

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim menjadi ancaman bagi ketahanan pangan setiap negara. Hal tersebut dikarenakan ketahanan pangan setiap negara bergantung pada hasil panen petani. Salah satunya yaitu di Indonesia, dimana terdapat berbagai macam dampak yang disebabkan perubahan iklim khususnya sektor pertanian. Berbagai dampak perubahan iklim tersebut dapat dilihat dari peningkatan suhu, banjir, kekeringan, pergeseran musim hujan (musim hujan semakin pendek dan musim kering semakin panjang), fenomena peningkatan permukaan laut dan intensifikasi kejadian iklim yang ekstrem. Akibat dari bergesernya musim hujan juga mengakibatkan pergeseran musim tanam dan musim panen. Bencana banjir dan kekeringan menjadi faktor pendorong kegagalan pada masa tanam dan panen bahkan dapat mengakibatkan puso (kegagalan panen lebih dari 75%)(Pinontoan dkk., 2021).

Iklim dapat dikatakan sebagai kondisi cuaca yang dirata-ratakan dalam rentang waktu yang cukup lama. Pola keragaman unsur iklim yang jelas dan terstruktur menjadi landasan utama untuk melakukan klasifikasi iklim. Ada beberapa klasifikasi iklim yang dapat dilakukan seperti klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson, klasifikasi ini sering digunakan untuk budidaya tanaman tahunan. Klasifikasi ini didasarkan pada perbandingan rata-rata curah hujan antara bulan kering dan bulan basah dalam satu tahun. Dari beberapa unsur iklim, unsur suhu tidak dimasukkan pada klasifikasi Schmidt-Ferguson karena menganggap amplitudo unsur suhu di daerah tropis sangat rendah (Faridah dkk., 2012).

Curah hujan menjadi salah satu unsur iklim yang sering digunakan dalam melakukan klasifikasi iklim. Ketinggian air yang tertampung dalam tempat datar, tidak menguap, tidak meresap dan juga tidak mengalir dimaksud dengan curah hujan. Pengambilan data curah hujan dilakukan menggunakan alat penakar curah hujan. Kemudian dalam klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson ditentukan bulan kering dan basah menggunakan curah hujan kurang dari 60 mm dalam satu bulan termasuk kriteria bulan kering, kemudian bulan lembab apabila curah hujan dalam satu bulan sebesar 60 mm sampai dengan 100 mm dan bulan basah jika curah hujan lebih dari 100 mm dalam satu bulan (Faridah dkk., 2012).

Data yang dianalisis menggunakan keempat metode distribusi yaitu distribusi normal, log normal, log Person III dan Gumbel menghasilkan statistik deskriptif seperti rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, koefisien kemencengans dan koefisien kurtosis. Kemudian hasil analisis dari keempat metode distribusi diuji kecocokannya menggunakan metode Smirnov-Kolmogrov. Uji kesesuaian ini digunakan untuk penentuan nilai curah hujan rencana dari keempat metode distribusi frekuensi yang paling sesuai digunakan (Bahunta & Wasposito, 2019).

Intensitas hujan dapat diartikan sebagai tinggi atau kedalaman air hujan yang jatuh per satuan waktu tertentu. Secara umum, semakin singkat durasi hujan, semakin tinggi intensitas hujan yang terjadi. Selain itu, intensitas hujan juga cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kala ulang. Untuk menganalisis

intensitas hujan, ada beberapa metode yang bisa digunakan, seperti metode Talbot yang diperkenalkan pada tahun 1881, metode Sherman yang dikembangkan pada tahun 1905, serta metode Ishiguro yang diperkenalkan pada tahun 1953. Analisis intensitas hujan dengan menggunakan metode-metode tersebut umumnya memanfaatkan data hujan jangka pendek yang diperoleh dari pos hujan otomatis, sebagaimana yang dicatat oleh (Handayani dkk., 2007). Namun, apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, intensitas hujan masih dapat dihitung menggunakan data curah hujan harian. Dalam hal ini, beberapa metode yang dapat digunakan adalah metode Mononobe, metode Van Breen, serta metode Haspers dan Der Weduwen, sebagaimana dijelaskan oleh (Hendri, 2015).

