

Proyeksi Kesesuaian Agroklimat Tanaman Kopi Arabika Berdasarkan Skenario Iklim di Sulawesi Selatan, Indonesia

Projections of Agro-climatic Suitability of Arabica Coffee Plants Based on Climate Scenarios in South Sulawesi, Indonesia

Fendy Arifianto^{1*}, Hardiyanti Ismail²

¹Climatology Study Program, College of Meteorology Climatology and Geophysics, Banten

²Meteorological Climatological and Geophysical Agency, Bone

*Corresponding author email: fendyarifianto.ipb@gmail.com

Article history: submitted: December 9, 2022; accepted: March 21, 2023; available online: March 31, 2023

Abstract. *The close relationship between climate and coffee plants requires the right steps in planning and developing coffee plants. This study aims to determine the distribution of suitability areas for Arabica coffee plants in the future based on the projected results of the RCP8.5 scenario for the periods 2021-2050 and 2051-2080 in South Sulawesi, which are used as recommendations in the development of Arabica coffee plants in the South Sulawesi. The data used is observational data on monthly average rainfall and air temperature for the 1989-2018 period. The projection data used is data from the CORDEX-SEA ensemble, the CSIRO model with a resolution of 25x25 km for the RCP8.5 scenario for the 2021-2080 period. The projection period is divided into two periods for each scenario. Agro-climate suitability for Arabica coffee plants is made based on the total weight of the parameters used. The results showed a decrease in the quality of agro-climate suitability in the projection period for Arabica coffee plants in South Sulawesi. This can be seen from the shrinking area of land classified as very suitable (S1) in the projection period compared to the baseline period. The percentage of land area for S1 for the baseline period is 44%, then it has shrunk in the projected RCP8.5 scenario for the 2021-2050 period to 27%. The results of the projection of the RCP8.5 scenario for the 2051-2080 period experienced a significant reduction in the percentage of classified land area compared to the baseline period is 5%.*

Keywords: *agro-climatic suitability; coffee plants; climate projections*

Abstrak. Erat hubungan antara iklim dan tanaman kopi membutuhkan langkah yang tepat dalam perencanaan dan pengembangan tanaman kopi. Sulawesi Selatan merupakan salah satu wilayah penghasil tanaman kopi arabika dan sedang direncanakan pengembangannya. Penelitian ini bertujuan mengetahui sebaran wilayah kesesuaian tanaman kopi Arabika di masa depan berdasarkan hasil proyeksi skenario RCP8.5 periode tahun 2021- 2050 dan 2051-2080 di Sulawesi Selatan, yang digunakan sebagai rekomendasi dalam investasi pengembangan tanaman kopi Arabika di Provinsi Sulawesi Selatan. Data yang digunakan adalah data observasi rata-rata bulanan curah hujan dan suhu udara periode 1989-2018. Data proyeksi yang digunakan merupakan data dari ensemble CORDEX-SEA yaitu model CSIRO dengan resolusi 25x25 km skenario RCP8.5 periode 2021-2080. Periode proyeksi dibagi menjadi dua periode untuk setiap skenario. Kesesuaian agroklimat untuk tanaman kopi Arabika dibuat berdasarkan dari jumlah bobot parameter yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kualitas kesesuaian agroklimat pada periode proyeksi untuk tanaman kopi Arabika di Sulawesi Selatan. Hal ini, terlihat dari menyusutnya luas lahan klasifikasi sangat sesuai (S1) pada periode proyeksi dibandingkan dengan periode baseline. Persentase luas lahan untuk klasifikasi S1 untuk periode baseline sebesar 44% lalu mengalami penyusutan pada proyeksi skenario RCP8.5 periode 2021-2050 menjadi 27%. Hasil proyeksi skenario RCP8.5 periode 2051-2080 mengalami penyusutan persentase luas lahan klasifikasi yang signifikan dibandingkan dengan periode baseline yaitu menjadi 5%.

Kata kunci: kesesuaian agroklimat; tanaman kopi; proyeksi iklim

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditi hasil perkebunan yang mempunyai peran cukup penting dalam kegiatan perekonomian, yaitu menjadi komoditas ekspor Indonesia dan sebagai penghasil devisa negara selain minyak dan gas (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019). Konsumen kopi lebih berminat mengonsumsi kopi dari spesies kopi Arabika dibandingkan spesies kopi

Robusta atau yang lainnya (Kusmiyati & Nursamsiyah, 2015), bahkan kuatnya daya saing kopi Arabika menjadikannya primadona bagi penggemarnya (Ginting dkk., 2022). Kopi Arabika berasal dari pegunungan di Ethiopia, Afrika dan tumbuh di bawah kanopi hutan tropis yang rimbun. Berdasarkan agroklimatnya, tanaman ini sangat cocok ditanam di daerah tropis yang sedikit basah dengan curah hujan 1.200-1.800 mm/tahun

dan suhu optimal pertumbuhannya berkisar 22-25°C, adapun berbuahnya membutuhkan waktu kering 1-4 bulandalam setahun dengan beberapa kali musim hujan (Syakir & Surmaini, 2017).

