

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan penduduk yang pesat di wilayah perkotaan sering kali diiringi dengan meningkatnya kebutuhan lahan untuk permukiman, industri, dan infrastruktur. Wilayah perkotaan, dengan segala fasilitas dan sarana prasarana yang memadai, menjadi pusat daya tarik bagi masyarakat dari daerah pedesaan untuk bermigrasi. Hal ini mengakibatkan jumlah penduduk di kota terus meningkat, yang pada waktunya menyebabkan peningkatan terhadap permintaan lahan dan sumber daya alam. Peningkatan permintaan lahan ini memicu terjadinya konversi lahan yang tidak hanya mengubah penggunaan lahan tetapi juga merubah kualitas lingkungan yang ada (Purboyo, 2022). Program pembangunan nasional turut mempercepat perubahan lahan, di mana lahan produktif dikonversi menjadi lahan terbangun untuk memenuhi kebutuhan ruang akibat pertumbuhan penduduk dan mobilitas masyarakat (Adhi et al., 2024).

Pengalihan fungsi lahan, khususnya dari lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun, menjadi salah satu dampak utama pembangunan di wilayah perkotaan. Perubahan ini berdampak pada terganggunya ekosistem dan siklus ekologis akibat fragmentasi habitat, serta menurunnya kapasitas lingkungan dalam menjaga keseimbangan iklim mikro (Agusman & Mataburu, 2024). Alih fungsi lahan akibat adanya pembangunan membuat terjadinya fragmentasi habitat, sehingga siklus ekologi menjadi terganggu di suatu ekosistem. Salah satu indikator dampak dari alih fungsi lahan adalah meningkatnya suhu permukaan tanah, yang berkaitan erat dengan fenomena *Urban Heat Island* (UHI).

*Urban Heat Island* (UHI) merupakan sebuah fenomena yang terjadi di kota atau wilayah metropolitan yang lebih panas jika dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini disebabkan dari aktivitas yang lebih besar di wilayah tersebut. Fenomena ini pertama kali diteliti dan dijelaskan oleh Luke Howard tahun 1818. Peningkatan

suhu udara akibat UHI, terutama selama musim panas, dapat memberikan pengaruh terhadap lingkungan dan kualitas hidup masyarakat. Urban Heat Island (UHI) merupakan fenomena wilayah perkotaan yang memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan wilayah sekitarnya. Perbedaan ini disebabkan oleh permukaan beralbedo rendah seperti aspal, beton, dan atap bangunan yang menyerap panas lebih besar dibandingkan permukaan vegetasi. Peningkatan suhu udara akibat UHI dapat mempengaruhi kenyamanan, kesehatan masyarakat, serta mendorong peningkatan konsumsi energi dan polusi udara. Selain itu, wilayah dengan kerapatan vegetasi yang rendah dan intensitas bangunan yang tinggi juga menunjukkan penurunan tingkat kebasahan lahan akibat berkurangnya daya serap air dan hilangnya badan air alami (Sukojo & Hauzan, 2023). Data Dinas Lingkungan Hidup Jawa Barat (2023) mengungkapkan bahwa alih fungsi lahan pertanian mencapai 15.000 hektar per tahun, terutama terjadi di wilayah penyangga metropolitan seperti Kabupaten Bogor, Bandung Barat, dan Garut. Studi oleh Pusat Penelitian Limnologi LIPI (2023) menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan ini telah berkontribusi pada peningkatan suhu permukaan tanah sebesar 1,2-2,3°C dalam dekade terakhir, dengan intensitas tertinggi terjadi di kawasan permukiman padat dan daerah industri. Fenomena *Urban Heat Island* (UHI) semakin nyata terlihat melalui citra termal satelit, dimana suhu permukaan di pusat-pusat kota tercatat 3-5°C lebih tinggi dibandingkan wilayah *peri-urban*.

