

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki iklim tropis karena letaknya yang dilewati oleh garis khatulistiwa. Letak Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa memungkinkan untuk terpapar sinar matahari langsung dengan intensitas tinggi sepanjang tahun, menyebabkan daerah disekitarnya memiliki suhu yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh sudut datang matahari yang tegak lurus di wilayah tersebut, sehingga energi matahari terserap lebih banyak dan suhu udara menjadi lebih panas. Tingginya intensitas sinar matahari ini juga berpengaruh terhadap tingkat radiasi ultraviolet (UV) yang diterima permukaan bumi. Paparan sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun turut memengaruhi potensi pemanfaatan energi surya di berbagai sektor, seperti kesehatan, infrastruktur dan lingkungan (Nafiah dkk., 2024).

Radiasi ultraviolet (UV) merupakan salah satu komponen utama dari radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi dan memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan, kesehatan manusia dan peralatan buatan manusia. Intensitas UV yang diterima di permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor atmosferik, baik secara alami seperti posisi matahari dan ketebalan lapisan ozon, maupun oleh unsur-unsur cuaca lokal seperti suhu udara, kelembapan, awan dan curah hujan. Di wilayah tropis seperti di Indonesia, dinamika cuaca yang cepat berubah dari hari ke hari membuat pengamatan terhadap intensitas sinar UV menjadi lebih menantang, namun sekaligus penting untuk dilakukan (Bais dkk., 2019).

Radiasi ultraviolet (UV) memiliki dampak nyata dan sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Pada manusia, paparan sinar UV secara berlebihan dapat menyebabkan kulit terbakar (sunburn), mempercepat penuaan kulit, memicu katarak, serta meningkatkan risiko kanker kulit, terutama bagi individu yang sering terpapar matahari seperti pekerja lapangan dan pengendara motor tanpa pelindung (Nafiah dkk., 2024). Di lingkungan, sinar UV memengaruhi keseimbangan ekosistem, misalnya dengan menghambat pertumbuhan tanaman dan mengganggu organisme kecil di air seperti plankton, yang dapat berdampak pada rantai makanan dan produksi pertanian (Widodo dkk., 2024). Selain itu, peralatan buatan manusia yang sering terkena matahari seperti pagar plastik, cat kendaraan, dan atap rumah akan lebih cepat rusak karena fotodegradasi. Bahkan panel surya yang bekerja dengan cahaya matahari juga bisa mengalami penurunan kinerja akibat radiasi UV yang merusak permukaan pelindungnya (Suhariningsih dkk., 2024). Situasi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi risiko paparan UV dan tingkat pengetahuan serta tindakan pencegahan yang diambil oleh individu.

Kota Makassar sebagai salah satu kota besar di kawasan timur Indonesia yang memiliki karakteristik iklim tropis dengan kelembapan tinggi, suhu udara yang relatif konstan, indeks kecerahan langit yang tergolong tinggi, dan curah hujan yang bervariasi sepanjang tahun. Dinamika cuaca di wilayah ini memberikan peluang untuk mengamati

bagaimana variabel-variabel meteorologi berkontribusi terhadap intensitas radiasi UV. Selain itu, urbanisasi yang pesat dan meningkatnya aktivitas luar ruang di Makassar menjadi alasan tambahan untuk mengeksplorasi isu ini secara lebih mendalam.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis melakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Pengaruh Cuaca Terhadap Intensitas Sinar Ultraviolet (UV) di Wilayah Kota Makassar”**, dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana variabel-variabel cuaca seperti suhu, kelembapan, curah hujan, dan indeks kecerahan berpengaruh terhadap intensitas sinar UV di wilayah tersebut. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan pemahaman masyarakat serta mendukung pengambilan kebijakan dalam bidang kesehatan, lingkungan dan mitigasi risiko paparan UV di daerah tropis. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model machine learning yang terintegrasi dengan platform informasi publik, seperti aplikasi cuaca, papan digital di ruang terbuka, atau website resmi lembaga terkait. Model ini bisa memberikan prediksi UV harian yang disertai rekomendasi praktis, misalnya waktu aman untuk beraktivitas di luar ruangan, anjuran penggunaan tabir surya, atau panduan mengatur posisi panel surya agar lebih efisien.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis Keterkaitan Tren radiasi UV dengan Variabel Meteorologi
2. Menganalisis Variasi Intensitas UV berdasarkan tren dan prediksi

1.2.2 Manfaat

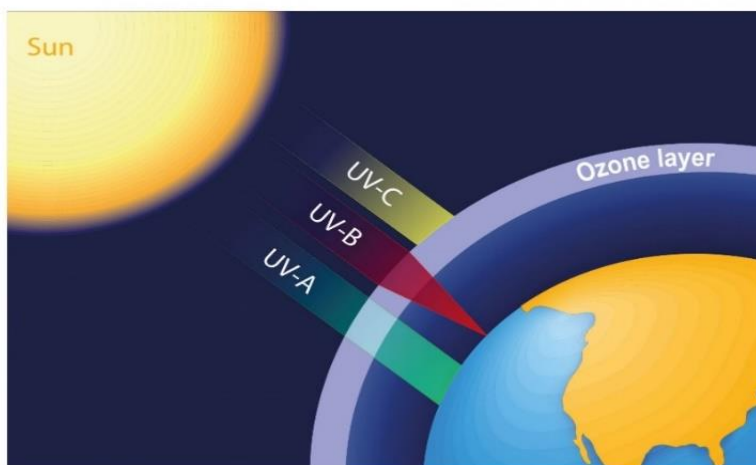
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang meteorologi, khususnya dalam pemahaman hubungan antara variabel cuaca dengan intensitas radiasi ultraviolet (UV) di wilayah tropis seperti Kota Makassar.
2. Menjadi acuan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap bahaya paparan sinar UV yang berlebih, serta menyediakan informasi penting terkait dampak UV terhadap lingkungan.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Sinar Ultraviolet (UV)

Sinar ultraviolet (sinar UV) adalah jenis radiasi elektromagnetik, seperti gelombang radio, radiasi inframerah, sinar-X dan sinar gamma. Sinar ultraviolet terdiri dari berbagai panjang gelombang yang dikenal sebagai spektrum elektromagnetik (EM). Sinar ultraviolet terbentuk dari radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari, memiliki panjang gelombang lebih pendek daripada cahaya tampak. Meskipun sebagian besar sinar UV diserap oleh atmosfer bumi, khususnya oleh lapisan ozon, beberapa jenis sinar UV tetap berhasil mencapai permukaan bumi. Radiasi ini dibagi menjadi tiga jenis utama, yaitu UV-A, UV-B, dan UV-C, yang masing-masing memiliki perbedaan panjang gelombang serta dampak terhadap kesehatan dan lingkungan. Pemahaman tentang ketiga jenis radiasi ini penting untuk memprediksi dampak lingkungan serta merancang strategi mitigasi terhadap paparan sinar UV (Alfivah dkk., 2023).



