di wilayah tersebut.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan (2020), Produksi padi provinsi Sulawesi Selatan berada pada peringkat ke empat seluruh Indonesia. Namun demikian, pada tahun 2018 sampai 2019 mengalami selisih produksi padi yang mencapai (-) 898.449 Ton-GKG dan merupakan penurunan produksi padi tertinggi di Indonesia. Kondisi ini harus menjadi perhatian serius karena akan berdampak terhadap ketahanan lokal maupun pangan nasional (Asra *et al.*, 2020).

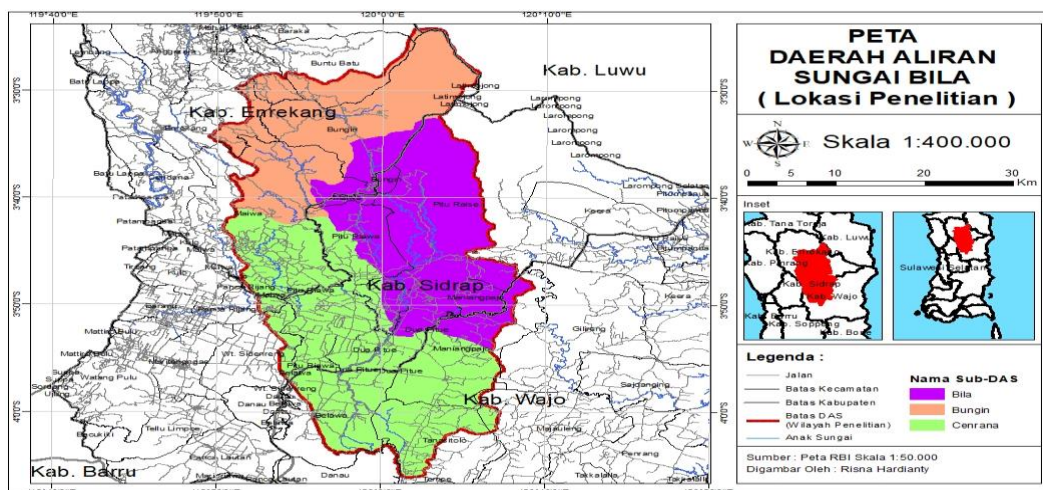
Daerah kabupaten Sidrap ditetapkan sebagai wilayah utama pengembangan produksi padi di Sulawesi Selatan, karena potensial untuk menyumbang dalam pemenuhan kebutuhan pangan provinsi dan Indonesia secara umum. Namun demikian, dalam kurung waktu lima tahun terakhir pengembangan padi sawah di wilayah Sidenreng Rappang (Sidrap) setiap tahun mengalami peristiwa banjir, terutama di Kecamatan Pitu Riawa, Kecamatan Dua Pitu dan Pitu Riase (Kompas, 2016). Wilayah kecamatan tersebut masuk ke dalam wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Bila. Kejadian banjir ini mempengaruhi pola penanaman dan pengembangan tanaman padi sehingga berdampak terhadap produktivitas padi sawah dan mempengaruhi tingkat pendapatan masyarakat (ACT, 2019).

Perubahan pola curah hujan (iklim) akan berdampak terhadap neraca dan kebutuhan air, ketersediaan serta kualitas air bagi lahan sawah padi. Untuk mengantisipasi perubahan pola curah hujan yang terjadi, maka perlu dilakukan mitigasi melalui prediksi pola perubahan curah hujan untuk masa 10 tahun atau lebih yang akan datang. Prediksi pola perubahan curah hujan dapat dilakukan melalui pendekatan model iklim global, sebagaimana yang telah dilakukan Kirono et al (2010) dengan membuat skenario perubahan