Provinsi Sulawesi Selatan, terdapat tiga tipe curah hujan yang berbeda, diantaranya yaitu tipe monsun, equatorial dan lokal. Wilayah bagian Barat dan Selatan dari Provinsi Sulawesi Selatan memiliki tipe curah hujan monsun, sementara wilayah bagian Timur cenderung memiliki pola curah hujan equatorial dan lokal. Di bagian Barat Sulawesi Selatan, curah hujan bulanan mencapai lebih dari 300 mm pada periode November hingga Maret, sedangkan intensitas curah hujan lebih rendah, yaitu di bawah 50 mm, terjadi antara Mei hingga Oktober. Sebaliknya, wilayah bagian Timur mengalami curah hujan tinggi, lebih dari 300 mm, pada bulan Mei dan Juni, dengan periode curah hujan rendah di bawah 50 mm pada bulan Agustus hingga Oktober (Wicaksono, 2022).

Kemudian pada penelitian Tjasyono (1999), menjelaskan bahwa pola curah hujan Sulawesi terdiri dari hujan monsun, ekuatorial dan lokal. Jika dilihat pada Pada penelitian tersebut, pembagian wilayah provinsi Sulawesi selatan yang termasuk pola curah hujan lokal ialah Kabupaten Banteng, Sinjai dan Bulukumba. Salah satu daerah yang memiliki pola curah hujan ekuatorial yaitu kabupaten Bone dan salah satu kabupaten yang memiliki pola curah hujan monsun ialah kabupaten Barru. Menurut Yulihastin dkk. (2010), Pola curah hujan ekuatorial dicirikan oleh puncak curah hujan ganda dalam siklus tahunan. Pola curah hujan lokal memiliki karakteristik unik dan biasanya berkebalikan dengan curah hujan musim hujan. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan analisis curah hujan di beberapa stasiun guna memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai tipe hujan di Sulawesi Selatan serta perbedaan dan persamaan dalam tren curah hujan yang terjadi di stasiun yang berbeda di provinsi Sulawesi Selatan. Hal ini akan membantu dalam mengidentifikasi klasifikasi iklim yang terjadi pada stasiun tersebut.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik hujan pada tiga stasiun curah hujan di provinsi Sulawesi Selatan dan membandingkan tren perubahan iklim yang terjadi di setiap stasiun.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi karakteristik hujan di tiga stasiun curah hujan di Provinsi Sulawesi Selatan.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2024 yang berlokasi di masing-masing stasiun terpilih pada kabupaten Barru, kabupaten Bone dan kabupaten Bantaeng. Kemudian pengolahan data dilaksanakan di Laboratorium Teknik Tanah dan Air, Prodi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu peta dasar provinsi Sulawesi Selatan dan data sekunder curah hujan bulanan stasiun SMPK PG Camming di kabupaten Bone, stasiun Sumpang Binangae di kabupaten Barru dan Stasiun Kampala di kabupaten Bantaeng tahun 2018-2022 dari kantor BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Maros. Sedangkan Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Laptop, *software Microsoft excel* dan *software QGIS*.

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Adapun prosedur pelaksanaan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu:

2.3.1 Tahap Persiapan

Tahapan ini dilakukan dengan mempelajari berbagai literatur mengenai penelitian yang dilakukan serta mencari informasi mengenai karakteristik hujan pada daerah yang akan dilakukan penelitian.