Gambar 1 Ilustrasi Radiasi Sinar Ultraviolet (Sumber: GreenLab, 2024).

Sinar ultraviolet (UV) memiliki rentang panjang gelombang antara 400 nm – 100 nm yang berada diantara spektrum sinar-X dan cahaya tampak. Berdasarkan panjang gelombangnya, sinar UV dibagi menjadi tiga, antara lain: UV-A atau gelombang panjang (*black light*), UV-B atau gelombang medium (*medium wave*), dan UV-C atau gelombang pendek (*short wave*) (Seran., 2018).

Tabel 1 Jenis Sinar UV dan Panjang Gelombangnya (Ratna & Rudy, 2021)

No	Sinar UV	Panjang Gelombang (1 nm= 10^{-9} m)
1	UV A	315-400
2	UV B	280-325
3	UV C	100-280

Pada saat memasuki atmosfer, sinar UV C tetap bertahan di lapisan ozon sebesar 90%, namun sinar UV B akan diserap oleh ozon, gas dan uap air di atmosfer, sinar UV A juga sebagian besar dapat diserap dan mencapai permukaan bumi. Sinar UV bersifat *invisible* tidak dapat dilihat dan dirasakan. Meskipun beberapa orang dapat terpapar pada sumber UV buatan (misalnya dalam bidang kedokteran, industri, dan untuk tujuan desinfeksi dan kosmetik (Nafiah dkk., 2024).

Radiasi UV yang mencapai permukaan bumi perlu dipantau untuk mengetahui potensi dampaknya terhadap kesehatan manusia. Indeks UV adalah angka yang mewakili intensitas radiasi ultraviolet matahari di permukaan bumi yang berisiko menyebabkan eritema (*sunburn*) pada kulit. Nilai ini dihitung berdasarkan sensitivitas kulit terhadap UV serta faktor atmosfer, lalu disederhanakan agar mudah dipahami masyarakat. Indeks UV biasanya ditampilkan secara harian dan digunakan sebagai panduan bagi masyarakat dalam mengambil langkah perlindungan. Indeks yang lebih tinggi menunjukkan risiko paparan sinar ultraviolet yang lebih besar (Fioletov dkk., 2010).

1.3.2 Unsur Cuaca yang Mempengaruhi Intensitas Sinar Ultraviolet

Kondisi cuaca seperti suhu udara, kelembapan, indeks kecerahan langit, serta curah hujan diketahui dapat memengaruhi intensitas radiasi sinar ultraviolet (UV) yang mencapai permukaan bumi (Maghrabi dkk., 2024).

- a. Kelembapan udara adalah ukuran yang menunjukkan jumlah uap air yang terkandung dalam udara. Semakin banyak uap air dalam udara, semakin lembab udara tersebut. Kelembapan udara dinyatakan dalam persen (%) dengan rentang kelembapan udara yang dianggap ideal berkisar antara 40 -60 % (Murniati, 2018).
- b. Indeks Kecerahan yaitu jumlah energi yang diterima pada suatu permukaan tiap satuan luas dan waku. Satuan waktu yaitu pengukuran intensitas matahari berarti penyinaran saat matahari mulai bersinar selama sehari. Besarnya intensitas radiasi dipermukaan bumi dipengaruhi oleh letak garis lintang, lokasi, ketebalan awan, topografi dan musim (Putri & Sudiarti, 2022).
- c. Suhu merupakan salah satu parameter yang paling sering diukur. Suhu ialah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dan pengukurannya dapat menggunakan thermometer. Satuan suhu yang biasa digunakan yaitu derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$). Salah satu faktor yang mempengaruhi suhu di udara adalah adanya durasi akibat penyinaran matahari (Hidayat & Sari, 2021).
- d. Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar, tidak menguap dan tidak mengalir selama periode tertentu yang diukur dalam satuan milimeter (mm) pada luasan 1 meter persegi. Curah hujan 1 mm dapat diartikan dalam luasan 1 meter persegi pada tempat yang datar terdapat air setinggi 1 mm. Intensitas curah hujan yang ringan ditandai dengan kecepatan jatuh hujan hingga 2,5 km/jam (Noya dkk., 2014). Curah hujan merupakan salah satu parameter iklim yang perilaku atau gejalanya tampak jelas akibat anomali iklim. Anomali iklim seringkali terjadi berulang karena dipengaruhi oleh dinamika atmosfer. Pengukuran curah hujan dapat menggunakan alat penakar hujan dengan satuan milimeter (mm). Curah hujan dengan ukuran 1 mm setara dengan volume air sebanyak 1 liter/ m^2 (Yusuf dkk., 2022).

Tabel 2. Kategori Hujan Berdasarkan Besar Curah Hujan (BMKG, 2022)

Status	Rentang Curah Hujan
Berawan	0 mm/hari
Sangat Ringan	<5 mm/hari
Ringan	5-20 mm/hari
Sedang	21-50 mm/hari
Lebat	51-100 mm/hari

Kelembapan udara juga merupakan salah satu parameter atmosferik yang berpengaruh terhadap penyebaran dan transmisi radiasi ultraviolet (UV) ke permukaan bumi. Berdasarkan penelitian oleh Sandy (2017), bahwa peningkatan intensitas cahaya matahari umumnya diikuti oleh peningkatan suhu udara dan penurunan kelembapan relatif. Dalam kondisi kelembapan tinggi, uap air di atmosfer cenderung menyerap dan menyebarkan sebagian radiasi matahari, termasuk komponen UV, sehingga mengurangi

intensitasnya yang mencapai permukaan bumi. Sebaliknya, pada saat kelembapan relatif rendah, hambatan terhadap radiasi UV juga menurun, sehingga sinar UV dapat menembus atmosfer dengan intensitas yang lebih tinggi. Oleh karena itu, indeks kelembapan dapat menjadi salah satu indikator penting dalam memprediksi fluktuasi intensitas radiasi UV harian, terutama pada wilayah tropis dengan variasi kelembapan yang signifikan.