iklim hingga tahun 2100 melalui pendekatan model proyeksi data iklim global (*Global Climate Model/GCM*) dari berbagai negara di dunia. Salah satu dari banyak model perubahan iklim (GCM) yang dikembangkan dan dapat digunakan untuk memprediksi perubahan curah hujan adalah HadCM3 (*The Hadley Centre Coupled Model version 3*). Model HadCM3 adalah model GCM yang dikembangkan di Hadley Center di Inggris. Model ini adalah salah satu model utama yang digunakan dalam Laporan Penilaian Ketiga IPCC pada tahun 2001 (Reichler and Kim, 2008). HadCM3 telah digunakan secara luas untuk deteksi perubahan iklim, prediksi masa depan, serta studi sensitivitas iklim lainnya (Nury dan Alam, 2014). Model HadCM3 dapat memprediksi perubahan pola iklim dengan baik (Valdes *et al.*, 2017). Pendekatan model ini akan diadaptasikan untuk membuat prediksi terhadap pola curah hujan 10 tahun akan datang di wilayah pengembangan padi lahan sawah di Kabupaten Sidrap Sulawesi Selatan. Hasil prediksi pola curah hujan yang diperoleh dapat dijadikan dasar dalam memetakan tingkat kerawanan banjir pada wilayah DAS Bila.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan Januari - Juni 2021 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bila, secara geografis terletak antara koordinat $119^{\circ} 46' 30''$ BT - $119^{\circ} 57' 00''$ BT dan $3^{\circ} 35' 00''$ LS - $3^{\circ} 50' 00''$ LS. Secara administrasi tercakup dalam tiga kabupaten yaitu Enrekang (hulu), Sidenrang Rappang (tengah), dan Wajo (hilir) di Propinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). Berdasarkan pola aliran yang membentuknya, DAS Bila terdiri dari tiga Sub DAS yaitu Sub DAS Cenranae, Sub DAS Bila dan Sub DAS Bungin.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Analisis perubahan iklim dilakukan dengan menggunakan Global Change model (GCM). Menurut Mappiasse (2014), Model GCM HadCM3 dapat digunakan untuk membuat simulasi rata-rata curah hujan bulanan sebagai baseline jangka pendek (10 tahun). Data observasi iklim (curah hujan) selama 10 tahun diakses dari stasiun iklim terdekat (PSDA Provinsi Sulawesi Selatan). Pada analisis ini digunakan model GCM-HadCM3 karena dianggap proyeksi iklim tersebut berkesesuaian dengan kondisi iklim yang terjadi di provinsi Sulawesi Selatan (Mappiasse, 2014). Hasil analisis GCM-HadCM3 diuji dengan

membandingkan sebaran data simulasi untuk baseline dengan data observasi. Proyeksi curah hujan masa akan datang dihitung menggunakan Persamaan 1 dan 2 (Candradijaya et al., 2014). Output model simulasi iklim berupa data simulasi baseline serta proyeksi 2021-2030 kemudian digunakan sebagai input data untuk analisis tingkat kerawanan banjir.

$$\% \Delta CH = \frac{(\text{Proyeksi} - \text{Baseline})}{\text{Baseline}} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (1)$$

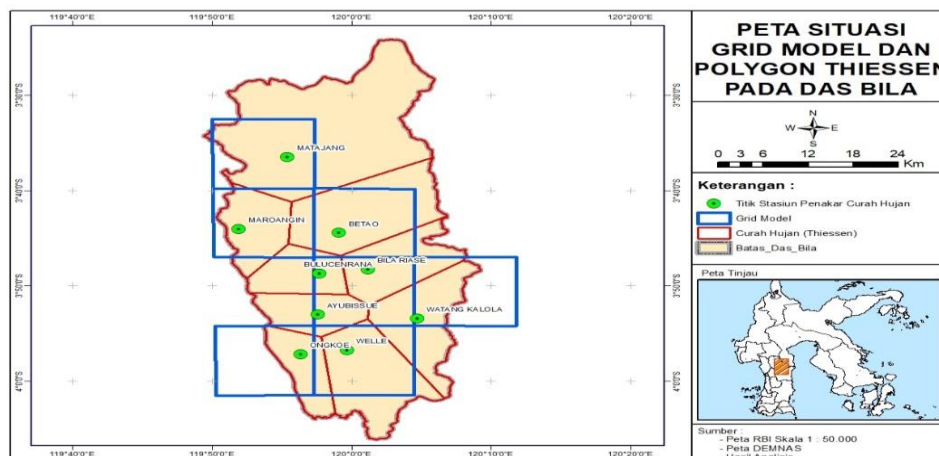
$$CH \text{ proyeksi} = CH(\text{obs}) + (CH(\text{obs}) \times \frac{\% \Delta CH}{100}) \quad \text{-----} \quad (2)$$