Eratnya hubungan antara iklim dan tanaman kopi mengakibatkan kekhawatiran petani kopi dalam menghadapi perubahan iklim. Perubahan iklim dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman kopi terhambat dan produksi menurun karena tanaman kopi sangat tergantung terhadap keadaan lingkungan (Cheserek & Gichimu, 2012). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa dampak perubahan iklim terhadap tanaman kopi adalah menurunkan produksi akibat perubahan pola hujan dan peningkatan suhu udara. Jika curah hujan kurang atau lebih dari kisaran tertentu akan berdampak buruk terhadap pertumbuhan tanaman kopi. Demikian pula jika lama bulan kering di wilayah pertanaman kopi lebih dari 6 bulan, maka dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman kopi (Susilo & Wicaksono, 2023).

Wilayah sentra produksi kopi Arabika di Indonesia terdapat di Provinsi Sumatera Utara, Aceh, Sulawesi Selatan, Sumatera Barat, dan Nusa Tenggara Timur (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019). Sulawesi selatan memiliki potensi yang besar untuk pengembangan kopi, selama tahun 2012-2016, rata-rata memproduksi 12,29% kopi Arabika dari perkebunan rakyat dan tersebar hampir di seluruh kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019). Potensi pengembangan yang besar tersebut perlu memerhatikan juga sebaran wilayah kesesuaian agroklimat maupun proyeksinya, agar dapat merencanakan kegiatan produksi kopi dengan baik. Perencanaan dan pengembangan tanaman kopi hendaknya mempertimbangkan kondisi lahan dan iklim kawasan (Murtiningrum & Oktoyoki, 2019),

adapun faktor yang menjadi pendukung terhadap keberhasilan produksi suatu tanaman adalah faktor iklim terutama curah hujan dan suhu (Arifianto dkk., 2016).

Pengaruh perubahan iklim terhadap kesesuaian iklim tanaman kopi di masa mendatang dapat digunakan skenario *Representative Concentration Pathways* (RCP). Skenario RCP merupakan pengganti skenario sebelumnya *Special Reports on Emission Scenario* (SRES) yang didasarkan pada konsentrasi gas karbon dan memiliki empat pemodelan iklim yaitu, RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, dan RCP8.5. Skenario ini bertujuan untuk memahami lebih baik tentang ketidakpastian dan alternatif masa depan (IPCC, 2021). Penelitian ini akan menganalisis sebaran kesesuaian agroklimat untuk tanaman kopi Arabika dan memproyeksikannya berdasarkan skenario RCP8.5 di Sulawesi Selatan.

METODE

Data observasi curah hujan dan suhu udara periode 1989-2018, data ketekstran tanah, data ketinggian tempat, data kelerengan dan data spasial penggunaan lahan. Adapun data model skenario RCP4.5 dan RCP8.5 berupa data suhu udara dan curah hujan dengan format netCDF (nc) dari data ensemble model CORDEX-SEA yaitu model CSIRO dengan resolusi 25x25 km pada periode baseline 1989- 2018. Data RCP4.5 dan RC8.5 kemudian dibagi menjadi dua periode yaitu, periode tahun 2021-2050 dan tahun 2051-2080.

Data curah hujan yang tidak lengkap maka dilakukan pengisian data kosong menggunakan metode *Reciprocal*. Metode ini dianggap lebih baik dengan memanfaatkan jarak antar stasiun sebagai faktor pengisian data curah hujan kosong dapat dirumuskan sebagai berikut (Yasa, et al., 2015).

$$P_x = \frac{\frac{P_A}{(dxA)^2} \cdot \frac{P_B}{(dxB)^2} \cdot \frac{P_C}{(dxC)^2}}{\frac{1}{(dxA)^2} + \frac{1}{(dxB)^2} + \frac{1}{(dxC)^2}} \quad (1)$$

Keterangan:

Px : hujan di stasiun X, PA : hujan di stasiun A, PB : hujan di stasiun B, PC : hujan di stasiun C, d_{xA} : jarak antara stasiun A dengan stasiun acuan, d_{xB} : jarak antara stasiun B dengan stasiun acuan, d_{xC} : jarak antara stasiun C dengan stasiun acuan