Kabupaten Garut, sebagai salah satu wilayah dengan pertumbuhan penduduk yang pesat di Jawa Barat, mengalami transformasi lingkungan yang signifikan dalam sepuluh tahun terakhir. Jumlah penduduk Kabupaten Garut pada tahun 2024 diperkirakan mencapai 2,7 juta jiwa dan pertumbuhan penduduk sebesar 1,8% per tahun dengan kebutuhan lahan permukiman meningkat 12% sejak tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2024). Pertumbuhan penduduk ini diikuti dengan peningkatan kebutuhan lahan untuk dikonversi menjadi permukiman dan infrastruktur, yang mengakibatkan alih fungsi lahan secara masif. Sehingga memberikan dampak terhadap daerah sekitarnya yang menyebabkan lahan vegetasi semakin banyak digunakan untuk lahan terbangun. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Garut, tercatat luas lahan kritis di wilayah perkotaan

Kabupaten Garut mencapai 4.000 Ha. Namun demikian, data tersebut umumnya hanya menggambarkan kondisi lahan kritis yang terlihat dari aspek tanah dan kebencanaan seperti rawan longsor dan tidak mencerminkan kompleksitas kekritisannya lingkungan yang mencakup unsur-unsur lain seperti suhu permukaan, kerapatan bangunan, dan kelembaban tanah.

Perubahan lahan kosong menjadi lahan terbangun yang terjadi di Kabupaten Garut tentunya berkaitan dengan Ruang Terbuka Hijau (RTH). Berkurangnya RTH menjadi pemicu dalam peningkatan suhu permukaan tanah. Penurunan kualitas dan kuantitas ruang terbuka hijau sangat berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan dari lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun. Analisis citra satelit Landsat 8 oleh Tim Peneliti Universitas Garut (2023) menunjukkan penurunan tutupan vegetasi sebesar 8% yang terutama terjadi di koridor pertumbuhan ekonomi seperti wilayah perkotaan Kabupaten Garut yang meliputi 6 kecamatan. Sementara itu, kualitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) semakin menurun dimana hanya 60% dari total 36% RTH yang memenuhi standar kesehatan lingkungan berdasarkan penilaian Dinas Lingkungan Hidup Garut (2023). RTH yang memiliki fungsi untuk mengurangi polusi ini memiliki kualitas yang kurang baik seperti adanya sampah berserakan, serta adanya pedagang kaki lima disekitar RTH yang menambah kesan kumuh dan memperlambat laju kendaraan (Alamsyah et al., 2021). Hal ini menyebabkan manfaat penyediaan RTH menjadi kurang maksimal.

Kurangnya kuantitas maupun kualitas RTH di kawasan perkotaan menyebabkan meningkatnya suhu permukaan tanah. Suhu permukaan yang berbeda dapat diakibatkan oleh variasi penggunaan lahan. Keseimbangan energi di permukaan bumi, karakteristik termal permukaan, dan keadaan atmosfer berperan dalam menentukan suhu permukaan tanah (Aprilia et al., 2021). Perubahan penggunaan lahan yang semakin meningkat, baik di perkotaan maupun pedesaan, memiliki dampak signifikan terhadap konsumsi energi. Lahan yang dibangun biasanya memiliki suhu yang lebih tinggi, sehingga daerah perkotaan cenderung lebih panas dibandingkan dengan daerah pedesaan (Maru, 2015). Lahan yang dibangun umumnya memiliki albedo yang rendah, yang berakibat pada peningkatan

suhu, sementara vegetasi memiliki albedo yang tinggi, sehingga suhu cenderung lebih rendah.

Faktor selain lahan terbangun yang menyebabkan suhu permukaan menjadi tinggi adalah keberadaan biofisik. Biofisik yang dimaksud mencakup keberadaan vegetasi yang menyediakan oksigen dan memiliki fungsi sebagai pengatur iklim mikro. Keberadaan vegetasi ini dapat dideteksi melalui indeks vegetasi yang diperoleh dari penginderaan jauh (Fadlin, et al., 2020). Indeks vegetasi digunakan untuk mengukur tingkat kehijauan suatu area. Biasanya, indeks ini diterapkan dalam penelitian di bidang pertanian, perkebunan, kekeringan, kepadatan kanopi, konsentrasi klorofil, serta kajian iklim mikro di perkotaan. Kerapatan vegetasi berbeda dari lahan yang dibangun, di mana vegetasi berperan dalam mengatur iklim mikro di tingkat kota. Pulau Jawa merupakan salah satu pulau yang memiliki suhu dengan intensitas panas yang lebih tinggi di daerah perkotaan dibandingkan dengan daerah pedesaan. Vegetasi memberikan variasi perbedaan suhu dalam mengidentifikasi suhu permukaan tanah. Vegetasi dengan lapisan atas yang berbeda juga memberikan suhu yang berbeda, misalnya vegetasi dengan lapisan atas yang lebat akan berbeda dengan lapisan atas yang berumput (Sasmito & Suprayogi, 2017).