Data dianalisis secara spasial dengan melakukan skoring pada setiap parameter yang diamati dan dihasilkan data dalam kategori kelas dari setiap parameter (kemiringan lereng, tanah, kerapatan drainase, penggunaan lahan, curah hujan, kerawanan banjir). Data divalidasi melalui survey dan observasi lapangan dari tiap parameter. Persamaan 3 digunakan untuk menghitung skor total dalam penentuan tingkat kerawanan banjir (Bakosurtanal, 2009). PL adalah Penggunaan Lahan; KL adalah Kemiringan Lereng; PT merupakan Permeabilitas Tanah; EL adalah Ketinggian Lahan; dan CH adalah Curah Hujan. $\text{Rawan banjir} = 20(PL) + 20(KL) + 20(PT) + 10(EL) + 30(CH) \quad \text{-----} \quad (3)$

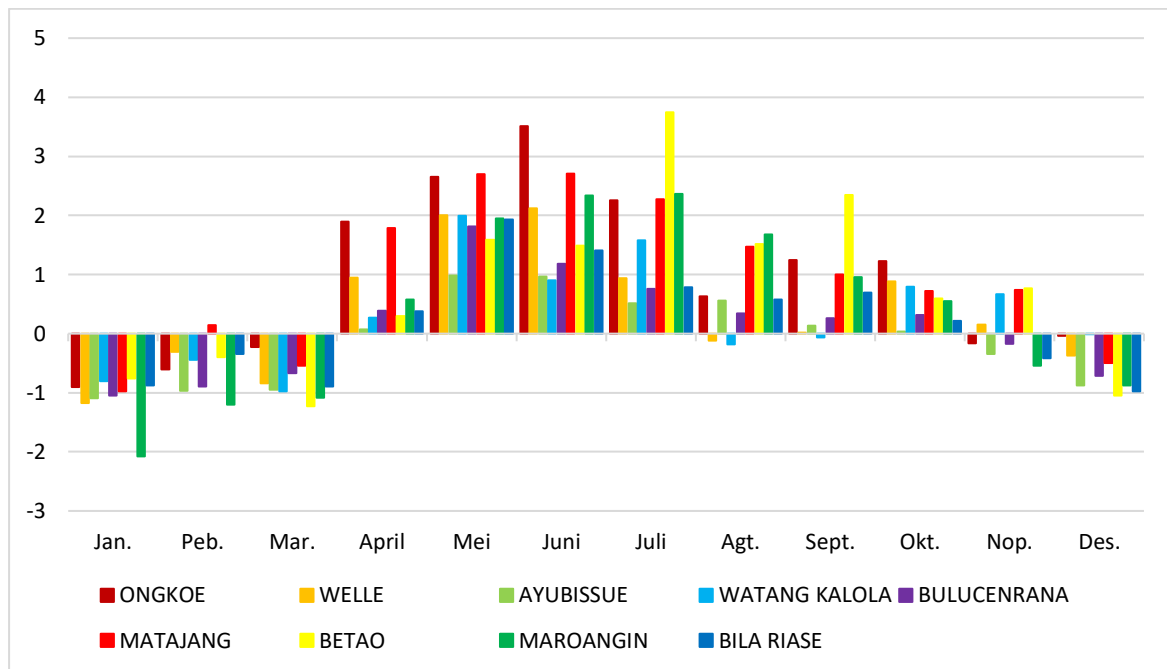
Data setiap parameter dioverlay (tumpang susun) dengan data dan peta menggunakan aplikasi sistem informasi geografis (GIS). Hasil overlay dalam bentuk peta kerawanan banjir secara aktual pada wilayah DAS Bila. Hasil klasifikasi tingkat kerawanan banjir secara aktual akan diproyeksikan dengan menggunakan model iklim HadCM3 untuk menentukan tingkat kerawanan banjir dalam priode 10 akan datang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prediksi curah hujan Tahun 2030 diperoleh dengan menghubungkan antara data aktual dengan model HadCM3. Namun sebelumnya perlu memetakan grid model untuk setiap stasiun curah hujan yang digunakan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan setiap stasiun curah hujan yang diwakili ada yang memiliki grid model berbeda dan grid model yang sama pada beberapa stasiun. Hal ini disebabkan grid model memiliki resolusi horizontal proyeksi berjarak 14 km. Hasil analisis trend perubahan data curah hujan hingga tahun 2030 berdasarkan model HadCM3 yang diskenariokan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta situasi grid model dan polygon thiesen pada DAS Bila.