Data suhu udara untuk wilayah yang tidak memiliki data suhu udara didapatkan dari pendugaan suhu udara. Pendugaan suhu udara dihitung berdasarkan ketinggian tempat berdasarkan teori *lapse rate*, yaitu setiap ketinggian 100 m terjadi penurunan suhu

udara rata-rata sebesar 0,6 °C. untuk stasiun referensi menggunakan data suhu udara dari stasiun Klimatologi Maros. Pendugaan tersebut menggunakan rumus Braak (1928) dalam (Rusdiana & Amalia, 2013)

$$Th = Th_0 - (0.6 \times h \times 0.01) \quad (2)$$

Keterangan:

Th : Dugaan suhu dara pada pos hujan

Th_0 : Suhu udara stasiun referensi

h : Selisih ketinggian pos hujan dengan stasiun referensi (mdpl)

Model skenario RCP4.5 dan 8.5 perlu dikoreksi untuk menyamakan nilai model skenario dengan nilai observasi berupa perubahan curah hujan dan suhu udara. Koreksi ini dilakukan berdasarkan perbedaan

nilai yang cukup signifikan antara data observasi dan data model yang memiliki periode yang sama. Curah hujan terkoreksi dapat dihitung berdasarkan persamaan (Sperna Weiland, et al., 2010)

$$CH_{model_{kor}} = CH_{mod} \times \frac{\overline{CH}_{obs}}{CH_{mod}} \quad (3)$$

Keterangan:

$CH_{model_{kor}}$: Curah hujan bulanan model yang telah dikoreksi

\overline{CH}_{mod} : Curah hujan model sebelum dikoreksi

\overline{CH}_{obs} : Rata-rata curah hujan periode *baseline* data pengamatan

CH_{mod} : Rata-rata curah hujan periode *baseline* data model

Sedangkan untuk koreksi data suhu udara dapat dihitung dengan persamaan:

$$T_{model_{kor}} = T_{mod} \left(\overline{T_{obs}} - \overline{T_{mod}} \right) \quad (4)$$

Keterangan:

$T_{model_{kor}}$: Suhu udara bulanan model yang telah dikoreksi

$\overline{T_{mod}}$: Suhu udara model sebelum dikoreksi

$\overline{T_{obs}}$: Rata-rata suhu udara bulanan periode *baseline* data pengamatan

T_{mod} : Rata-rata suhu udara bulanan periode *baseline* data model

Proses validasi untuk mendapatkan nilai error ini menggunakan formula *Root Mean Square Error* (RMSE) pada data model sebelum dan sesudah data model dikoreksi. Dari hasil perhitungan nilai RMSE yang

diperoleh dapat dilihat seberapa bagus performa suatu model untuk dapat digunakan, semakin kecil nilai RMSE maka semakin baik suatu model untuk dapat digunakan.

Tabel 1. Pembobotan kesesuaian iklim tanaman kopi

Ket	Karakteristik Lahan	Nilai Bobot			
		4	3	2	1
A	Curah Hujan (mm)	1.500 – 3.000	1.000 – 1.500 3.000 – 3.500	800 – 1.000 3.500-4.000	<800 >4.000
B	Suhu Udara (°C)	16-22	15-16 22-24	14-15 24-26	<14 >26
C	Ketinggian Tempat (mdpl)	700-1.600	1.600-1.750 600-700	1.750-2.000 100-600	>2.000 <100
D	Kelerengan (%)	0-8	8-25	25-45	>45
E	Tekstur Tanah	Halus Agar halus Sedang	-	Agak kasar Sangat halus	Kasar Sangat halus

Sumber: Wandana, Raka, dan Udiyana, 2016

Sistem pembobotan unsur iklim dan kondisi fisik lahan kopi digunakan untuk penentuan kesesuaian iklim dan lahan kopi. Penentuan pembobotan harus sesuai dengan kesesuaian iklim tanaman kopi Arabika yang bersumber dari Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (2019). Pembobotan dalam penelitian ini menggunakan konsep nilai parameter yang memenuhi syarat kelas sesuai diberikan bobot tinggi dan sebaliknya nilai parameter yang semakin menjauhi syarat kelas sesuai diberikan bobot rendah (Wandana dkk., 2016).

Kelas sangat sesuai (S1) diberi nilai bobot 4, kelas cukup sesuai (S2) diberi nilai bobot 3,

kelas sesuai marginal (S3) diberi nilai bobot 2 dan kelas tidak sesuai (N) diberi nilai bobot 1. Kemudian nilai semua bobot dijumlahkan dari masing-masing unsur tersebut untuk mendapatkan tingkat kesesuaian lahan tanaman kopi Arabika.

$$\text{Skor akhir} = (A + B + C + D + E)$$

Skor akhir yang didapat digunakan untuk menentukan klasifikasi lahan tanaman kopi Arabika menjadi 4 kategori yaitu sangat sesuai (S1) memiliki nilai bobot 17-20, cukup sesuai (S2) memiliki nilai bobot 13-16, sesuai Marginal (S3) memiliki nilai bobot 9-12 dan tidak sesuai (N) memiliki nilai bobot 5-8.