Tingkat pencahayaan atau *illuminance*, yang merupakan jumlah cahaya tampak yang mencapai permukaan bumi, memiliki keterkaitan dengan intensitas radiasi ultraviolet (UV), meskipun tidak secara langsung mengukur spektrum UV. Kondisi atmosfer seperti kelembapan relatif, awan, dan partikel aerosol memengaruhi seberapa banyak radiasi matahari, termasuk komponen UV yang sampai ke permukaan. Dalam kondisi langit cerah, nilai *illuminance* atau indeks kecerahan yang tinggi umumnya mencerminkan rendahnya hamburan dan penyerapan radiasi oleh atmosfer, sehingga memungkinkan lebih banyak energi UV mencapai permukaan bumi. Sebaliknya, ketika nilai *illuminance* menurun akibat tingginya kelembapan atau konsentrasi aerosol, intensitas radiasi UV juga mengalami penurunan. *Illuminance* dapat digunakan sebagai indikator pendukung untuk memperkirakan variasi intensitas UV, terlebih jika dilakukan pengkajian kolaborasi antara parameter atmosfer lainnya (Xia dkk., 2016).

Suhu udara memiliki keterkaitan dengan intensitas radiasi ultraviolet (UV) yang mencapai permukaan bumi. Peningkatan suhu udara biasanya berkorelasi dengan peningkatan intensitas cahaya matahari, yang juga berdampak pada peningkatan radiasi UV. Suhu yang tinggi mengindikasikan kondisi atmosfer yang cenderung lebih kering dan lebih sedikit awan, sehingga radiasi matahari, termasuk komponen UV, dapat menembus atmosfer dengan lebih efisien. Selain itu, suhu tinggi juga mengurangi kelembapan relatif, yang berarti lebih sedikit uap air di atmosfer untuk menyerap dan menyebarkan radiasi UV (Zerefos & Bais, 1997).

Curah hujan mempengaruhi intensitas radiasi UV melalui peningkatan tutupan awan dan konsentrasi uap air di atmosfer. Saat terjadi hujan, langit umumnya tertutup awan tebal yang berfungsi sebagai penghalang bagi sinar matahari, termasuk radiasi UV. Awan akan memantulkan, menyerap, dan menyebarkan sebagian besar radiasi UV sebelum mencapai permukaan bumi. Selain itu, hujan juga meningkatkan kelembapan dan kandungan aerosol di atmosfer, yang keduanya dapat menyerap atau menyebarkan UV secara signifikan (Kylling dkk., 2000).

1.3.3 Variabilitas Sinar Ultraviolet

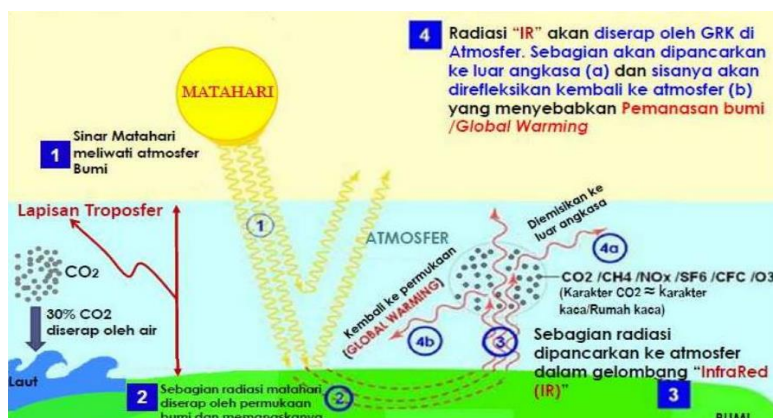
Variabilitas sinar ultraviolet (UV) di wilayah tropis menunjukkan pola yang dipengaruhi oleh faktor harian, musiman, dan atmosferik. Intensitas sinar UVB dan UVA mengalami fluktuasi yang nyata sepanjang hari, dengan puncak tertinggi terjadi antara pukul 11.00 hingga 13.00 waktu lokal, saat posisi matahari berada hampir tegak lurus di atas permukaan bumi. Secara musiman, radiasi UV cenderung lebih tinggi pada musim kemarau karena langit yang lebih cerah dan kandungan uap air yang lebih rendah, yang

memungkinkan lebih banyak sinar UV mencapai permukaan tanah (Bhattacharya dkk., 2012).

Posisi lintang geografis merupakan faktor penentu. Ini terkait dengan intensitas sinar matahari yang jatuh di posisi lintang tersebut. Lapisan ozon yang melindungi bumi dari radiasi ultraviolet tidak merata tebalnya, lapisan ozon relatif tipis ada di atas khatulistiwa. Oleh karena itu, intensitas radiasi UV relatif tinggi juga pada daerah khatulistiwa sampai dengan 10° . Pada sisi lain, ketika ketinggian matahari rendah, yaitu di pagi dan sore hari, intensitas radiasi yang sampai ke permukaan bumi juga lebih rendah. Penyebabnya adalah sinar matahari harus melewati lintasan di atmosfer yang lebih panjang. Intensitas radiasi paling tinggi mencapai ketika matahari berada di titik puncaknya, yaitu saat tengah hari di khatulistiwa. Tingkat intensitas radiasi UV diukur dengan indeks UV yang dimulai dari indeks 0,1,2,...dan seterusnya. Semakin besar indeks UV semakin tinggi pula intensitasnya (Holick, 2008). Indeks UV biasanya dinyatakan dalam skala numerik, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan risiko yang lebih besar terhadap kesehatan akibat paparan sinar UV. Nilai dapat berkisar dari 0 (rendah) hingga lebih dari 11 (sangat tinggi) (Fioletov dkk., 2010).