2.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahapan ini dilakukan mulai dari mengumpulkan data curah hujan bulanan yakni tahun 2018-2022 dari kantor BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Maros dan data curah hujan jam-jaman dan bulanan tahun 2003-2022 yang diperoleh dari web Nasa Power (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). Wilayah Sulawesi Selatan dibagi menjadi tiga berdasarkan karakteristik curah hujan, sehingga data yang dibutuhkan ialah data curah hujan Kabupaten Barru yang akan mewakili pola curah hujan monsun, Kabupaten Bone yang mewakili pola curah hujan ekuatorial dan Kabupaten Bantaeng yang mewakili pola curah hujan lokal. Dari ketiga kabupaten tersebut dipilih masing-masing satu stasiun untuk dilakukan analisis sebaran curah hujan dan melakukan klasifikasi iklim.

2.3.3 Tahap Analisis Data

a. Uji Konsistensi Data

Pengujian konsistensi data yang di peroleh dari stasiun klimatologi kelas I Maros atau kantor BMKG dan Nasa Power dilakukan dengan membuat grafik. Salah satu metode yang umum digunakan adalah *scatter plot* atau diagram pencar. Diagram ini

digunakan untuk melihat hubungan antara dua variabel dan mengidentifikasi apakah ada korelasi antara keduanya.

b. Uji Pemilihan Distribusi Curah Hujan

Pada penelitian ini dilakukan analisis pada tiga karakteristik hujan, maka dilakukan pemilihan distribusi hujan pada tiap-tiap karakteristik guna penentuan metode distribusi apa yang akan digunakan. Penentuan distribusi curah hujan didasarkan pada syarat pengujian kelayakan data untuk analisis frekuensi. Pemilihan metode perhitungan hujan rencana dilakukan berdasar pada parameter dasar statistiknya. Parameter dasar statistik meliputi rata-rata, standar deviasi, koefisien kemencengans, koefisien kurtosis dan koefisien variasi.

1) Nilai Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

keterangan:

\bar{X} = Nilai rata-rata dari curah hujan

X_i = nilai pengukuran untuk curah hujan ke- i

n = jumlah total data curah hujan yang tersedia

2) Deviasi Standar (S)

Bila penyebaran data jauh lebih besar dibandingkan dengan nilai rata-rata, maka standar deviasi (S) akan besar. Sebaliknya, bila penyebaran data relatif kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata, maka standar deviasi (S) akan kecil pula. Hubungan ini menyoroti bagaimana standar deviasi bervariasi berdasarkan tingkat penyebaran data di sekitar nilai rata-rata, yang menunjukkan nilai yang lebih tinggi untuk data yang lebih tersebar luas dan nilai yang lebih rendah untuk data yang terkelompok lebih rapat.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

keterangan:

\bar{X} = Nilai rata-rata dari curah hujan

X_i = nilai pengukuran untuk curah hujan ke- i

n = jumlah total data curah hujan yang tersedia

3) Koefisien Skewness (Cs)

Kemencengan (*skewness*) adalah ukuran yang menunjukkan asimetri suatu distribusi. Bila kemiringan positif, artinya distribusi memiliki ekor panjang yang condong ke sisi kanan (menuju nilai positif). Sebaliknya, kemiringan negatif menunjukkan bahwa distribusi memiliki ekor panjang di sisi kiri (menuju nilai negatif)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \quad (3)$$

keterangan:

\bar{X} = Nilai rata-rata dari curah hujan

X_i = nilai pengukuran untuk curah hujan ke- i

n = jumlah total data curah hujan yang tersedia
 S = simpangan baku

4) Pengukuran Kurtosis (Ck)

Koefisien kurtosis digunakan untuk menilai seberapa tajam atau runcing bentuk puncak kurva distribusi. Pengukuran ini biasanya dibandingkan dengan distribusi normal untuk memahami seberapa jelas puncaknya. Nilai kurtosis yang lebih tinggi menunjukkan puncak yang lebih tajam, sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan kurva distribusi yang lebih datar.