Tabel 2. Klasifikasi jumlah nilai bobot

Jumlah Nilai Bobot	Tingkat Kesesuaian	Keterangan
17-20	S1	Sangat Sesuai
13-16	S2	Cukup Sesuai
9-12	S3	Sesuai Marginal
5-8	N	Tidak Sesuai

Tingkatan kesesuaian iklim dibuat dari hasil pembobotan pada parameter curah hujan, suhu udara, ketinggian, kelerengan dan tekstur tanah. Selanjutnya, Parameter-parameter tersebut dijumlahkan bobotnya kemudian dibagi menjadi beberapa kelas klasifikasi berdasarkan jumlah bobotnya menggunakan software pemetaan spasial. Peta kesesuaian iklim tanaman Kopi Arabika dibuat untuk setiap periode, yaitu *baseline* (1989-2018) dan proyeksi masa depan (2021-2050 dan 2051-2080). Perubahan luasan kesesuaian

iklim pada setiap periode mengindikasikan ada atau tidaknya perubahan tingkatan kesesuaian iklim tanaman kopi Arabika di Provinsi Sulawesi Selatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koreksi Data Model dan Simulasi parameter Curah Hujan dan Suhu Udara SkenarioRCP8.5

Semakin dekat nilai RMSE dengan nol, semakin akurat data tersebut dan semakin dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan atau analisis lebih lanjut (Tabel 3),

hal tersebut menunjukkan akurasi yang lebih baik karena hampir tidak ada kesalahan. Data model berdasarkan skenario RCP8.5 untuk parameter curah hujan dan suhu udara yang telah dikoreksi berhasil meningkatkan akurasi dan validitas data curah hujan dan suhu udara

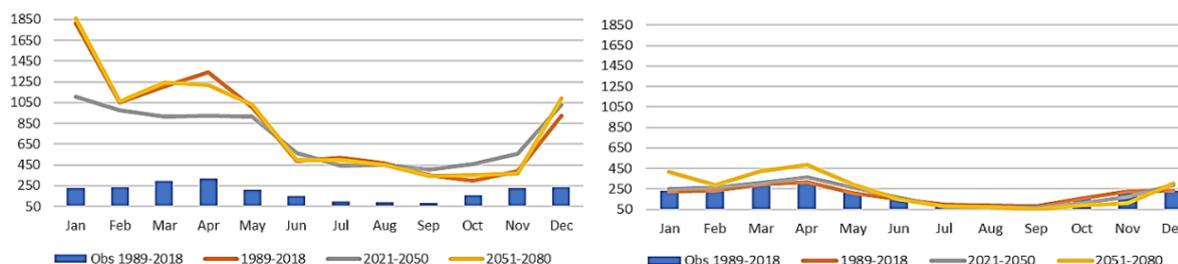
yang mirip dengan data observasi. RMSE sebagai indikator statistik yang umumnya digunakan untuk mengukur perbedaan dari hasil model terhadap hasil observasi pada bidang penelitian iklim (Chai & Draxler, 2014)

Tabel 3. Sampel Nilai RMSE data model suhu udara dari 60 pos hujan di Provinsi Sulawesi Selatan

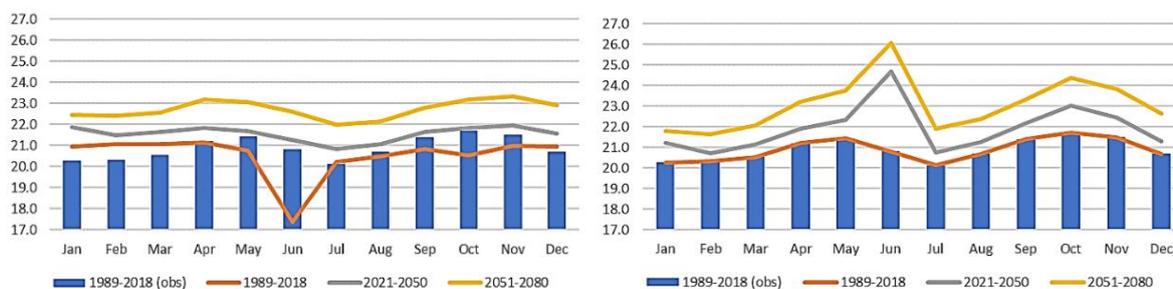
No	Pos Hujan	Lon	Lat	RMSE sebelum dikoreksi	RMSE setelah dikoreksi
1	Angkona	-2.59	120.97	3.31	0.86
2	Mebali	-3.20	119.89	4.07	3.45
3	Panca	-4.0	119.87	3.74	3.52
4	Staklim Maros	-5.00	119.57	3.93	3.49
5	Pasimasunggu	-7.06	120.63	3.78	3.49

Pada grafik (Gambar 1) terlihat bahwa pada bulan Maret dan April grafik curah hujan skenario RCP8.5 sesudah dikoreksi, intensitas curah hujannya cenderung naik terutama pada grafik curah hujan skenario

RCP8.5 periode 2051-2080. Selain itu, terlihat bahwa intensitas curah hujan bulan Januari pada grafik curah hujan skenario RCP8.5 sesudah dikoreksi naik secara signifikan pada periode 2051-2080.