Gambar 3. Grafik perubahan curah hujan model HadCM3 pada stasiun curah hujan periode 2010-2030 DAS Bila.

Grafik perubahan curah hujan berdasarkan skenario model perubahan iklim HadCM3 menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan jumlah curah hujan dalam periode tahun 2010 sampai 2030. Dinamika perubahan curah hujan di wilayah DAS Bila secara aktual selama 10 tahun mengalami perubahan nilai curah hujan secara fluktuatif (penurunan dan peningkatan) (Gambar 3). Proyeksi model HadCM3 menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan terjadi pada bulan April sampai November. Namun, curah hujan intensitas tertinggi akan terjadi pada bulan Mei, Juni, dan Juli dari tiap stasiun curah hujan. Selanjutnya, nilai curah hujan akan menurun pada Oktober sampai Maret. Kondisi curah hujan atau iklim seperti ini perlu dimitigasi melalui pengaturan waktu tanam yang tepat dalam pola budidaya tanaman padi di wilayah DAS Bila. Adaptasi terhadap perubahan iklim dapat menghindarkan terjadinya kegagalan budidaya padi. Hal ini sejalan dengan Faradiba (2020), bahwa lahan sawah di daerah curah hujan tinggi rawan terjadi banjir yang menyebabkan kegagalan panen. Pengaturan waktu tanam yang tepat berdasarkan kaidah iklim (curah hujan) setempat dapat mencegah terjadinya kegagalan panen. Kegagalan panen akan berpengaruh terhadap peningkatan produksi padi dan ketahanan pangan wilayah.

Nilai curah hujan tahunan aktual dan proyeksi HadCM3 yang diskenariokan hingga tahun 2030 menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dari setiap stasiun pengukuran curah hujan yang ada di wilayah DAS Bila (Tabel 1). Artinya hasil prediksi model HadCM3 bersesuaian dengan kondisi aktual yang terjadi. Hal ini juga telah dilakukan oleh Khattak et al. (2017) di India dalam memprediksi perubahan iklim untuk masa datang dan menemukan simulasi HadCM3 cukup baik dengan nilai determinasi (R^2) 0.913 – 0.950.

Nilai curah hujan tahunan aktual diperoleh dari penjumlahan curah hujan bulanan dan dikalikan dengan delta perubahan dari setiap model. Selanjutnya nilai curah hujan yang diperoleh merupakan variabel utama untuk digunakan dalam memprediksi kerentanan banjir di wilayah DAS Bila. Penentuan tingkat kerawanan banjir menggunakan perangkat lunak

QGIS dan overlay berdasarkan kriteria Bakosurtanal (2009) atas lima peta kelas penentu kerawanan banjir, yaitu indeks curah hujan aktual, kemiringan lereng, ketinggian tempat, penggunaan lahan, dan peta permeabilitas tanah. Hasil analisis nilai curah hujan dari beberapa stasiun yang ada, maka diperoleh data dan peta tingkat kerawanan banjir aktual dan proyeksi Model HadCM3 di wilayah DAS Bila sebagaimana pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai curah hujan tiap stasiun DAS Bila secara aktual dan prediksi model HadCM3.

Nama Stasiun	Luas (ha)	Nilai Curah Hujan Tahunan		
		Secara Aktual (mm)	Proyeksi Model HadCM3 (mm)	%
Ongkoe	9.310,61	2.956,92	2.945,43	5,5
Welle	19.964,60	2.503,34	2.499,08	11,7
Ayubissue	9.551,31	2.019,55	2.020,51	5,6
Watang Kalola	17.186,16	2.859,81	2.856,06	10,1
Bulucenrana	9.741,06	2.272,02	2.270,46	5,7
Matajang	55.016,10	3.000,10	2.988,56	32,3
Betao	23.625,02	2.574,44	2.565,53	13,9
Maroangin	11.489,57	2.342,67	2.338,03	6,7
Bila Riase	14.349,68	2.364,8	2.362,31	8,4
Total	170.234,12			100

Hasil proyeksi model HadCM3 menunjukkan bahwa luas lahan yang memiliki tingkat kerawanan banjir dalam kategori sangat rendah akan meningkat sebesar 34,09% dari luas lahan yang ada (selisih 38.607,16 ha) dibandingkan dengan kondisi aktual saat ini, yakni 11,41%. Namun demikian, juga akan terjadi peningkatan luas lahan dengan tingkat kerawanan banjir dalam kategori tinggi sebesar 21,17% (selisih 6.852,24 ha) dari kondisi aktual (17,15%) dengan selisih 6.852,24 ha dimasa 10 tahun akan datang. Kondisi ini perlu tindakan antisipatif terhadap potensi kerawanan banjir yang akan terjadi sehingga tidak berdampak terhadap lahan pertanian dan pemukiman di wilayah DAS Bila.