Peningkatan suhu permukaan tanah, kurangnya kerapatan vegetasi, meningkatnya kerapatan bangunan, dan rendahnya tingkat kelembapan di suatu wilayah menjadi indikator awal terjadinya kekritisian lingkungan. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat kekritisian lingkungan di wilayah perkotaan Kabupaten Garut adalah dengan menggunakan *Environmental Critically Index* (ECI). Pendekatan ini menggunakan berbagai parameter lingkungan yang berbasis data penginderaan jauh untuk menilai kondisi lingkungan secara spasial dan temporal. Beberapa parameter utama yang digunakan dalam pendekatan ECI meliputi:

1. *Land Surface Temperature* (LST): Parameter ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat panas yang terakumulasi di suatu wilayah akibat perubahan lahan, yang berkontribusi terhadap fenomena *Urban Heat Island* (UHI).

2. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI): Parameter ini digunakan untuk mengukur tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi di suatu wilayah. Vegetasi yang lebih rapat akan memiliki kemampuan lebih baik dalam mengatur suhu permukaan tanah dan memperbaiki iklim mikro.
3. *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI): Parameter ini digunakan untuk mengidentifikasi lahan terbangun, yang sering kali memiliki suhu lebih tinggi dan berkontribusi pada peningkatan fenomena UHI.
4. *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI): Parameter ini digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan badan air di suatu wilayah yang dapat mempengaruhi suhu dan kualitas lingkungan.
5. **Kepadatan Penduduk:** Kepadatan penduduk yang tinggi dapat menjadi faktor pendorong utama perubahan penggunaan lahan dan berkontribusi pada peningkatan suhu permukaan tanah serta degradasi kualitas lingkungan.

Parameter-parameter ini memberikan gambaran mengenai tingkat kekritisian lingkungan di suatu wilayah. Pendekatan ECI memungkinkan kita untuk memantau perubahan yang terjadi seiring waktu, sehingga dapat mengidentifikasi tren mengenai perubahan lingkungan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingginya LST, rendahnya nilai NDVI, dominasi NDBI, dan minimnya MNDWI, dapat mengindikasikan wilayah dengan tingkat kekritisian lingkungan yang tinggi (Senanayake et al., 2013; Fadlin, et al., 2020).