1.3.4 Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Lingkungan

Sinar UV akan diserap ke permukaan bumi yang menyebabkan pemanasan global. Sinar ultraviolet yang dihasilkan dari radiasi matahari akan diserap permukaan bumi menjadi panas yang berada di lapisan atmosfer membuat di atmosfer menyerap gelombang inframerah dari sinar matahari dan menyebabkan pemanasan global. Dengan meningkatnya suhu rata-rata pada permukaan bumi dapat membuat radiasi sinar matahari masuk ke atmosfer bumi yang akan diserap permukaan bumi maupun udara, selain itu sinar inframerah di ubah menjadi energi panas akan dipantulkan kembali ke atmosfer oleh gas rumah kaca menyebabkan peningkatan suhu permukaan bumi sehingga akan memberikan faktor, dampak dan manfaat pada makhluk hidup.



Gambar 2 Sinar UV dalam Pemanasan Global (Nafiah dkk., 2024)

Dari gambar di atas adanya fenomena global warning yang memberikan dampak pada penipisan lapisan ozon di bumi dapat menyebabkan terjadinya radiasi UV-C sampai menuju ke permukaan bumi akan berakibat terhadap makhluk hidup. Dimana sinar UV-

C merupakan sinar energi paling tinggi dan berbahaya di antara sinar UV lainnya. Selain dari matahari terdapat sumber radiasi UV yaitu lampu UV yang dapat digunakan dalam kehidupan yang mana fungsinya dalam kromotografi dan untuk membunuh mikroorganisme lainnya (Fitriyah dkk., 2023).

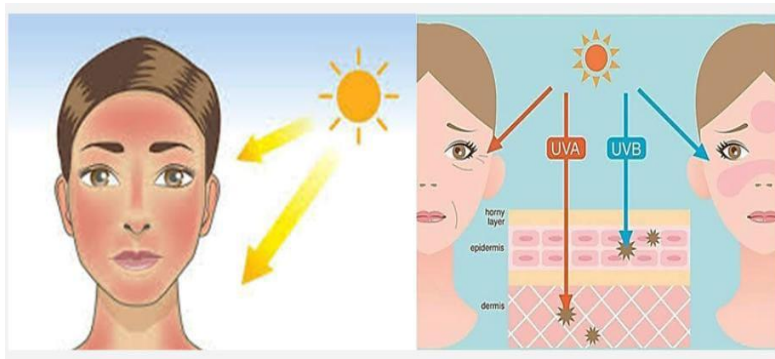
Peningkatan intensitas sinar ultraviolet, khususnya UV-B, akibat penipisan lapisan ozon telah menimbulkan berbagai kerusakan lingkungan yang signifikan. Salah satu dampak utama terjadi pada ekosistem perairan, di mana UV-B dapat merusak fitoplankton organisme dasar rantai makanan laut yang pada gilirannya mengganggu keseimbangan ekosistem dan mengurangi kapasitas laut dalam menyerap karbon dioksida (Hader et al., 2007). Selain itu, tanaman darat juga terdampak, dengan penurunan laju fotosintesis, perubahan struktur morfologi, serta penurunan hasil panen pada spesies yang sensitif terhadap paparan UV-B (Caldwell dkk., 1986). Dari 300 jenis tanaman pertanian dan spesies tumbuhan lain lebih dari setengahnya sangat peka terhadap ultraviolet, seperti kacang, melon, kubis. Peningkatan radiasi UV-B juga dapat menurunkan kualitas tomat, kentang, kubis dan kedelai serta menurunkan produksi pertanian dan kehutanan. Radiasi UV-B juga dapat menimbulkan kerusakan sampai 20 meter di bawah permukaan air yang jernih, terutama berbahaya bagi plankton, benih ikan, udang, dan kepiting, serta tumbuhan yang memegang peranan penting dalam rantai makanan di laut (Achmad, 2011)

Sinar UV yang mencapai permukaan bumi tidak hanya memengaruhi makhluk hidup, tetapi juga berkontribusi pada perubahan lingkungan. Selain itu, peningkatan paparan sinar UV akibat penipisan ozon turut memperparah pemanasan global dan memengaruhi keseimbangan iklim. Sinar UV juga mempercepat proses fotodegradasi bahan organik dan sintetis seperti plastik dan cat, mempercepat kerusakan material di lingkungan terbuka. Tak hanya itu, UV berperan dalam reaksi kimia atmosfer yang membentuk ozon troposfer dan senyawa polutan sekunder lainnya, sehingga turut memengaruhi kualitas udara dan keseimbangan atmosfer (Van der Leun dkk., 1998).

1.3.5 Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Kesehatan

Sinar Ultraviolet yang diserap ke permukaan bumi yang memberikan dampak pada makhluk hidup. Paparan sinar UV membantu pemulihan kulit yang rusak, penyembuhan luka, yang mana menggunakan terapi sinar UV-B dapat membuat DNA epidermis, menghambat sintesis DNA. Radiasi ultraviolet menunjukkan dari hasil teknologi dalam membantu pemulihan kulit yang rusak dan penutupan luka. Selain itu sinar matahari sebelum jam 10.00 pagi berperan mendukung proses fisiologis tubuh, seperti membantu sintesis vitamin D yang penting bagi daya tahan tubuh dan juga meningkatkan kekuatan tulang. Manfaat lainnya terdapat pada sinar UV-B yang digunakan sebagai terapi psoriasis dan penurunan tanda Ikterus pada *Ikterus Neonatorum Fisiologis*. Radiasi sinar matahari yang memiliki efek mengurangi gejala ikterus. Sinar biru dari matahari memiliki kemampuan untuk mengurangi tingkat ikterus, suatu kondisi yang ditandai oleh warna kuning pada kulit dan mata yang disebabkan oleh peningkatan bilirubin dalam darah.