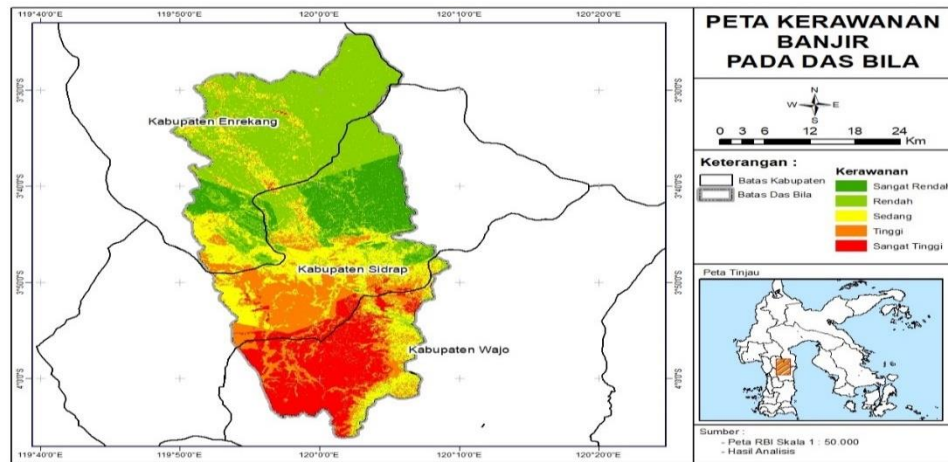
Berdasarkan nilai curah hujan aktual setiap stasiun diperoleh peta kerawanan banjir secara aktual di wilayah DAS Bila (Gambar 4). Peta kerwanan banjir aktual dijadikan dasar

Tabel 2. Tingkat kerawanan banjir pada DAS Bila secara aktual dan proyeksi model.

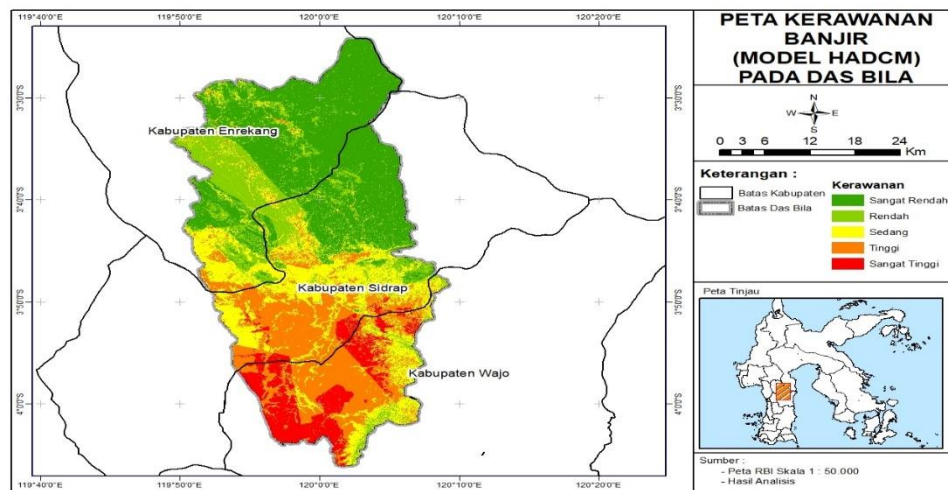
Tingkat Kerawanan Banjir	Aktual		Proyeksi Model HADCM		
	Luas (ha)	Presentase (%)	Luas (ha)	Presentase (%)	Perubahan Luas (ha)
Sangat Rendah	19.428,22	11,41	58.035,38	34,09	38.607,16
Rendah	61.016,53	35,84	27.672,17	16,26	-33.344,36
Sedang	36.537,28	21,46	34.413,77	20,22	-2.123,51
Tinggi	29.190,66	17,15	36.042,90	21,17	6.852,24
Sangat Tinggi	24.061,43	14,13	14.069,90	8,27	-9.991,52
Total	170.234,12	100	170.234,12	100	0

Sumber: Hasil analisis data kerawanan banjir DAS Bila, 2021.

dalam proyeksi model iklim HadCM3 dan dihasilkan peta kerawanan banjir berdasarkan proyeksi model iklim HadCM3 (Gambar 5).