Penelitian mengenai penggunaan data penginderaan jauh berbasis termal telah mengalami peningkatan dalam dua dekade terakhir di Indonesia. Fokus studi kasus penelitian tersebut di dominasi kota-kota besar, seperti Surabaya (Agusman & Mataburu, 2024), Bandung (Sukojo & Hauzan, 2023), Makassar (Fadlin, et al., 2020), Daerah Istimewa Yogyakarta (Arung, 2020) dan Depok (Purboyo, 2022). Berbagai faktor dipertimbangkan, seperti penggunaan lahan, populasi penduduk, keberadaan vegetasi, lahan terbangun, dan kondisi atmosfer. Walaupun demikian, untuk pemodelan menggunakan *Environmental Critically Index* (ECI) masih perlu dikembangkan khususnya di wilayah perkotaan Kabupaten Garut.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka diperlukan penelitian mengenai dampak dari peningkatan jumlah penduduk, berkurangnya vegetasi, meningkatnya lahan terbangun, keberadaan badan air dan peningkatan suhu permukaan terhadap tingkat kekritisian lingkungan di Kabupaten Garut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tingkat kekritisian lingkungan di wilayah perkotaan Kabupaten Garut antara tahun 2014 dan 2024. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kekritisian lingkungan, dapat memberikan rekomendasi untuk perencanaan pembangunan berkelanjutan di Kabupaten Garut, serta membantu dalam penentuan prioritas rehabilitasi lahan kritis. Oleh karena itu, penting dilaksanakan penelitian mengenai pemantauan suhu permukaan dan indeks vegetasi secara multitemporal untuk meneliti tentang **“Analisis Perubahan Tingkat Kekritisian Lingkungan Menggunakan *Environmental Critically Index* di Wilayah Perkotaan Kabupaten Garut“**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka terdapat beberapa rumusan masalah yang dipertanyakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan parameter *Land Surface Temperature*, *Normalized Difference Vegetation Index*, *Normalized Difference Built-up Index*, dan *Modified Normalized Difference Water Index* wilayah perkotaan Kabupaten Garut pada tahun 2014 dan 2024?
2. Bagaimana tingkat kekritisian lingkungan menggunakan algoritma *Environmental Critically Index* di wilayah perkotaan Kabupaten Garut pada tahun 2014 dan 2024?
3. Bagaimana hubungan parameter *Land Surface Temperature*, *Normalized Difference Vegetation Index*, *Normalized Difference Built-up Index*, dan *Modified Normalized Difference Water Index* terhadap *Environmental Critically Index*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yang merupakan hasil jawaban dari rumusan masalah. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi parameter *Land Surface Temperature*, *Normalized Difference Vegetation Index*, *Normalized Difference Built-up Index*, dan *Modified Normalized Difference Water Index* wilayah perkotaan Kabupaten Garut pada tahun 2014 dan 2024.
2. Menganalisis indeks kekritisian lingkungan menggunakan algoritma *Environmental Critically Index* di wilayah perkotaan Kabupaten Garut pada tahun 2014 dan 2024.
3. Menganalisis hubungan parameter *Land Surface Temperature*, *Normalized Difference Vegetation Index*, *Normalized Difference Built-up Index*, dan *Modified Normalized Difference Water Index* terhadap *Environmental Critically Index*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dan memberikan manfaat kepada pengguna. Adapun manfaat penelitian ini berupa:

1. Manfaat dari segi teori

Penelitian ini dapat dijadikan pengembangan teori yang telah digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Diharapkan pula penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan dan referensi untuk peneliti selanjutnya dalam pembangunan Kabupaten Garut yang berkelanjutan.

2. Manfaat dari segi kebijakan

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai suhu permukaan, ketersediaan vegetasi, dan tingkat kekritisian lingkungan di Kabupaten Garut. Sehingga dapat memberikan masukan mengenai kebijakan ruang terbuka hijau maupun pembangunan berkelanjutan di Kabupaten Garut.

3. Manfaat dari segi praktis

- a. Bagi penulis, dapat mempraktikkan keilmuan yang telah didapatkan selama masa perkuliahan baik dari segi teori maupun praktik yang

ditulis dalam karya ilmiah. Sehingga memberikan pengalaman bagi penulis untuk dapat bermanfaat bagi khalayak umum.

- b. Bagi universitas, dapat menjadi literatur tambahan dan koleksi bacaan keilmuan Sains Informasi Geografi.
- c. Bagi masyarakat, diharapkan dapat memberikan edukasi dan informasi terkait perkembangan wilayah di wilayah perkotaan Kabupaten Garut.

### 1.5 Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan pembahasan mengenai definisi dari variabel penelitian yang digunakan dalam judul penelitian yang bertujuan sebagai batasan agar tidak terjadi multitafsir. Berdasarkan variabel penelitian, maka definisi operasional pada penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

#### 1. *Land Surface Temperature (LST)*

*Land Surface Temperature (LST)* merupakan suhu pada permukaan bumi hasil dari pantulan objek yang terekam oleh citra satelit landsat 7 dan 8 pada waktu tertentu yang diklasifikasikan dengan satuan Celsius (°C). Pada penelitian ini akan berfokus membandingkan dengan rentang waktu 10 tahun untuk memperoleh nilai LST, serta memperhitungkan kondisi geografis, faktor kerapatan vegetasi dan tingkat kekritisian lingkungan. Tahun yang akan diteliti, yaitu tahun 2014 dan 2024.