Selain manfaat, sinar UV juga memberikan dampak bagi kesehatan salah satunya sinar UV-C merupakan energi yang paling tinggi akan memberi dampak bahaya bagi kesehatan manusia yaitu kerusakan kulit, mata dan hipertensi. Paparan sinar UV-A dapat menembus kulit lebih dalam dibanding UV-B dan berkontribusi pada proses penuaan dini, keriput, serta meningkatkan risiko kanker kulit bila terpapar berlebihan. Juga saat terkena radiasi UV-A dan UV-B pada mata terlalu lama akan berdampak pada kesehatan mata dengan memicu katarak dan kerusakan retina. Selain itu, paparan sinar UV yang berlebihan dapat memicu hipertensi melalui mekanisme gangguan molekul sinyal kulit dan pelebaran pembuluh darah, sementara paparan UV yang tidak seimbang juga dapat menyebabkan dehidrasi serta kekurangan vitamin D, yang berimplikasi pada kesehatan tulang maupun tekanan darah (Marbun dkk., 2023).



Gambar 3 Dampak Paparan Sinar UV (Sumber: Madame Chang, 2024).

1.3.6 Metode Analisis Regresi Linear

Regresi adalah teknik statistik yang digunakan untuk analisis numerik antara variabel input X dan variabel output Y. Dimana variabel input merupakan variabel bebas dan output merupakan variabel terikat. Suatu persamaan dapat dikatakan regresi linier apabila hubungan antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y) berbentuk linier atau garis lurus. Sedangkan apabila tidak linier atau garis lurus disebut non-linier. Secara umum bentuk persamaan regresi dimana Y merupakan nilai yang diprediksi adalah (Putra & Juarna., 2021):

$$Y = a + b X \quad (1)$$

dengan Y merupakan nilai yang akan diprediksi, a adalah *intercept* Y, b adalah kemiringan atau *slope*, dan X merupakan variabel bebas.

Regresi linear adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model atau hubungan antara satu atau lebih variabel bebas X dengan sebuah variabel respon Y. Analisis regresi dengan satu variabel bebas X disebut dengan regresi linear sederhana, sedangkan jika terdapat lebih dari satu variabel bebas X, disebut sebagai regresi linear berganda (Syilfi dkk., 2012). Analisis regresi linear berganda adalah hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen. Dimana bertujuan untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Dalam bahasa Inggris, istilah ini disebut dengan multiple linear regression

(Sudariana & Yoedani.,2021). Regresi linear berganda dinyatakan dalam persamaan matematika sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (2)$$

Ket:

Y	= Variabel Terikat
X_1, X_2, X_n	= Variabel bebas
a	= Konstanta
b_1, b_2, b_n	= Koefisien

1.3.7 Metode Regresi Polinomial

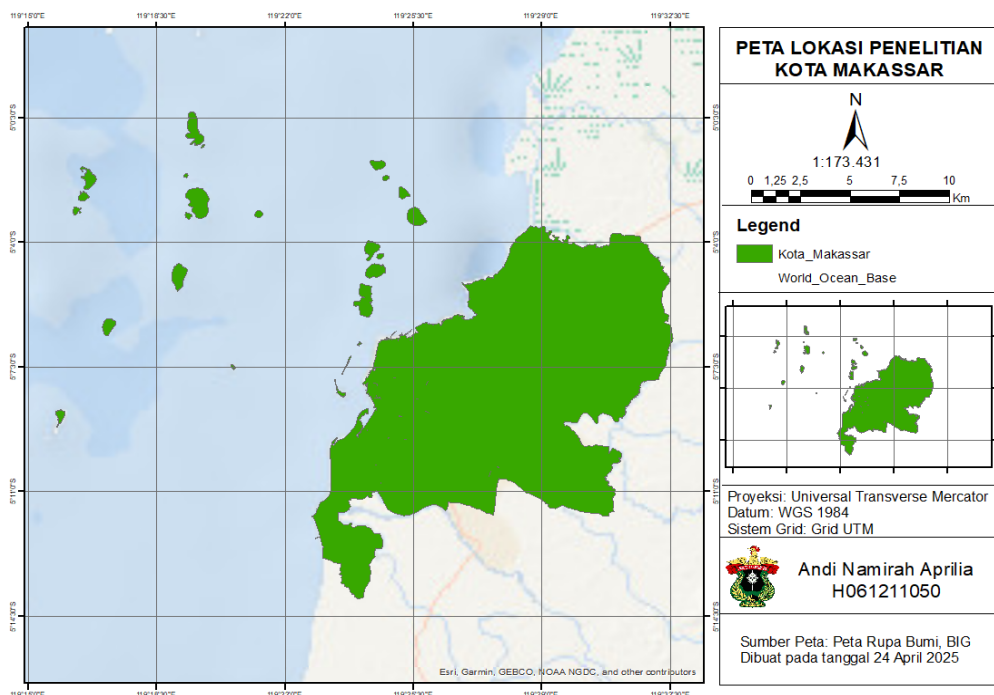
Polinomial *Lagrange* merupakan metode yang dinamai dari penemunya, Joseph Louis Lagrange, seorang ilmuwan asal Prancis. Metode ini digunakan untuk membentuk fungsi polinomial dengan derajat tertentu yang harus melalui sejumlah titik data. Regresi polinomial adalah jenis regresi khusus yang bekerja pada hubungan lengkung (*curvilinear*) antara nilai dependen dan nilai independen. Regresi Polinomial merupakan bentuk analisa regresi di mana hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya dimodelkan di dalam orde polinomial. Metode ini mampu menangkap hubungan linear antara variabel input dan variabel output, dengan menjumlahkan pengaruh masing-masing variabel prediktor (X) yang dipangkatkan meningkat sampai orde ke- n, sehingga diharapkan mampu memberikan hasil prediksi yang lebih baik (Putra & Juarna., 2021).

Metode polinomial orde satu adalah teknik numerik yang membentuk sebuah fungsi polinomial berderajat satu yang menghubungkan dua titik data $(x_0, f(x_0))$ dan $(x_1, f(x_1))$ dimana grafiknya membentuk garis lurus dan hubungan antara x dan f(x) bersifat linear. Dalam analisis numerik maupun regresi, model linear seperti ini sering digunakan untuk memprediksi atau mendeskripsikan hubungan antar variabel secara sederhana (Hidayah dkk., 2025).