Gambar 1. Data model curah hujan bulanan sebelum dan sesudah koreksi skenario RCP8.5 di Pos Hujan Mebali



Gambar 2. Data model suhu udara bulanan sesudah koreksi skenario RCP8.5 di Pos Hujan Mebali

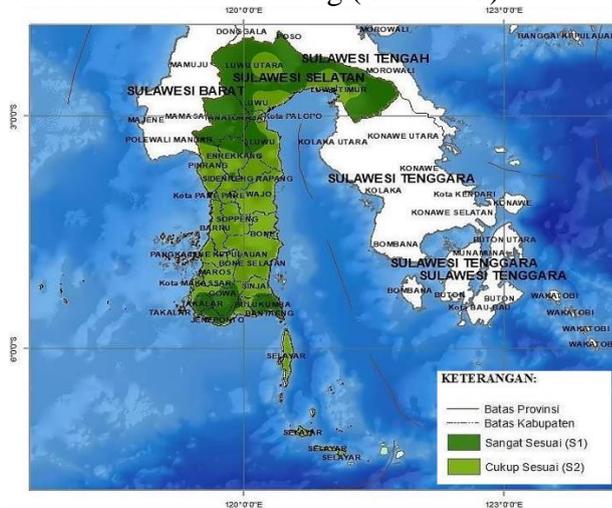
Pola yang mirip antara data model dan data observasi setelah dilakukan proses koreksi (Gambar 2). Nilai parameter rata-rata suhu udara bulanan cenderung meningkat pada periode tahun 2021-2050 dan tahun 2051-2080 dibanding nilai suhu udara observasi yaitu periode tahun 1989-2018. Terlihat pada grafik suhu udara model periode 1989-2018 sebelum dikoreksi pada

bulan Juni grafik mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan periode lain. Namun setelah dilakukan proses koreksi didapatkan, grafik suhu udara model periode 1989-2018 mengalami perubahan yang menjadikan grafik tersebut mirip dengan grafik suhu udara observasi periode 1989-2018. Sehingga pola grafik antara data model dan data observasi menjadi mirip.

Grafik suhu udara proyeksi setelah melewati proses koreksi mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Hal itu terjadi, pada bulan Juni dan Oktober di periode tahun 2021-2050 dan tahun 2051-2080. Namun, kenaikan yang sangat signifikan terjadi pada periode tahun 2051- 2080 yang nilai suhu udaranya berkisar 26-27°C.

Sebaran Kesesuaian Agroklimat Tanaman Kopi pada periode Baseline Tahun 1989-2018

Sebaran klasifikasi sangat sesuai (S1) sangat dominan pada wilayah bagian utara Provinsi Sulawesi Selatan. Wilayah yang termasuk klasifikasi sangat sesuai yaitu wilayah kabupaten Tanah Toraja dan sebagian wilayah kabupaten Luwu dan Enrekang. Selain itu, wilayah bagian selatan juga terdapat sebaran klasifikasi sangat sesuai. Wilayah yang termasuk yaitu, sebagian wilayah kabupaten Takalar, Gowa, Bulukumba dan Bantaeng (Gambar 3).



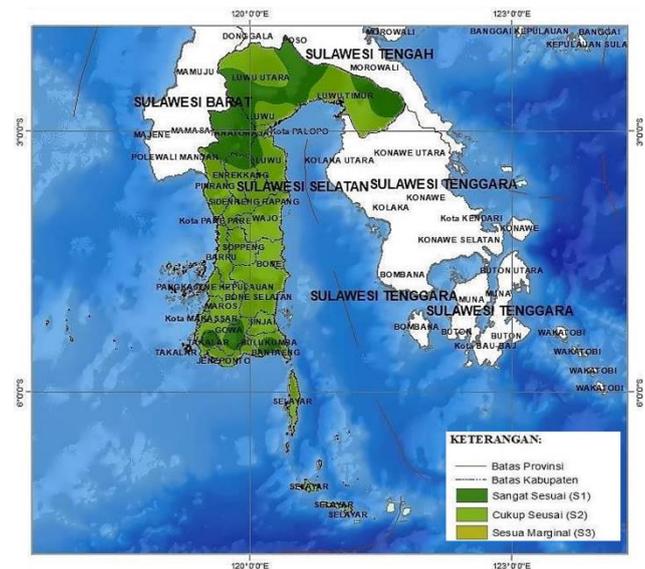
Gambar 3. Peta kesesuaian iklim tanaman kopi Arabika periode baseline tahun 1989-2018 Provinsi Sulawesi Selatan

Wilayah yang termasuk dalam klasifikasi cukup sesuai (S2) adalah sebagian kecil wilayah kabupaten Luwu, Enrekang, Bone dan sebagian besar wilayah kabupaten Pinrang, Sidenreng Rappang, Barru, Wajo, Maros, Makassar, Pangkajene, Sinjai, Soppeng, Pare-pare dan Selayar.