Gambar 4. Peta kerawanan banjir aktual pada DAS Bila.



Gambar 5. Peta kerawanan banjir model HadCM3 pada DAS Bila.

Analisis tingkat kerawanan banjir pada lahan sawah di wilayah DAS Bila dengan menggunakan analisis SIG melalui proses clip pada peta kerawanan banjir aktual (Gambar 4) dan peta kerawanan banjir model HadCM3 (Gambar 5). Hasil analisis tingkat kerawanan banjir pada lahan sawah di wilayah DAS Bila berdasarkan proyeksi Model Iklim HadCM3 menunjukkan bahwa lahan sawah dengan tingkat kerawanan banjir dalam kategori tinggi dapat mencapai 64,17% dan sangat tinggi 32,08% dibandingkan tingkat kerawanan banjir secara aktual (Tabel 3). Berdasarkan analisis tersebut menunjukkan secara aktual dan proyeksi HadCM3 mempunyai pola yang sama dalam prediksi tingkat kerawanan banjir pada lahan sawah dengan perbedaan analisis sebesar 7.5 - 8% relatif kecil.

Lahan sawah di wilayah DAS Bila yang memiliki potensi kerawanan banjir dalam kategori tinggi yang cukup luas (96,25%) dan memerlukan tindakan antisipatif guna menghindari terjadinya kegagalan system budidaya padi di lahan sawah. Kegagalan budidaya

padi akan berdampak terhadap ketahanan pangan. Menurut Syakir dan Surmaini (2017) mengemukakan bahwa perubahan iklim tidak dapat dihindari, oleh karena itu perlu dilakukan adaptasi atau penyesuaian tanpa mengabaikan mitigasi dengan tujuan peningkatan produksi. Strategi yang dapat dilakukan dalam beradaptasi terhadap perubahan iklim yakni penyesuaian pola pertanaman dan waktu tanam yang tepat, penggunaan teknologi budidaya tanaman adaptif, dan peningkatan kemandirian petani dalam menghadapi perubahan iklim.

Tabel 3. Tingkat kerawanan banjir lahan sawah pada DAS Bila.

Tingkat Kerawanan Banjir Pada Lahan Sawah	Aktual		Proyeksi Model HADCM		
	Luas (ha)	Presentase (%)	Luas (ha)	Presentase (%)	Perubahan Luas (ha)
Rendah	37,83	0,10	116,24	0,30	78,41
Sedang	1256,65	3,19	1360,73	3,46	104,09
Tinggi	15729,62	39,96	25260,71	64,17	9531,08
Sangat Tinggi	22339,44	56,75	12625,87	32,08	-9713,57
Total	39363,55	100	39363,55	100	0,00

Sumber: Hasil analisis data tingkat kerawanan banjir lahan sawah, 2021.

IV. KESIMPULAN

Prediksi curah hujan di wilayah DAS Bila berdasarkan model model HadCM3 cenderung mengalami kenaikan jumlah curah hujan pada bulan April sampai dengan November untuk periode tahun 2010 – 2030. Namun curah hujan dengan intensitas tinggi terjadi pada bulan Mei, Juni dan Juli. Secara aktual wilayah DAS Bila didominasi lahan dengan kelas kerawanan banjir rendah seluas 61016,53 ha (35,84%) dan kelas kerawanan banjir sangat rendah seluas 19428,22 (11,41%). Proyeksi model HadCM3, DAS Bila didominasi lahan dengan kelas kerawanan banjir sangat rendah seluas 58035,38 ha (34,09%) dan kelas kerawanan banjir sangat tinggi seluas 14.069,90 ha (8,27%). Secara aktual tingkat kerawanan banjir pada lahan sawah di wilayah DAS Bila tergolong sangat tinggi seluas 22339,44 ha (56,75%) dan hasil proyeksi model Iklim HadCM3 tergolong tinggi seluas 25260,71 ha (64,17%). Lahan sawah pada DAS Bila mempunyai tingkat kerawanan banjir tinggi sampai sangat tinggi.