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Makassar, yang merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan. Luas wilayah Kota Makassar adalah 175,77 km². Wilayah ini mencakup berbagai kecamatan, termasuk daerah pesisir dan beberapa pulau kecil di sekitarnya. Kota ini berbatasan dengan Kabupaten Maros di sebelah utara dan timur, Kabupaten Gowa di selatan, serta Selat Makassar di barat. Secara geografis, Makassar terletak di pesisir barat daya Pulau Sulawesi, dengan koordinat sekitar 5°8'24" Lintang Selatan (LS) dan 119°25'19.56" Bujur Timur (BT). Topografi kota ini didominasi oleh dataran rendah dengan ketinggian antara 0 hingga 25 meter di atas permukaan laut. Makassar dilintasi oleh dua sungai utama, yaitu Sungai Tallo di utara dan Sungai Jeneberang di selatan. Garis pantai Makassar membentang sekitar 32 kilometer, menghadap ke Selat Makassar. Iklim kota ini tergolong tropis dengan suhu rata-rata tahunan berkisar antara 27°C hingga 30°C, dan curah hujan tahunan sekitar 2.600 milimeter, dengan puncak musim hujan terjadi antara November hingga April.



Gambar 4 Lokasi Penelitian

2.2 Data Penelitian

Data penelitian ini diperoleh dari situs web resmi *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), yaitu [POWER Data Access Viewer](#). Data yang digunakan yaitu rata-rata data bulanan mulai dari tahun 2001-2024 dari data index ultraviolet, suhu, kelembapan, indeks kecerahan dan curah hujan. Di mana, data dihitung menjadi satu nilai rata-rata setiap bulannya dalam periode 24 tahun. Adapun variabel yang digunakan

dalam penelitian ini terdiri dari variabel independen, yaitu suhu udara, indeks kecerahan, kelembapan serta curah hujan. Sementara itu, variabel dependen dalam penelitian ini adalah intensitas radiasi ultraviolet (UV).

2.3 Pengolahan Data

Untuk tahap pengolahan data dalam penelitian ini, dilakukan dengan mempersiapkan data dan software pengolahan data. Langkah-langkahnya yakni sebagai berikut:

2.3.1 Membaca dan Memuat Data

Dataset diimpor ke dalam lingkungan MATLAB menggunakan fungsi *readtable* untuk memastikan bahwa data disajikan dalam format tabel yang terstruktur dengan baik.

2.3.2 Penanganan Data Hilang (*Missing Values*)

Beberapa nilai dalam dataset dapat hilang atau tidak valid, yang sering ditandai dengan *placeholder* numerik tertentu, seperti (-999). Oleh karena itu, dilakukan proses sebagai berikut:

Dalam tahap awal pengolahan data, terlebih dahulu mengidentifikasi dan menangani nilai yang tidak wajar agar kualitas data tetap terjaga. Setiap kolom yang berisi angka diperiksa untuk mendeteksi nilai yang tidak sesuai, misalnya angka negatif pada variabel yang seharusnya hanya memiliki nilai nol atau lebih, seperti indeks penyinaran matahari. Nilai-nilai yang tidak sesuai tersebut kemudian diganti dengan nilai kosong sebagai penanda bahwa data tersebut tidak dapat digunakan. Setelah itu, nilai-nilai kosong diisi kembali dengan menggunakan rata-rata berjalan selama lima hari. Metode ini dipilih untuk mengurangi pengaruh perubahan nilai yang terlalu tajam dari hari ke hari, sehingga data yang dihasilkan menjadi lebih halus dan mencerminkan kondisi sebenarnya secara lebih akurat.

2.3.3 Konversi Format Waktu dan Penyesuaian Data

Untuk memungkinkan analisis berdasarkan waktu, dilakukan pembentukan format tanggal dari tiga variabel penunjuk waktu, yaitu tahun, bulan, dan hari. Ketiga komponen tersebut digabungkan menjadi satu kesatuan menggunakan fungsi pengubah waktu agar membentuk nilai tanggal yang sah. Tahapan ini penting agar data memiliki acuan temporal yang utuh dan dapat digunakan dalam berbagai proses analisis deret waktu secara sistematis.

Setelah memperoleh nilai tanggal yang lengkap, langkah selanjutnya adalah mengonversi informasi waktu tersebut ke dalam bentuk bilangan urut. Representasi angka ini mempermudah proses penghitungan selisih waktu antardata dan mendukung penerapan metode numerik dalam pengamatan kecenderungan. Dengan demikian, pola perubahan dari waktu ke waktu dapat diidentifikasi secara lebih terstruktur. Agar analisis berjalan secara runtut dan akurat, data disusun ulang berdasarkan tanggal dalam urutan menaik. Penyusunan ini bertujuan menjaga kesinambungan deret serta mencegah ketidaksesuaian dalam pemodelan atau visualisasi. Urutan kronologis yang tepat juga menjadi syarat utama dalam berbagai metode analisis data berbasis waktu.

2.3.4 Penyaringan Data

Pemeriksaan dilakukan terhadap setiap baris data guna mengidentifikasi keberadaan nilai kosong atau NaN pada variabel utama, yaitu penyinaran ultraviolet, suhu permukaan, kelembapan relatif, kecepatan angin, koefisien kejernihan langit, dan curah hujan terkoreksi. Jika salah satu dari unsur tersebut tidak memiliki nilai, maka seluruh observasi terkait dihapus. Langkah ini bertujuan menjaga keutuhan informasi yang digunakan serta menghindari potensi bias akibat ketidaksesuaian data. Setelah proses penyaringan, hanya data yang memiliki kelengkapan nilai pada seluruh variabel utama yang dipertahankan. Data inilah yang kemudian dijadikan dasar dalam tahapan analisis berikutnya. Pemilihan ini dilakukan untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh merepresentasikan kondisi sesungguhnya tanpa dipengaruhi oleh ketidakteraturan dalam pencatatan.