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4} \quad (4)$$

keterangan:

\bar{X} = Nilai rata-rata dari curah hujan
 Xi = nilai pengukuran untuk curah hujan ke-l
 n = jumlah total data curah hujan yang tersedia
 S = simpangan baku

5) Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi merupakan ukuran yang menggambarkan rasio antara deviasi standar dan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Indikator ini digunakan untuk menunjukkan sejauh mana deviasi standar relatif berhubungan terhadap rata-rata, sehingga memberikan gambaran tentang tingkat penyebaran data dalam distribusi tersebut. Dengan kata lain, koefisien variasi mengukur keragaman data dalam kaitannya dengan nilai rata-ratanya.

$$Cv = \frac{S}{\sum X} \quad (5)$$

keterangan:

X = nilai pengukuran curah hujan
 S = simpangan baku

Tabel 1. Syarat Penentuan Jenis Probabilitas

Distribusi Probabilitas	Syarat
Normal	Cs = 0 dan Ck = 3 Cv ²
Log Normal	Ck = 3 Cv
Gumbel	Cs = 1,14 dan Ck = 5,4
Log Person Type III	Cs ≠ 0

Sumber: (Monica dkk., 2022)

Berdasarkan jenis distribusi yang cocok, dapat dihitung besaran distribusi curah hujan untuk periode ulang tertentu. Periode ulang yang digunakan, 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Perhitungan ini akan memberikan kita estimasi mengenai intensitas hujan yang mungkin terjadi dalam jangka waktu tertentu, berdasarkan data historis dan model distribusi yang diterapkan.

c. Menghitung Distribusi Curah Hujan Rencana

Menurut Monica dkk. (2021), dalam menentukan curah hujan rencana dapat dilakukan menggunakan empat model distribusi frekuensi yaitu distribusi normal,

gumbel, log normal dan log person III. Masing-masing model ini memiliki pendekatan dan karakteristik yang spesifik dalam mengestimasi curah hujan rencana dan pemilihan model yang tepat akan bergantung pada data historis dan konteks spesifik dari analisis yang dilakukan. Pada penelitian ini, digunakan distribusi Log Person Tipe III sesuai dengan syarat penentuan jenis probabilitas.

Dalam melakukan perhitungan pada curah hujan rencana yang menggunakan metode log Pearson III, data yang digunakan ialah data rata-rata harian maksimum tahunan sebanyak n buah. Data tersebut kemudian diubah menjadi bentuk logaritma untuk memudahkan analisis. Proses ini melibatkan perubahan setiap nilai data asli ke dalam bentuk logaritma, sehingga distribusi data menjadi lebih sesuai dengan model log Pearson III.

$$\text{Log}(X_T) = \bar{x} + K.S \quad (6)$$

keterangan:

X_T = besarnya kejadian yang diharapkan untuk periode ulang tertentu,

\bar{X} = rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan,

S = simpangan baku,

K = variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien C_s

d. Menentukan Intensitas Curah Hujan

Dalam menghitung intensitas curah hujan terdapat beberapa metode empiris yang dapat digunakan sesuai dengan karakteristik hujan yaitu sebagai berikut:

1) Metode Talbot

$$I = \frac{a}{t+b} \quad (7)$$

Menurut Handayani dkk. (2007), persamaan rumus yang dirumuskan oleh Talbot ini cukup mudah diterapkan sehingga banyak diterapkan di Jepang. Adapun rumus yang dirumuskan oleh Talbot:

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

t = durasi curah hujan (jam)

a, b = konstanta yang ditentukan berdasarkan data curah hujan historis dan spesifik untuk lokasi tertentu.

2) Metode Sherman

Rumus ini cocok digunakan pada curah hujan dalam jangka waktu yang lamanya >2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \quad (8)$$

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

t = durasi curah hujan (jam)

a, n = konstanta yang ditentukan berdasarkan data curah hujan historis.

3) Metode Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \quad (9)$$

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

t = durasi curah hujan (jam)

a, b = konstanta yang ditentukan berdasarkan data curah hujan historis dan spesifik untuk lokasi tertentu.