V. REFERENSI

- [ACT] Aksi Cepat Tanggap (2019). Selain Konawe Utara, Banjir Turut Rendam Sidenreng Rappang. ACT News. <https://news.act.id/berita/selain-konawe-utara-banjir-turut-rendam-sidenreng-rappang>.
- [BAKOSURTANAL] Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (2009). Klasifikasi Parameter Rawan Banjir Kabupaten Belu. PSSDAL Bakosurtanal. Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik (2018). Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2019 (Hasil Survei Kerangka Sampel Area). Dapat diakses melalui halaman <https://www.bps.go.id/pressrelease /2020/02/04/1752/luas-panen-dan-produksi-padi->

pada-tahun-2019-mengalami-penurunan-dibandingkan-tahun-2018-masing-masing-sebesar-6-15-dan-7-76-persen.html.

- [BPS] Badan Pusat Statistik (2020). Katalog Publikasi Provinsi Sulawesi Selatan 2020. Dapat diakses melalui halaman <https://sulsel.bps.go.id/publication.html>
- Arlus F, F. Irsyad F, Y. Delvi. (2017). Analisis daya dukung lahan untuk sawah tadah hujan di Kabupaten Pasaman Barat. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. 10(1): 21-33.
- Asra, R., Nurnawati, A. A., Irwan, M., & Mappiasse, M. F. (2021). Analisis Perubahan Lahan Sawah Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Wilayah Perkotaan Pangkajene Kabupaten Sidenreng Rappang. *Galung Tropika*, 9(3), 286–297.
- Badan Litbang Pertanian (2011). Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian, Prosiding ,<<http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/publikasi-mainmenu-78/pros/257-mfip>> (diakses 19 Mei 2020).
- Candradijaya, K., C. Syaikat, L. Syaufina & Faqih (2014). Application of Crop Simulation Model in Strengthening the Adaptation of Rice Production System to Climate-induced Yield Reduction; Case-study in Sumedang District, West Java Province. *Informatika Pertanian*, 23(2), 159–168.
- Faradiba, F. (2020). Analisis Pola Curah Hujan Terhadap Produktifitas Tanaman Padi Sawah di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal EduMatSains*, 4(2), 139-152.
- Khattak, M.S., M. S. Babel, T. A. Khan, M. Sharif and S. A. Khalil (2017). Global Climate Model for Projecting Future Climate Changes Over Upper Indus River Basin. *Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci.*, 2017, 33 (2): 227-242.
- Kirono, D., J. McGregor, K. Nguyen, J. Katzfey, D. Kent (2010). Regional Climate Change Simulation and Training Workshop on Climate Change Over Eastern Indonesia and Vietnam. A Report to CSIRO AusAID Research Alliance.
- Kompas. (2016). Banjir di Sidenreng Rappang Sulit Surut [video]. Youtube Kompas TV, https://www.youtube.com/watch?v=3Lfp_lhgfua. Diakses 1 Agustus 2020.
- Mappiasse, M. F (2014). Arahan Penggunaan Lahan Berbasis Rendah Emisi Karbon Dan Peningkatan Volume Air Larian Di Daerah Tangkapan Air Bendungan Bili-Bili. Universitas Hasanuddin. Thesis [tidak dipublikasikan].
- Nury, A. H., & Alam, M. J. B. (2014). Performance study of global circulation model HadCM3 using SDSM for temperature and rainfall in North-Eastern Bangladesh. *Journal of Scientific Research*, 6(1), 87-96.
- Valdes, P. J., Armstrong, E., Badger, M. P., Bradshaw, C. D., Bragg, F., Crucifix, M., ... & Williams, J. H. (2017). The BRIDGE HadCM3 family of climate models: HadCM3@ Bristol v1. 0. *Geoscientific Model Development*, 10(10), 3715-3743.
- Reichler, T., & Kim, J. (2008). How Well Do Coupled Models Simulate Today's Climate?, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(3), 303-312.
- Salampeyy, Y. L., & Lubis, D. P. 2018. Relation of Variable of Communication and Adaption Capacity of Rice Farmer on Clmate Change (Case of Pasuruan Regency, East Java). *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 4(2), 139-149.

Syakir, M. & E. Surmaini (2017). Perubahan iklim dalam konteks sistem produksi dan pengembangan kopi di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 77-90.