Sebaran Kesesuaian Iklim Tanaman Kopi

Arabika Berdasarkan Skenario RCP8.5 pada Periode 2021-2050

Peta kesesuaian iklim tanaman kopi Arabika berdasarkan proyeksi skenario RCP8.5 pada periode 2021-2050 di Provinsi Sulawesi Selatan. Terlihat pada gambar bahwa wilayah Provinsi Sulawesi Selatan terbagi atas tiga klasifikasi yaitu, klasifikasi sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2) dan sesuai marginal (S3). Untuk klasifikasi sangat sesuai (S1) tersebar merata di wilayah kabupaten Tanah Toraja, sebagian wilayah kabupaten Luwu, Enrekang, Takalar, Bulukumba, dan Bantaeng. Klasifikasi cukup sesuai (S2) terlihat mendominasi wilayah Provinsi Sulawesi Selatan yang ditandai dengan warna hijau muda.



Gambar 4. Peta kesesuaian iklim tanaman kopi Arabika berdasarkan skenario RCP8.5 periode proyeksi tahun 2021-2050 Provinsi Sulawesi Selatan

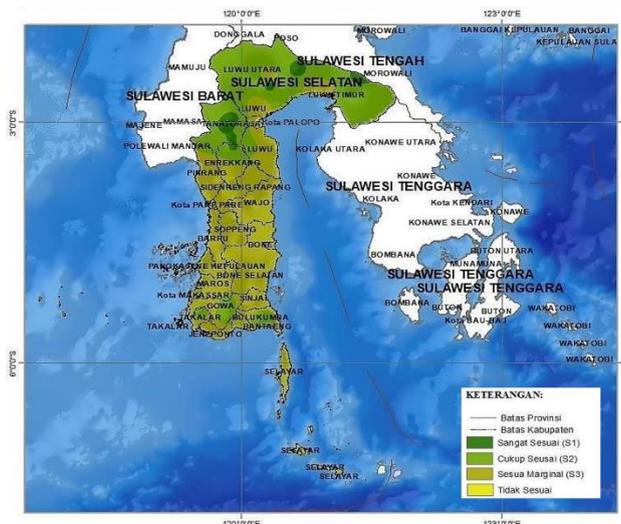
Sebaran klasifikasi cukup sesuai (S2), yaitu wilayah kabupaten Pinrang, Sidenreng Rappang, Barru, Wajo, Maros, Makassar, Pangkajene, Sinjai, Soppeng, Pare-pare dan Selayar, serta sebagian wilayah kabupaten Luwu, Enrekang, Tanah Toraja, Gowa, Bulukumba, Takalar dan Bantaeng. Klasifikasi sesuai marginal (S3) terlihat sangat sedikit dibandingkan dengan klasifikasi yang lain. Hal ini ditandai dengan warna hijau olive yang terlihat sebarannya di wilayah kabupaten Luwu.

Berdasarkan kesesuaian iklim untuk tanaman kopi Arabika proyeksi skenario RCP8.5 periode tahun 2021-2050 jika dibandingkan dengan periode baseline, kesesuaian iklim mengalami perubahan yang cukup signifikan. Dapat dilihat dari Gambar 3 dan Gambar 4 terjadi penyusutan luas wilayah klasifikasi sangat sesuai (S1) yaitu persentase luas lahannya menjadi 27% dan meluasnya wilayah klasifikasi cukup sesuai (S2) yaitu persentase luas lahannya menjadi 73%, serta munculnya klasifikasi baru yaitu klasifikasi sesuai marginal (S3) dengan persentase luas lahannya sebesar 0.2%.

Perubahan terjadi dikarenakan, adanya penurunan nilai curah hujan dan peningkatan nilai suhu udara di Provinsi Sulawesi Selatan. Terlihat dari penurunan tingkat curah hujan mengalami penurunan rata-rata sebesar 336 mm. Persentase penurunan sebesar 73% atau bisa dikatakan bahwa lebih dari setengah wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan mengalami penurunan curah hujan. Kemudian terlihat juga kenaikan suhu udara dengan persentase sebesar 97% atau bisa dikatakan bahwa hampir seluruh wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan mengalami kenaikan suhu, dengan rata-rata kenaikan suhu udara berkisar sebesar 1°C.