2.3.5 Analisis Tren Radiasi UV

Untuk mengidentifikasi pola perubahan radiasi UV dari waktu ke waktu, dilakukan regresi linear sederhana dengan waktu dengan format **Date_Ordinal** sebagai prediktor dan UV sebagai variabel dependen. Untuk mengamati pola umum dalam data penyinaran ultraviolet, dibangun suatu model regresi linear dengan memanfaatkan pendekatan matematis berbasis fungsi garis lurus. Model ini disusun menggunakan metode penyesuaian terbaik terhadap data, sehingga mampu menggambarkan kecenderungan jangka panjang yang terkandung di dalamnya. Dengan demikian, arah perubahan nilai dapat dianalisis secara lebih terarah. Setelah model regresi terbentuk, dilakukan perhitungan nilai taksiran berdasarkan parameter yang telah diperoleh. Proses ini menghasilkan nilai prediksi yang sejalan dengan garis tren, yang kemudian dapat dibandingkan dengan data aktual. Hasil prediksi ini berfungsi sebagai acuan dalam mengevaluasi kesesuaian model terhadap kondisi nyata. Langkah akhir dilakukan dengan menyajikan gambaran visual dalam bentuk sebaran titik yang merepresentasikan data pengamatan, disertai garis hasil regresi. Tampilan ini memudahkan pengamatan terhadap perubahan kecenderungan selama periode tertentu serta memperjelas perbedaan antara nilai pengamatan dan estimasi model. Visualisasi tersebut juga membantu dalam menyampaikan hasil analisis secara lebih komunikatif dan informatif.

2.3.6 Pengembangan Model Regresi Linear Berganda untuk Prediksi UV

Untuk mengestimasi keterkaitan antara variabel meteorologi dengan radiasi UV, digunakan model regresi linear berganda. Adapun langkah awal dalam pembentukan model dilakukan dengan menerapkan fungsi *regress* untuk memperoleh nilai parameter regresi yang paling sesuai dengan data pengamatan. Estimasi parameter ini menggambarkan hubungan matematis antara variabel bebas dan nilai penyinaran ultraviolet yang diamati. Model yang dihasilkan diharapkan dapat merepresentasikan pola hubungan secara linier dan konsisten. Setelah parameter regresi diperoleh, dilakukan perhitungan terhadap nilai ultraviolet hasil taksiran. Nilai ini mencerminkan hasil prediksi dari model yang telah dibentuk dan menjadi dasar untuk membandingkan keakuratannya terhadap data aktual. Proses ini penting untuk mengetahui sejauh mana model dapat menggambarkan model yang akurat.

Penilaian terhadap kinerja model dilakukan melalui dua perbandingan. Pertama, koefisien korelasi *Pearson* digunakan untuk menilai kekuatan hubungan antara hasil prediksi dan nilai pengamatan. Semakin tinggi nilainya, semakin kuat keterkaitan keduanya. Kedua, *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk mengukur seberapa besar selisih antara nilai yang diperkirakan dari data sebenarnya. Metrik ini memberikan gambaran umum mengenai tingkat ketelitian model dalam menghasilkan prediksi model terhadap data pengamatan dengan menghitung akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai taksiran dan nilai aktual. Prosesnya dimulai dengan mengkuadratkan setiap perbedaan antara hasil prediksi dan data pengamatan, menjumlahkan seluruh hasil kuadrat tersebut, membaginya dengan jumlah titik pengamatan, lalu mengambil akar kuadrat dari nilai rata-rata. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) ini menggambarkan tingkat ketelitian suatu model yang dimana, semakin rendah angkanya semakin akurat model dalam memperkirakan intensitas radiasi ultraviolet.

2.3.7 Identifikasi Anomali Radiasi UV

Untuk mengidentifikasi penyimpangan signifikan dalam radiasi sinar UV dari tren umum, dilakukan analisis anomali, untuk mengetahui besarnya penyimpangan terhadap kecenderungan umum, dihitung nilai anomali dengan cara mengurangkan data dengan nilai rata-rata data. Nilai ini menunjukkan deviasi antara kondisi nyata dengan pola jangka panjang yang telah dimodelkan, sehingga membantu dalam mengidentifikasi peristiwa tidak biasa atau perubahan yang bersifat lokal. Penyajian hasil dilakukan dalam bentuk grafik untuk memperjelas interpretasi. Pertama, grafik sebar digunakan untuk menampilkan hubungan antara nilai pengamatan dan garis tren, yang memudahkan pengamatan terhadap pola umum serta posisi nilai relatif terhadap prediksi. Kedua, diagram batang disusun untuk menggambarkan besarnya anomali secara terpisah, yang memberikan penekanan pada periode dengan penyimpangan mencolok dari kecenderungan. Kedua visualisasi ini saling melengkapi dalam menjelaskan dinamika perubahan yang terjadi sepanjang waktu.

2.3.8 Analisis Hubungan Radiasi UV dengan Variabel Meteorologi melalui Regresi Polinomial Orde 1

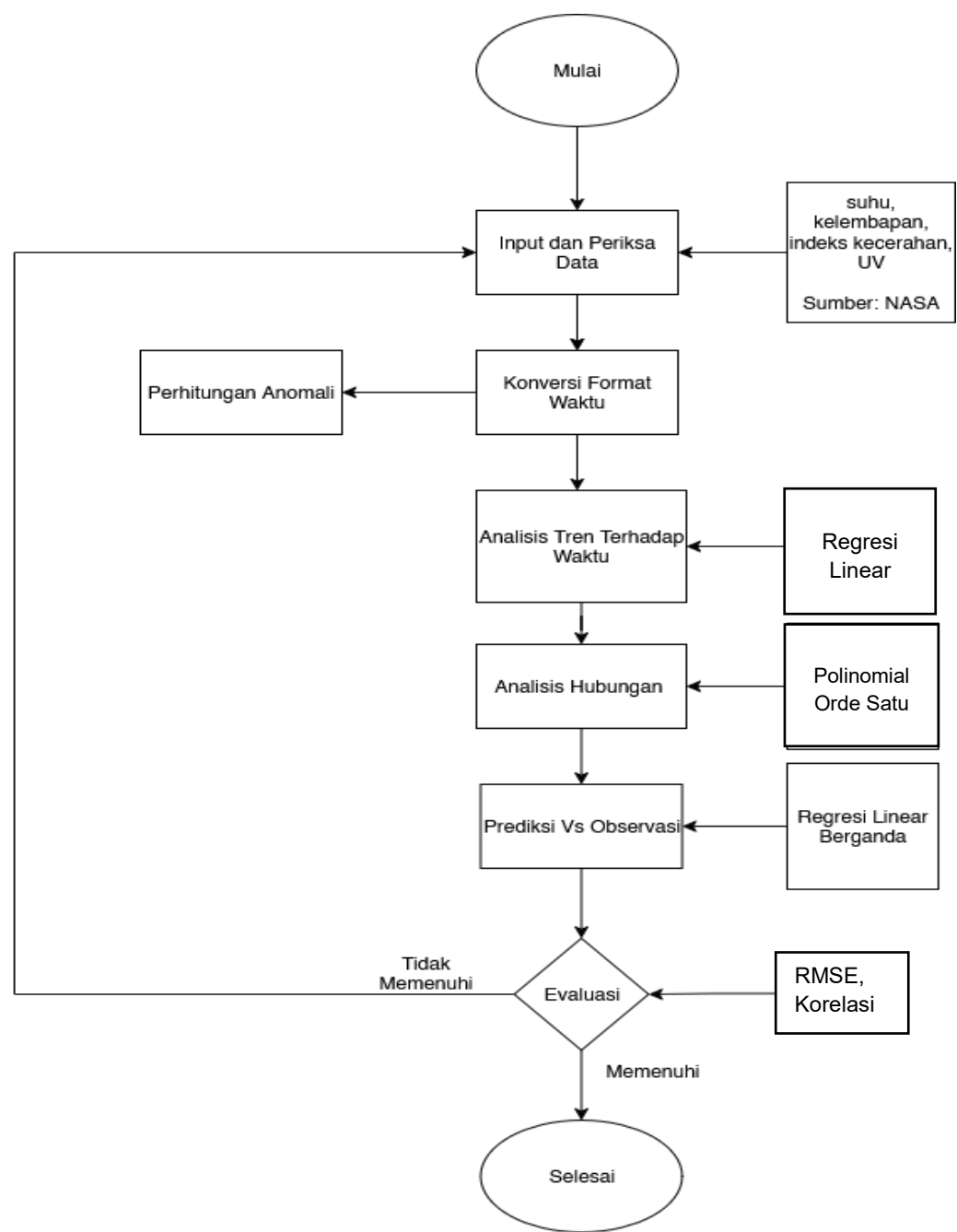
Untuk mengetahui lebih lanjut hubungan antara UV dengan masing-masing variabel prediktor, dilakukan analisis regresi polinomial orde 1 (linear) terhadap tiga variabel utama, yang dimana langkah awal melibatkan penerapan fungsi *polyfit* untuk membangun model linier pada setiap pasangan variabel temperatur udara, indeks kecerahan langit, serta kelembapan relatif terhadap intensitas ultraviolet. Metode ini menghasilkan satu set koefisien yang merepresentasikan garis lurus terbaik sesuai titik pengamatan, sehingga memudahkan identifikasi kecenderungan umum antara masing-masing variabel bebas dengan respons UV. Setelah perhitungan selesai, koefisien regresi ditampilkan secara terpisah untuk setiap variabel. Nilai-nilai ini mencakup kemiringan garis (*slope*) dan intersep (titik potong sumbu vertikal), yang selanjutnya digunakan sebagai dasar penafsiran kekuatan serta arah hubungan antar unsur. Dokumen hasil pun mencantumkan parameter numerik untuk keperluan verifikasi dan pembahasan. Penilaian model dilakukan dengan menelaah besaran kemiringan dan

distribusi titik pengamatan. Kemiringan positif atau negatif mengindikasikan arah hubungan antara variabel bebas dengan UV, sedangkan pola sebar membantu memeriksa adanya data yang menyimpang atau kelompok tertentu yang dapat memengaruhi keakuratan model. Penjelasan menyeluruh ini penting agar hubungan yang terdeteksi dapat dibuktikan dengan alasan yang logis dan berbasis sains. Sebagai pelengkap analisis, setiap hasil regresi divisualkan dalam bentuk diagram sebar yang menampilkan titik pengamatan, serta garis regresi yang menunjukkan tren matematis. Penyajian grafis ini mempermudah pembaca dalam melihat kesesuaian model dengan data aktual dan menyoroti periode atau rentang nilai yang berpotensi menyimpang dari pola umum.

2.3.9 Interpretasi Hasil dan Kesimpulan

Berdasarkan hasil regresi, beberapa poin utama yang dianalisis dimulai dengan menelaah pola perkembangan radiasi ultraviolet dalam rentang waktu tertentu, guna menunjukkan arah kenaikan maupun penurunan intensitas. Selanjutnya, dilakukan identifikasi penyebab perubahan besar, seperti pergeseran musim, dinamika awan, atau aktivitas partikel atmosfer. Pendekatan ini memungkinkan penafsiran hubungan antara variasi cuaca dan perubahan radiasi, sehingga faktor pendorong kenaikan maupun penurunan dapat diuraikan secara sistematis. Untuk menilai peran relatif variabel pengaruh temperatur, kecerahan langit, dan kelembapan digunakan analisis regresi linier berganda. Setiap koefisien diuji signifikansinya untuk menentukan sejauh mana perubahan nilai variabel bebas memengaruhi tingkat radiasi. Dengan demikian, kontribusi masing-masing unsur dapat dibandingkan, sehingga terlihat mana yang paling dominan dalam menjelaskan fluktuasi radiasi ultraviolet. Selanjutnya, periode dengan penyimpangan besar dari kecenderungan umum dirinci sebagai anomali positif atau negatif. Setiap anomali kemudian dikaitkan dengan fenomena meteorologi, seperti musim hujan yang menurunkan penyinaran atau kondisi langit sangat cerah yang meningkatkan intensitas. Hasil ini memudahkan pengenalan peristiwa atmosfer tertentu yang berdampak signifikan terhadap radiasi ultraviolet. Agar model regresi dapat dijadikan alat prakiraan, kinerjanya dinilai menggunakan dengan melakukan evaluasi model berdasarkan korelasi dan RMSE, untuk menentukan apakah model dapat digunakan sebagai alat prediksi radiasi UV dengan tingkat akurasi yang memadai. Nilai korelasi yang tinggi menandakan kecocokan antara prediksi dan data observasi, sedangkan RMSE yang rendah menunjukkan ketepatan taksiran. Evaluasi ini menentukan apakah model memiliki akurasi memadai untuk diterapkan dalam prakiraan intensitas radiasi ultraviolet.

2.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 5 Bagan pikir