#### 2. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

*Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan pada daun dengan menggunakan gelombang merah dan inframerah. Tingkat kehijauan vegetasi dalam penelitian ini akan digunakan untuk memperoleh proporsi vegetasi di LST dan perhitungan ECI. Tahun yang akan diteliti, yaitu tahun 2014 dan 2024.

#### 3. *Normalized Difference Built-up Index (NDBI)*

*Normalized Difference Built-up Index (NDBI)* merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerapatan bangunan di suatu wilayah dengan menggunakan gelombang inframerah pendek dan gelombang inframerah dekat. Tingkat kerapatan bangunan dalam penelitian ini akan

digunakan untuk memperoleh proporsi lahan terbangun pada LST dan perhitungan ECI. Tahun yang akan diteliti, yaitu tahun 2014 dan 2024.

#### 4. *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI)

*Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui keberadaan badan air atau tingkat kebasahan pada suatu wilayah dengan menggunakan gelombang hijau dan gelombang inframerah dekat. Tingkat kebasahan dalam penelitian ini akan digunakan untuk memperoleh proporsi badan air terhadap LST dan perhitungan ECI. Tahun yang akan diteliti, yaitu tahun 2014 dan 2024.

#### 5. *Environmental Critically Index* (ECI)

*Environmental Critically Index* (ECI) didefinisikan sebagai kondisi kritis lingkungan akibat peningkatan suhu permukaan, berkurangnya tutupan vegetasi, meningkatnya kawasan terbangun, dan rendahnya tingkat kebasahan. Perhitungan ECI diperoleh melalui *stretch* hasil LST dikali dengan NDBI kemudian dibagi dengan hasil NDVI dikali dengan MNDWI. Hasil dari perhitungan ECI akan dikelompokkan ke dalam empat kelas klasifikasi, yaitu tidak kritis, kritis rendah, kritis sedang, dan kritis tinggi. Penilaian terhadap indeks kekritisan lingkungan dilakukan berdasarkan perhitungan indikator LST, NDVI, NDBI, dengan MNDWI, yang mana perubahan parameter tersebut akan memberikan pengaruh terhadap hasil tingkat kekritisan.

## 1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini mencakup objek kajian berupa wilayah perkotaan Kabupaten Garut, yang terdiri atas enam kecamatan, yakni Tarogong Kidul, Tarogong Kaler, Garut Kota, Karangpawitan, Banyuresmi, dan Cilawu. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan penginderaan jauh, serta menggunakan analisis multitemporal berdasarkan data citra satelit Landsat tahun 2014 dan 2024. Variabel yang dikaji dalam penelitian ini adalah empat parameter utama yang merepresentasikan kondisi biofisik lingkungan, yaitu:

1. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) sebagai indikator tingkat kehijauan dan kepadatan vegetasi.
2. *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) untuk mengidentifikasi kawasan terbangun.
3. *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI) sebagai penanda keberadaan badan air.
4. *Land Surface Temperature* (LST) untuk mengetahui sebaran suhu permukaan lahan.

Keempat parameter tersebut diintegrasikan ke dalam algoritma *Environmental Critically Index* (ECI) untuk mengukur tingkat kekritisan lingkungan secara spasial. Unit analisis dalam penelitian ini adalah seluruh kawasan yang termasuk ke dalam wilayah perkotaan Kabupaten Garut. Data dikumpulkan melalui pengolahan citra satelit Landsat 8 (2014) dan Landsat 9 (2024) yang telah melalui proses koreksi geometrik dan radiometrik. Sumber data sekunder lain, seperti batas administratif dan data jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik, turut digunakan sebagai pendukung dalam interpretasi hasil. Teknik analisis data yang digunakan meliputi klasifikasi citra, perhitungan indeks, serta overlay spasial untuk mengetahui perubahan tingkat kekritisan lingkungan secara multitemporal. Hasil akhir dari analisis ini diharapkan mampu menggambarkan pola perubahan kondisi lingkungan di wilayah perkotaan Garut dalam kurun waktu satu dekade serta mengidentifikasi kawasan yang mengalami peningkatan tekanan ekologis.