Sebaran Kesesuaian Iklim Tanaman Kopi Arabika Berdasarkan Skenario RCP8.5 pada Periode 2051-2080

Klasifikasi kesesuaian iklim tanaman kopi arabika berdasarkan skenario RCP8.5 pada Periode 2051-2080 yang mendominasi wilayah Provinsi Sulawesi Selatan yaitu klasifikasi sesuai marginal (S3) yang ditandai dengan warna hijau kekuningan (Gambar 5). Sebaran klasifikasi Sesuai Marginal (S3) cukup terlihat jelas pada wilayah kabupaten Pinrang, Sidenreng Rappang, Barru, Wajo, Maros, Makassar, Pangkajene, Sinjai, Soppeng, Pare-pare dan Selayar, serta Sebagian wilayah kabupaten Luwu, Enrekang, Gowa, Bulukumba, Takalar dan Bantaeng.



Gambar 5. Peta kesesuaian iklim tanaman kopi Arabika berdasarkan skenario RCP8.5 periode proyeksi tahun 2051-2080 Provinsi Sulawesi Selatan

Klasifikasi cukup sesuai (S2) terlihat lebih sedikit dibandingkan dengan klasifikasi sesuai marginal (S3). Terlihat pada gambar Provinsi Sulawesi Selatan berwarna hijau muda. Sebaran klasifikasi cukup sesuai (S2) yaitu, Sebagian wilayah kabupaten Luwu, Tanah Toraja, Enrekang, Gowa, Bulukumba, Takalar dan Bantaeng. Klasifikasi sangat sesuai (S1) terlihat hanya tersebar di beberapa kabupaten yang ditandai dengan warna hijau tua. Untuk sebaran klasifikasi sangat sesuai (S1) hanya tersebar di dua kabupaten yaitu, sebagian wilayah kabupaten Luwu dan Tanah Toraja.

Proyeksi skenario RCP8.5 periode tahun 2051-2080 menunjukkan perubahan signifikan jika dibandingkan dengan periode baseline dan periode proyeksi (2021- 2050). Dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5 terjadi perluasan wilayah klasifikasi kesesuaian marginal (S3) yaitu persentase luas lahannya menjadi 54%, penyusutan luas wilayah klasifikasi cukup sesuai (S2) yaitu persentase luas lahannya menjadi 41% dan terjadi penyusutan luas wilayah berskala besar untuk klasifikasi sangat sesuai (S1) yaitu persentase luas lahannya menjadi 5%. Selain itu, terdapat klasifikasi baru yaitu klasifikasi tidak sesuai (N) dengan persentase sebesar 0.1% yang artinya wilayah tersebut tidak sesuai untuk tanaman kopi Arabika.

Perubahan terjadi dikarenakan, pada periode 2051-2080 terjadi penurunan rata-rata curah hujan tahunan serta terjadi peningkatan rata-rata suhu udara tahunan sehingga mengakibatkan penurunan tingkat kesesuaian iklim terhadap pertumbuhan tanaman kopi Arabika. Hal ini terlihat dari persentase penurunan curah hujan periode 2051-2080 dibandingkan dengan periode baseline yaitu sebesar 70% dengan rata-rata penurunan sebesar 796 mm. Jika dibandingkan dengan periode 2021-2050 persentase penurunan curah hujan sebesar 67% dengan rata-rata penurunan sebesar 512 mm. Selain itu, terjadi peningkatan suhu udara jika dibandingkan dengan periode baseline yaitu sebesar 98% dengan rata-rata suhu udara meningkat sebesar 3°C.

Hasil penelitian tersebut relevan dengan penelitian Barung & Suwandi (2017) yang menyatakan bahwa perubahan yang terjadi pada simulasi skenario perubahan iklim tersebut sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu udara suatu wilayah. Sehingga, jumlah skor pada skenario tersebut dapat berubah karena meningkatnya suhu udara terutama pada periode 2051-2080. Adapun terjadinya peningkatan curah hujan tahunan menyebabkan perubahan kesesuaian iklim pada periode proyeksi dari skenario perubahan iklim. Variabilitas suhu dan curah hujan dapat dijadikan pertimbangan mengenai produktivitas kopi, sebab produktivitas kopi akan meningkat selama tidak melebihi suhu maksimum dan tidak terjadi kemarau panjang dan dapat dioptimalkan dengan mengurangi dampak dari pengaruh perubahan iklim (Angka, 2021)