4) Metode Mononobe

Menurut Mulyono (2014), penentuan intensitas curah hujan dilakukan dengan memperhatikan lengkungan kekerapan durasi, dimana perhitungan intensitas ini berdasarkan curah hujan harian maksimum dalam periode pengamatan waktu tertentu, sedangkan lengkung kekerapan durasi dihitung dengan metode Menonobe yang dikembangkan oleh Dr. Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (10)$$

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

t = durasi curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm),

5) Metode Van Breen

Van Breen mengembangkan sebuah rumus di Indonesia yang didasarkan asumsi spesifik terkait pola curah hujan di Pulau Jawa. Menurut asumsi tersebut, durasi hujan di Pulau Jawa berlangsung selama 4 jam, dengan hujan efektif yang merupakan 90% dari total curah hujan yang terjadi selama periode 24 jam. Berdasarkan asumsi-asumsi ini, Van Breen merumuskan sebuah formula yang digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan di daerah tersebut. Rumus tersebut sebagai berikut:

$$I = \frac{90\% \cdot R_{24}}{4} \quad (11)$$

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

t = durasi curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm),

Dengan menggunakan persamaan yang telah disebutkan sebelumnya, dapat dilakukan pembuatan kurva intensitas durasi hujan. Van Breen telah menggunakan data dari Jakarta sebagai dasar untuk mengembangkan kurva IDF (Intensitas-Durasi-Frekuensi). Kurva ini memberikan gambaran umum mengenai pola dan bentuk kurva yang dapat diterapkan pada wilayah lain di Indonesia. Berdasarkan pola kurva yang dikembangkan oleh Van Breen, intensitas hujan di berbagai wilayah dapat diperkirakan menggunakan persamaan berikut:

$$I_T = \frac{54 R_T + 0,007 R_T^2}{t_c + 0,3 R_t} \quad (12)$$

keterangan:

I_T = intensitas curah hujan dalam suatu periode ulang (T tahun),

R_T = tinggi curah hujan dalam periode ulang T tahun (mm/hari),

t_c = lama hujan.

6) Metode Hasper Der Weduwen

Rumus dari metode ini diturunkan berdasarkan kecenderungan curah hujan harian yang diklasifikasikan dengan beberapa asumsi mendasar. Asumsi-asumsi tersebut mencakup bahwa curah hujan memiliki distribusi yang simetris.

$$\text{Untuk } 0 < t \leq 1 \text{ jam, } R = \sqrt{\frac{11300 t}{t+3,12}} \left[\frac{R_i}{100} \right] \quad (13)$$

$$\text{Untuk } 0 < t \leq 1 \text{ jam, } R = \sqrt{\frac{11300 t}{t+3,12}} \left[\frac{X_i}{100} \right] \quad (14)$$

$$\text{dan, } R_i = X_i \left(\frac{1218 t + 54}{X_i(1-t) + 1272 t} \right) \quad (15)$$

$$I = \frac{R}{t} \quad (16)$$

keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

t = durasi curah hujan (jam),

R_i = curah hujan terukur (mm),

X_i = curah hujan harian maksimum yang telah di pilih (mm/hari).

e. Uji *Root Mean Square Error* (RMSE)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (17)$$

keterangan:

n = jumlah data curah hujan

y_i = curah hujan actual

\hat{y}_i = curah hujan prediksi

f. Klasifikasi Iklim

Penentuan klasifikasi iklim dalam penelitian ini menggunakan dua metode klasifikasi, yaitu klasifikasi iklim Oldeman dan Schmidt-Ferguson. Klasifikasi iklim menurut Oldeman dan Schmidt-Ferguson adalah dua metode yang umum digunakan di Indonesia untuk menggambarkan pola iklim berdasarkan curah hujan. Klasifikasi iklim Oldeman dapat ditentukan menggunakan tabel klasifikasi berdasarkan jumlah bulan basah dan bulan kering, sedangkan klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson ditentukan menggunakan tabel klasifikasi berdasarkan nilai Q yang diperoleh dengan membandingkan rata-rata jumlah bulan basah (M_f) selama periode tahun penelitian.