SIMPULAN

Kesesuaian iklim tanaman kopi Arabika pada proyeksi skenario RCP8.5 periode 2021-2050 mengalami perubahan kesesuaian iklim yang cukup signifikan dibandingkan dengan periode baseline. Dengan persentase luas lahan untuk klasifikasi sangat sesuai (S1) sebesar 27%. Cukup sesuai sebesar 73% dan sesuai marginal sebesar 0.2%. Selanjutnya, periode 2051-2080 mengalami perubahan

kesesuaian iklim yang signifikan dibandingkan dengan baseline. Dengan persentase luas lahan untuk klasifikasi sangat sesuai (S1) sebesar 5%. Cukup sesuai (S2) sebesar 41%, sesuai marginal (S3) sebesar 54%, dan klasifikasi tidak sesuai (N) sebesar 0.1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Angka, A. W. (2021). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Kopi Robusta Di Desa Kurrak Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar. *Media Agribisnis*, 5(2), 133-139. doi:<https://doi.org/10.35326/agribisnis.v5i2.1594>
- Arifianto, F., Koesmayono, Y., & Impron, I. (2016). Karakterisasi Tingkat Produksi Duku Berbasis Pewilayahan Hujan di Provinsi Jambi. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 121-128. doi:<https://doi.org/10.29244/jhi.7.2.121-128>
- Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. (2019). *Persiapan dan Kesesuaian Lahan Tanaman Kopi*. Retrieved from [balittri.litbang.pertanian.go.id: balittri.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita/info-teknologi/474-persiapan-dan-kesesuaian-lahan-tanaman-kopi?start=1,html](http://balittri.litbang.pertanian.go.id/balittri.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita/info-teknologi/474-persiapan-dan-kesesuaian-lahan-tanaman-kopi?start=1,html)
- Barung, F., & Suwandi, S. (2017). Proyeksi Kesesuaian Agroklimat Tanaman Padi Berdasarkan Skenario Representative Concentration Pathways (RCP)4.5 DAN RCP8.5 Di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 32-45. doi:<https://doi.org/10.36754/jmkg.v4i3.51>
- Chai, T., & Draxler, R. (2014). Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute Error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the

- literature. *Geoscientific Model Development*, 1247–1250. doi:<https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Cheserek, J., & Gichimu, B. (2012). Drought and heat tolerance in coffee: a review, International Research. *Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 498-501. Retrieved from <http://hdl.handle.net/123456789/106>
- Ginting, A., Lubis, S., & Kesuma, S. (2022). Comparative and Competitive Advantage of Arabic Coffee in Karo Regency. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 592-600. doi:<https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1045>
- IPCC. (2021). In *IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 2061-2339). New York, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157896
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). *Basis Data Ekspor-Impor Komoditi Pertanian*. Retrieved from <http://database.pertanian.go.id/eksim2012asp/eksporSubsek.asp>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). *Data Lima Tahun Terakhir*. Retrieved from <https://www.pertanian.go.id/home/index.php?show=page&act=view&id=61,html>
- Kusmiyati, A., & Nursamsiyah, D. (2015). Kelayakan Finansial Usaha Tani Kopi Arabika dan Prospek Pengembangannya di Ketinggian Sedang. *Agriekonomika*, 221-234. doi:<https://doi.org/10.21107/agriekonomika.v4i2.976>
- Murtiningrum, F., & Oktoyoki, H. (2019). Perencanaan Pengembangan Kawasan Kopi Di Kabupaten Rejang Lebong. *Agro Bali (Agricultural Journal)*, 121-129. doi:<https://doi.org/10.37637/ab.v2i2>
- Rusdiana, O., & Amalia, R. (2013). Land Suitability of Pinus merkusii Jungh et de Vriese on Ex-Standing Area of Tectona grandis Linn. F. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 174-181. doi:<https://doi.org/10.29244/j-siltrop.3.3.%25p>
- Sperna Weiland, F., van Beek, L., Kwadijk, J., & Bierkens, M. (2010). The ability of a GCM-forced hydrological model to reproduce global discharge variability. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 1595–1621. doi:<https://doi.org/10.5194/hess-14-1595-2010>
- Susilo, A., & Wicaksono, K. (2023). Potential Development of Arabica Coffee Based on Land Suitability Level in Bulukerto Village, Bumiaji District, Batu City. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 83-95. doi:10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.9
- Syakir, M., & Surmaini, E. (2017). Climate Change in the Context of Production System and Coffee. *Jurnal Litbang Pertanian*, 77-90. doi:10.21082/jp3.v36n2.2017.p77-90
- Wandana, E., Raka, I., & Udiyana, B. (2016). Evaluasi Kesesuaian Lahan Menggunakan Citra Satelit Dan Survey Lapangan Untuk Tanaman Asparagus Di Desa Pelaga Kabupaten Badung. *AGRIMETA : Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*, 18-29.
- Yasa, I. W. (2015). Analisis Beberapa Metode Pengisian Data Hujan di Wilayah Sungai Pulau Lombok. *Spektrum Sipil*, 49-60.