Tabel 2. Tipe Klasifikasi Iklim Oldeman

Tipe Utama	Bulan Basah (BB) Berturut-turut	Sub Divisi	Bulan Kering (BK) berturut-turut
A	>9	1	<2
B	7-9	2	2-3
C	5-6	3	4-6
D	3-4	4	>6
E	<3		

Sumber: (Anam, 2022)

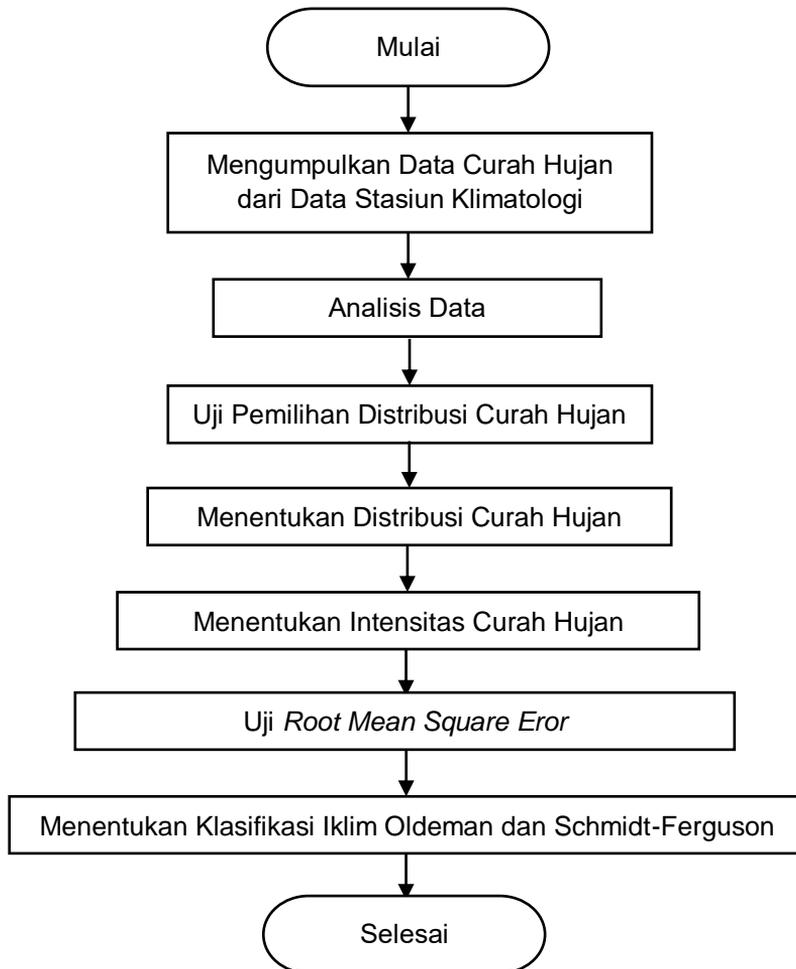
Tabel 3. Klasifikasi Iklim Schmidt-Ferguson

Tipe Iklim	Keterangan	Kriteria (%)
A	Sangat Basah	$0 < Q < 14,3$
B	Basah	$14,3 < Q < 33,3$
C	Agak Basah	$33,3 < Q < 60,0$
D	Sedang	$60,0 < Q < 100,0$
E	Agak Kering	$100,0 < Q < 167,0$
F	Kering	$167,0 < Q < 300,0$
G	Sangat Kering	$300,0 < Q < 700,0$
H	Luar Biasa Kering	$700,0 < Q$

Sumber: (Faridah dkk., 2012)

2.5 Diagram Alir Penelitian

Tahap analisis data yang dilakukan mengikuti langkah-langkah yang dijelaskan melalui diagram alir yang ditampilkan di bawah ini. Diagram alir tersebut memberikan panduan sistematis mengenai tahapan-tahapan yang harus ditempuh selama proses penelitian berlangsung.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian