

# Dinamika Vegetasi di Kebun Raya Unmul Samarinda melalui Analisis Kuantitatif Penyebaran Tumbuhan

*Vegetation Dynamics in the Unmul Samarinda Botanical Garden through Quantitative Analysis of Plant Distribution*

Andrew Stefano<sup>1</sup>, Sri Endayani<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Geomatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia.

<sup>2</sup>Program Studi Kehutanan, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Indonesia.

\*Corresponding Author: nd4.70des@gmail.com

## Abstrak

Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) memiliki peran strategis dalam konservasi keanekaragaman hayati tropis di Kalimantan Timur. Penelitian ini secara khusus menganalisis dinamika vegetasi semak, herba, dan pohon melalui pendekatan kuantitatif menggunakan metode kuadrat, yang masih jarang diaplikasikan secara komprehensif di kawasan konservasi Indonesia timur. *Kebaruan (novelty)* dari studi ini terletak pada kombinasi analisis struktur komunitas vegetasi (indeks Shannon-Wiener, Pielou, dan Simpson) dengan evaluasi pengaruh faktor lingkungan (pH tanah, air, dan cahaya) dalam satu kerangka spasial berbasis zona ekologi. Hasil menunjukkan bahwa vegetasi semak dan herba cenderung memiliki distribusi lebih merata, sedangkan pohon menunjukkan pola berkelompok, dengan keanekaragaman tinggi (indeks >2,5). Ditemukan dominasi spesies asli Kalimantan untuk pohon, namun semak dan herba memperlihatkan keragaman jenis termasuk spesies invasif. Penelitian ini memberikan landasan ilmiah bagi pengelola KRUS untuk menyusun strategi konservasi yang lebih responsif terhadap data, termasuk dalam upaya pengendalian spesies asing invasif. Selain itu, hasil studi ini dapat menjadi rujukan dalam perencanaan ruang hijau berkelanjutan di kawasan konservasi tropis lainnya serta mendorong integrasi pendekatan kuantitatif dalam kebijakan pelestarian vegetasi.

**Kata kunci:** Keanekaragaman, Konservasi, Metode Kuadrat, Vegetasi

## Abstract

The Unmul Samarinda Botanical Garden (KRUS) holds a strategic role in the conservation of tropical biodiversity in East Kalimantan. This study specifically analyzes the dynamics of shrub, herbaceous, and tree vegetation using a quantitative approach through the quadrat method, which remains rarely applied comprehensively in conservation areas across eastern Indonesia. This research offers a novel approach by integrating vegetation structure metrics (including Shannon-Wiener, Pielou's evenness, and Simpson's dominance indices) with an assessment of environmental variables—such as soil pH, water supply, and light levels—within a spatial analysis based on ecological zoning. The results indicate that shrub and herbaceous vegetation tend to have a more even distribution, while trees exhibit clustered patterns, with overall high biodiversity levels (index >2.5). Tree vegetation is dominated by native Kalimantan species, whereas shrubs and herbs demonstrate greater species diversity, including the presence of invasive species. The practical contribution of this research includes providing a scientific foundation for KRUS management in formulating more adaptive and data-driven conservation strategies, particularly in mitigating invasive species. Furthermore, the findings may serve as a reference for sustainable green space planning in other tropical conservation areas and promote the integration of quantitative approaches into vegetation preservation policies.

**Keywords:** Biodiversity, Conservation, Quadrat Method, Vegetation

## I. PENDAHULUAN

Kawasan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) berperan signifikan dalam pelestarian keanekaragaman hayati di wilayah Kalimantan Timur (Alden *et al.*, 2019; Bauch *et al.*, 2021; Bede-Fazekas & Somodi, 2023). Sebagai bagian dari ekosistem hutan hujan tropis, KRUS menjadi tempat tumbuhnya

beragam spesies tumbuhan seperti semak, herba, dan pohon (Buyadi *et al.*, 2013; Chanda *et al.*, 2023; Das *et al.*, 2021). Keanekaragaman jenis tumbuhan tersebut tidak hanya mendukung stabilitas ekosistem, tetapi juga berperan dalam menyediakan oksigen, menyimpan karbon, serta menjaga kualitas tanah dan air (Dong, 2023; Ellsäßer *et al.*, 2020; Esmaeilpour *et al.*, 2022).

Dalam ekosistem hutan tropis, dinamika vegetasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan, interaksi antara spesies, serta gangguan alami dan antropogenik (Farooq *et al.*, 2023; Gedik *et al.*, 2023; Gonzales *et al.*, 2020). Pola distribusi dan dominansi vegetasi dapat menjadi indikator penting dalam memahami kondisi ekosistem suatu Kawasan (Guo & Jiang, 2020; Hamed Fahmy *et al.*, 2023; Haynes *et al.*, 2018). Oleh karena itu, penelitian mengenai pola penyebaran, keanekaragaman, dan dominansi vegetasi sangat diperlukan untuk mendukung upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem secara berkelanjutan (He *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2023; Jeong *et al.*, 2023).

Metode kuadrat merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam studi ekologi tumbuhan untuk mempelajari pola penyebaran vegetasi (Jiménez *et al.*, 2020; Karimi *et al.*, 2023; Khoshnoodmotlagh *et al.*, 2021). Pendekatan ini memungkinkan analisis kuantitatif terhadap struktur komunitas tumbuhan melalui pengukuran indeks keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi (Kim, 2020; Koopmans *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020). Dalam penelitian ini, metode kuadrat digunakan untuk memperoleh pemahaman lebih dalam mengenai dinamika vegetasi semak, tumbuhan bawah, dan pohon di wilayah KRUS serta faktor-faktor yang memengaruhi pola distribusinya (Mahmoudi *et al.*, 2023; Marques da Silva *et al.*, 2015; Menberu *et al.*, 2021).

Hingga saat ini, belum terdapat penelitian serupa di Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) yang secara bersamaan memetakan dan menganalisis tiga strata vegetasi utama—herba, semak, dan pohon—dalam satu kerangka kajian kuantitatif yang utuh. Hal ini menjadikan studi ini memiliki kebaruan dalam kontribusinya terhadap pengelolaan kawasan konservasi tropis secara lebih menyeluruh dan berbasis data ilmiah.

### Rumusan Masalah

Merujuk pada uraian latar belakang diatas, rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pola penyebaran vegetasi semak, herba, dan pohon di Kebun Raya Unmul Samarinda?

2. Seberapa tinggi tingkat keanekaragaman dan dominansi vegetasi di KRUS berdasarkan metode kuadrat?
3. Faktor lingkungan apa saja yang berpengaruh terhadap distribusi vegetasi di kawasan penelitian?

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pola penyebaran vegetasi semak, herba, dan pohon di Kebun Raya Unmul Samarinda menggunakan metode kuadrat.
2. Mengevaluasi keragaman dan tingkat dominansi vegetasi menggunakan indeks Shannon-Wiener untuk keanekaragaman, indeks Pielou untuk pemerataan, serta indeks Simpson untuk dominansi.
3. Mengidentifikasi faktor lingkungan yang memengaruhi distribusi vegetasi di KRUS.

### Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, baik secara teoritis maupun praktis, antara lain:

1. Manfaat ilmiah, menambah wawasan mengenai dinamika vegetasi hutan tropis di Kalimantan Timur. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai ekologi tumbuhan dan konservasi di kawasan konservasi sejenis.
2. Manfaat praktis, memberikan informasi kepada pengelola KRUS mengenai kondisi vegetasi saat ini, sehingga dapat digunakan dalam perencanaan konservasi dan pengelolaan kawasan. Mendukung kebijakan terkait pemanfaatan ruang hijau dan konservasi biodiversitas di Kalimantan Timur. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya konservasi ekosistem hutan tropis.

### Ruang Lingkup Penelitian

Studi ini dilaksanakan di kawasan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) dengan menitikberatkan pada analisis vegetasi jenis semak, herba, dan pohon melalui pendekatan kuadrat. Cakupan penelitian mencakup:

1. Aspek Spasial: Penelitian dilakukan pada beberapa zona ekologi di KRUS yang mencakup area dengan tingkat gangguan berbeda (misalnya, dekat jalur wisata dan area hutan alami).

2. Aspek Temporal: Pengambilan data dilakukan selama periode tertentu dalam kondisi cuaca yang relatif stabil untuk memastikan keakuratan hasil.
3. Aspek Metodologis: Penggunaan metode kuadrat untuk analisis vegetasi, dengan parameter utama meliputi indeks keanekaragaman, kemerataan, dan dominansi.

Penelitian ini bertujuan memberikan pemahaman mendalam tentang dinamika vegetasi di KRUS, guna mendukung perumusan strategi konservasi yang berkelanjutan dan lebih tepat sasaran (Nasrin *et al.*, 2023; Ngamsiriudom & Tanaka, 2023; Pongsetkul & Benjakul, 2021).

## II. METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan konservasi Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS), Kalimantan Timur, yang memiliki ekosistem hutan tropis. KRUS memiliki berbagai tipe vegetasi yang dapat menjadi objek kajian mengenai keanekaragaman dan

distribusi vegetasi semak, herba, dan pohon, dengan mempertimbangkan musim dan kondisi lingkungan agar hasil yang diperoleh lebih representative (Gambar 1).

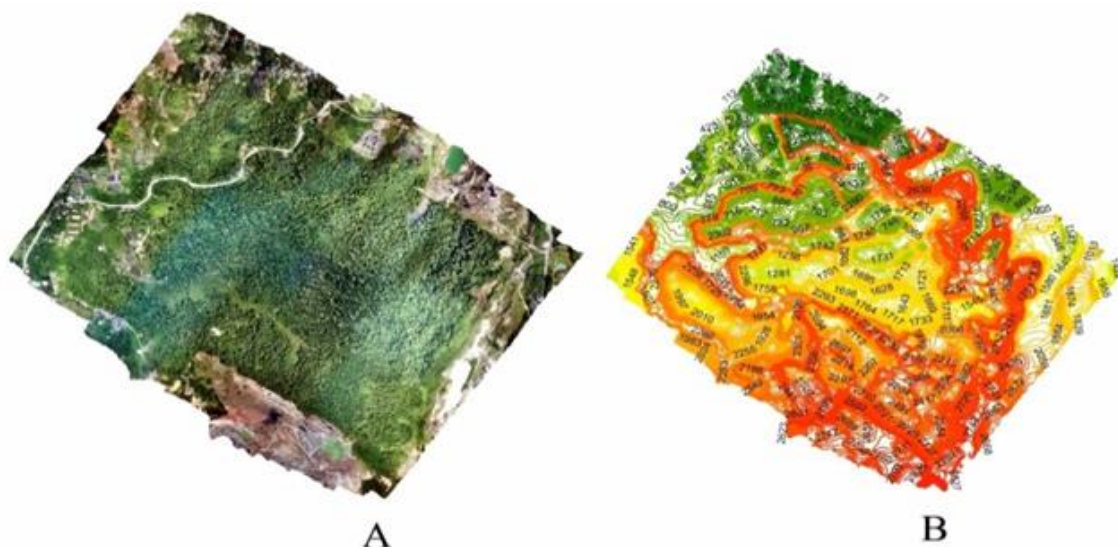
### Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan teknik sampling sistematis, memanfaatkan metode kuadrat untuk mengevaluasi persebaran, keragaman, dan tingkat dominansi vegetasi (Rogan *et al.*, 2013; Sahoo & Panigrahi, 2022; Sattari *et al.*, 2018).

**Populasi dan sampel penelitian** (Schatz *et al.*, 2021; Seif & Beck, 2021; Suher-Carthy *et al.*, 2023)

Populasi yang diteliti mencakup seluruh jenis vegetasi berupa semak, tumbuhan herba, dan pohon yang tumbuh di area Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS).

Pengambilan sampel dilakukan melalui metode kuadrat, dengan penentuan ukuran serta jumlah plot yang disesuaikan untuk memastikan keterwakilan kawasan secara memadai.



### Legend:

- Observation plots for trees measuring 10 × 10 meters
- Plots for shrubs have a size of 5 × 5 meters
- Herbal plant plots are made with dimensions of 1 × 1 meter
- ⬢ Primary Forest Area
- Tourist Routes/Built

**Figure 1.** Map of the location of vegetation data collection at the Unmul Samarinda Botanical Garden. A. The results of the drone mapping use the Agisoft Photoscan. B software. Contour map of the KRUS area with overlay of vegetation observation plot. Scale: 1:2.000

### Teknik pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode kuadrat sistematis, yaitu dengan menetapkan transek garis dan menempatkan kuadrat secara berulang pada interval tertentu (Vilà *et al.*, 2023; M. Zhang *et al.*, 2023; Y. Zhang *et al.*, 2023).

- Ukuran kuadrat:
- Herba dan semak: 1 m × 1 m
- Semak besar dan perdu: 5 m × 5 m
- Pohon: 10 m × 10 m
- Jumlah kuadrat disesuaikan dengan luas area penelitian untuk memperoleh hasil yang representatif.
- Penempatan kuadrat dilakukan dengan menggunakan pendekatan sistematis, di mana transek utama ditarik sepanjang zona ekologi tertentu di KRUS.

Dengan metode ini, diharapkan penelitian dapat memberikan gambaran yang akurat mengenai dinamika vegetasi di Kebun Raya Unmul Samarinda, serta mendukung upaya konservasi dan pengelolaan ekosistem secara berkelanjutan.

### Kerapatan Bangunan

Indeks ini dirancang untuk menonjolkan area terbangun agar lebih mudah dibedakan dari elemen lain dalam citra, sehingga mendukung proses pemetaan kawasan perkotaan (Ellsäßer *et al.*, 2020; Esmaeilpour *et al.*, 2022; Farooq *et al.*, 2023). Umumnya, perubahan dan pemanfaatan lahan kota dianalisis melalui data citra pada beberapa waktu berbeda (Chanda *et al.*, 2023; Das *et al.*, 2021; Dong, 2023). Nilai indeks kerapatan bangunan berkisar antara -1 hingga 1; nilai mendekati -1 menunjukkan bahwa wilayah tersebut tidak memiliki struktur bangunan, sementara nilai mendekati 1 mengindikasikan keberadaan bangunan padat. Perhitungan indeks ini didasarkan pada rumus (Bauch *et al.*, 2021; Bede-Fazekas & Somodi, 2023; Buyadi *et al.*, 2013):

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \dots \dots \dots (1)$$

Penjelasan:

NDBI merupakan indeks yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan bangunan, SWIR adalah pita spektrum inframerah gelombang pendek, sedangkan NIR merujuk pada pita spektrum inframerah dekat.

Rumus untuk menghitung frekuensi adalah:

$$frekuensi = \frac{jumlah\ individu\ kuadrat}{jumlah\ total\ individu} \dots \dots \dots (2)$$

Rumus untuk menentukan densitas yaitu:

$$densitas = \frac{jumlah\ jenis\ individu}{jumlah\ plot\ kuadrat} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi, setiap plot menunjukkan perbedaan dalam jumlah dan jenis vegetasi yang tumbuh, yang secara langsung memengaruhi nilai frekuensi serta kerapatan vegetasi di area tersebut. Pada plot pohon berukuran 5m x 5m, tercatat dua individu dari spesies pinus *Araucaria heterophylla*, sementara pada plot semak berukuran 2m x 2m ditemukan satu individu pohon beringin *Ficus benjamina*. Meskipun kedua plot hanya memiliki satu jenis tanaman, jumlah pohon yang ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan semak yang ada.

Berbeda dengan plot berukuran 1x1 meter yang diperuntukkan bagi tumbuhan herba, ditemukan lebih banyak jenis spesies, seperti *Reullia* yang mencapai 13 individu, serta *Canna*, *Murraya daniculata*, dan *Salacca zalacca* (Gaertner) Voss yang masing-masing berjumlah satu. Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa jumlah spesies pohon di suatu wilayah sangat bervariasi. Variasi ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor (Karimi *et al.*, 2023; Khoshnoodmotlagh *et al.*, 2021; Kim, 2020):

- Fluktuasi iklim, seperti suhu ekstrem dan ketersediaan air yang terbatas, dapat menciptakan hambatan ekologis (*ecological bottleneck*) yang mengurangi jumlah spesies yang mampu bertahan secara konsisten.
- Keanekaragaman habitat, di mana area dengan lingkungan yang bervariasi cenderung mendukung lebih banyak jenis spesies dibandingkan habitat yang homogen.
- Luas wilayah, karena area yang lebih besar mampu menyediakan ruang bagi lebih banyak spesies. Berbagai studi telah menunjukkan adanya korelasi kuantitatif antara luas wilayah dan jumlah spesies.

Di kawasan Taman Pancasila, iklim relatif stabil dengan suhu berkisar antara 18 hingga 32°C dan pasokan air mencukupi. Kombinasi ini, bersama dengan luas wilayah dan perawatan yang optimal, mendukung tingginya keanekaragaman tumbuhan di area tersebut. Berdasarkan pengamatan menggunakan metode kuadrat dengan ukuran plot yang telah ditetapkan, diperoleh data yang tersaji pada Tabel 1 hingga Tabel 3:

**Table 1.** Tree Plot Area (5 m x 5 m)

| Plant Species                 | Number of Trees |
|-------------------------------|-----------------|
| <i>Araucaria Heterophylla</i> | 2               |

**Table 2.** Bush Plot Area (2 m x 2 m)

| Plant Species          | Number of Checks |
|------------------------|------------------|
| <i>Ficus Benjamina</i> | 1                |

**Table 3.** Herb Plot Area (1 m x 1 m)

| Plant Species                        | Number of Individuals |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <i>Ruellia Tuberosa</i>              | 13                    |
| <i>Canna</i>                         | 1                     |
| <i>Murraya Daniculata</i>            | 1                     |
| <i>Salacca Zalacca Gaertner Voss</i> | 1                     |

Setelah memperoleh data seperti yang tersaji dalam tabel sebelumnya, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap frekuensi dan kerapatan (densitas) dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

- Frekuensi menggambarkan tingkat keteraturan atau keseragaman suatu jenis tumbuhan dalam suatu area. Nilai frekuensi memberikan informasi apakah spesies tersebut tersebar merata di seluruh lokasi atau hanya terdapat pada area tertentu. Ini berkaitan dengan tingkat adaptasi dan sebaran jenis terhadap kondisi lingkungan (Koopmans *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020; Mahmoudi *et al.*, 2023).
- Karapatan (densitas) menunjukkan banyaknya individu dari suatu spesies dalam satu satuan luas. Nilai ini merepresentasikan jumlah spesies yang diamati di lokasi studi. Namun, kerapatan saja belum mencerminkan pola sebaran spesies tersebut. Untuk memahami pola distribusi, diperlukan analisis frekuensi dan perbandingan antara nilai rata-rata spesies dengan variasi populasi secara keseluruhan (Seif & Beck, 2021; Suher-Carthy *et al.*, 2023; Touati *et al.*, 2020).

Data perhitungan frekuensi dan kerapatan serta hasil analisisnya disajikan pada bagian berikut dengan menggunakan rumus yang telah dijelaskan (Sahoo & Panigrahi, 2022; Sattari *et al.*, 2018; Schatz *et al.*, 2021):

**Table 4.** Tree plot 5m x 5m

| Plant Types                   | Total Individual | Freq | Density  |
|-------------------------------|------------------|------|----------|
| <i>Araucaria Heterophylla</i> | 2                | 0,5  | 0,0008 % |

Hasil analisis menunjukkan bahwa :

$$\text{Frekuensi } \textit{Araucaria heterophylla} = \frac{1^2}{2} = 0,5$$

$$\text{Densitas } \textit{Araucaria heterophylla} = \frac{2}{500^2} \times 100\% = 0,0008\%$$

**Table 5.** Plot of shrub vegetation measuring 2m x 2m

| Plant Types            | Total Individual | Freq | Density  |
|------------------------|------------------|------|----------|
| <i>Ficus Benjamina</i> | 1                | 1    | 0,0025 % |

$$\text{Frekuensi } \textit{Ficus Benjamin} = \frac{1^2}{1} = 1$$

$$\text{Densitas } \textit{Ficus Benjamin} = \frac{1}{200^2} \times 100\% = 0,0025 \%$$

**Table 6.** Herbal observation grounds measuring 1x1 meter: List of plant species, number of individuals, frequency of emergence and density.

| Plant Types               | Total | Freq | Density |
|---------------------------|-------|------|---------|
| <i>Ruellia Tuberosa</i>   | 13    | 3,25 | 0,9 %   |
| <i>Canna</i>              | 1     | 0,25 | 0,01%   |
| <i>Murraya Daniculata</i> | 1     | 0,25 | 0,01%   |
| <i>Salacca Zalacca</i>    | 1     | 0,25 | 0,01%   |

Dengan analisis perhitungan:

$$\text{a. Frekuensi } \textit{R. Tuberosa} = \frac{13^2}{4} = 3,25$$

$$\text{Densitas } \textit{R. Tuberosa} = \frac{13}{100^2} \times 100\% = 0,9 \%$$

$$\text{b. Frekuensi } \textit{F. Canna} = \frac{1^2}{4} = 0,25$$

$$\text{Densitas } \textit{F. Canna} = \frac{1}{100^2} \times 100\% = 0,01 \%$$

$$\text{c. Frekuensi } \textit{M. daniculata} = \frac{1^2}{4} = 0,25$$

$$\text{Densitas } \textit{M. daniculata} = \frac{1}{100^2} \times 100\% = 0,01 \%$$

$$\text{d. Frekuensi } \textit{S. zalacca} = \frac{1^2}{4} = 0,25$$

$$\text{Densitas } \textit{S. zalacca} = \frac{1}{100^2} \times 100\% = 0,01 \%$$

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan data, nilai frekuensi tertinggi tercatat sebesar 3,25 %. Angka ini mengindikasikan bahwa keberadaan *Ruellia Tuberosa* cukup dominan pada plot, dibandingkan dengan spesies lainnya yang juga ditemukan di plot herba berukuran lebih kecil. Selain itu, *Ruellia Tuberosa* juga menunjukkan nilai densitas tertinggi dalam penelitian ini, yang berarti tumbuhan tersebut memiliki tingkat kerapatan lebih tinggi dibanding spesies lainnya.

Analisis kerapatan bangunan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana aktivitas antropogenik dapat memengaruhi distribusi vegetasi di kawasan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS). Pendekatan ini menggunakan Normalized Difference Built-up Index (NDBI) yang dihasilkan dari kombinasi kanal SWIR (Short-Wave Infrared) dan NIR (Near-Infrared) berdasarkan data citra satelit. Rentang nilai NDBI berada antara -1 hingga +1; nilai yang mendekati +1 mengindikasikan wilayah dengan konsentrasi bangunan yang tinggi, sedangkan nilai mendekati -1 mencerminkan kawasan yang didominasi oleh vegetasi atau perairan.

Hasil overlay antara peta vegetasi dan peta kerapatan bangunan menunjukkan bahwa kawasan dengan nilai NDBI > 0,3 umumnya berada di sekitar jalur wisata dan zona akses publik, di mana dominansi vegetasi semak dan herba cenderung menurun. Sebaliknya, area dengan nilai NDBI < 0 menampilkan sebaran vegetasi yang lebih beragam dan merata, khususnya pada zona hutan primer yang minim gangguan.

Temuan ini menegaskan bahwa tekanan pembangunan dan aktivitas manusia, meskipun terbatas, tetap memberikan dampak terhadap struktur komunitas vegetasi. Spesies herba dan semak yang ditemukan di area dengan kerapatan bangunan tinggi umumnya didominasi oleh jenis-jenis adaptif dan sebagian merupakan spesies invasif. Sebagai implikasi praktis, hasil analisis kerapatan bangunan ini penting bagi pengelola KRUS untuk menetapkan zona konservasi prioritas dan menyusun strategi pengendalian pemanfaatan ruang agar tidak mengganggu keberlanjutan keanekaragaman vegetasi lokal.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil studi yang dilakukan di Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) menghasilkan beberapa simpulan berikut:

1. Metode kuadrat efektif untuk mengidentifikasi sebaran dan struktur komunitas vegetasi herba, semak, dan pohon di berbagai zona ekologi KRUS.
2. Vegetasi herba menunjukkan tingkat keanekaragaman dan kerapatan tertinggi, dengan spesies *Ruellia Tuberosa* mendominasi dalam jumlah individu dan distribusi.
3. Vegetasi semak dan herba cenderung tersebar lebih merata, sedangkan vegetasi pohon memiliki pola penyebaran yang berkelompok.
4. Faktor lingkungan seperti pH tanah, ketersediaan air, dan intensitas cahaya berperan penting dalam memengaruhi pola distribusi dan dominansi vegetasi.
5. Beberapa spesies invasif mulai muncul dan berpotensi mendominasi komunitas vegetasi semak dan herba jika tidak dikendalikan.

#### Saran

Untuk mendukung upaya konservasi yang berkelanjutan, pengelola Kebun Raya Unmul Samarinda disarankan untuk melakukan pemantauan vegetasi secara berkala setiap enam bulan guna mendeteksi perubahan dalam dinamika vegetasi, terutama terhadap kemunculan dan penyebaran spesies invasif. Selain itu, perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut terhadap faktor lingkungan mikro (seperti kelembapan tanah dan suhu iklim mikro) guna menyusun strategi konservasi yang lebih presisi dan adaptif terhadap perubahan lingkungan. Strategi konservasi juga perlu disertai edukasi kepada pengunjung tentang pentingnya menjaga keberagaman vegetasi lokal agar aktivitas wisata tidak mengganggu keseimbangan ekosistem.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas dukungan pendanaan melalui program Sertifikasi Dosen (SERDOS) yang telah memfasilitasi pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alden, B., Hallman, E. J., Rapetti, D., Burns, J. O., & Datta, A. (2019). The galaxy cluster 'Pypeline' for X-ray temperature maps: ClusterPyXT. *Astronomy and Computing*, 27, 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.ascom.2019.04.001>
- Bauch, K. E., Hiesinger, H., Greenhagen, B. T., & Helbert, J. (2021). Estimation of surface temperatures on Mercury in preparation of the MERTIS experiment onboard BepiColombo. *Icarus*, 354(August 2020). <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.114083>
- Bede-Fazekas, Á., & Somodi, I. (2023). Bridging the gap between an applied map and scientific needs: Visualization of the uncertainty of plant hardiness zone maps, with emphasis on climate change impact. *Applied Geography*, 154(February). <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.102938>
- Buyadi, S. N. A., Mohd, W. M. N. W., & Misni, A. (2013). Impact of Land Use Changes on the Surface Temperature Distribution of Area Surrounding the National Botanic Garden, Shah Alam. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 101, 516–525. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.225>
- Chanda, M. M., Kharkwal, P., Dhuria, M., Prajapati, A., Yogisharadhy, R., Shome, B. R., & Shivachandra, S. B. (2023). Quantifying the influence of climate, host and change in land-use patterns on occurrence of Crimean Congo Hemorrhagic Fever (CCHF) and development of spatial risk map for India. *One Health*, 17(April). <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100609>
- Das, N., Mondal, P., Sutradhar, S., & Ghosh, R. (2021). Assessment of variation of land use/land cover and its impact on land surface temperature of Asansol subdivision. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(1), 131–149. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2020.05.001>
- Dong, L. (2023). Change assessment of the Tonga island surface temperature before and after volcanic eruption based on FY-3D time series dataset. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26(3), 789–797. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.08.001>
- Ellsäßer, F., Röhl, A., Stiegler, C., Hendrayanto, & Hölscher, D. (2020). Introducing QWaterModel, a QGIS plugin for predicting evapotranspiration from land surface temperatures. *Environmental Modelling and Software*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104739>
- Esmailpour, A., Abedi, H. R., Mirzaei, A., & Habibiyan, A. (2022). Constructing the high temperature efficiency and instability maps of selective laser melted 316L stainless steel through artificial neural network modeling. *Journal of Materials Research and Technology*, 18, 4578–4589. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.04.116>
- Farooq, A. S., Alkaabi, K., & Hdhaiba, S. B. (2023). Exploring radiative sky cooling resource map and the impact of meteorological conditions on radiative emitters. A perspective of GCC countries. *Energy Reports*, 10, 473–483. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.06.054>
- Gedik, A., Hesse, J., & Kabelac, S. (2023). A characteristic map as an approach for rapid estimating the thermal conductivity of high-temperature oxide ceramics demonstrated on 10Sc1CeSZ. *Ceramics International*, June. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.09.132>
- Gonzales, J., Suzuki, K., & Sakaue, H. (2020). Temporally and Spatially Resolved Pressure and Temperature Maps in Hypersonic Flow. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 156, 119782. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.119782>
- Guo, X., & Jiang, P. (2020). A differential temperature contour map to characterize the detection limit of pulsed thermography of materials. *Infrared Physics and Technology*, 111, 103555. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2020.103555>

- 3555  
Hamed Fahmy, A., Amin Abdelfatah, M., & El-Fiky, G. (2023). Investigating land use land cover changes and their effects on land surface temperature and urban heat islands in Sharqiyah Governorate, Egypt. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26(2), 293–306. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.04.001>
- Haynes, M. W., Horowitz, F. G., Sambridge, M., Gerner, E. J., & Beardsmore, G. R. (2018). Australian mean land-surface temperature. *Geothermics*, 72(November 2016), 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2017.10.008>
- He, X. Y., Zhu, X., Wang, H., Tan, Y., Ding, B., Lv, Y. W., & Liao, Q. (2020). Dynamic behaviors and regime map of a molten blast furnace slag droplet impacting a solid surface. *Fuel*, 279(May 2019), 118451. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118451>
- Huang, B., Li, Y., Liu, Y., Hu, X., Zhao, W., & Cherubini, F. (2023). A simplified multi-model statistical approach for predicting the effects of forest management on land surface temperature in Fennoscandia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 332(February), 109362. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109362>
- Jeong, H. Y., Park, J., Kim, Y., Shin, S. Y., & Kim, N. (2023). Processing parameters optimization in hot forging of AISI 4340 steel using instability map and reinforcement learning. *Journal of Materials Research and Technology*, 23, 1995–2009. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.01.106>
- Jiménez, M. A., Grau, A., & Cuxart, J. (2020). Generation of chilling hours maps using surface observations and satellite data. *Atmospheric Research*, 236(December 2019), 104807. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.104807>
- Karimi, K., Salmenjoki, H., Mulewska, K., Kurpaska, L., Kosińska, A., Alava, M. J., & Papanikolaou, S. (2023). Prediction of steel nanohardness by using graph neural networks on surface polycrystallinity maps. *Scripta Materialia*, 234(April). <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2023.115559>
- Khoshnoodmotlagh, S., Daneshi, A., Gharari, S., Verrelst, J., Mirzaei, M., & Omrani, H. (2021). Urban morphology detection and it's linking with land surface temperature: A case study for Tehran Metropolis, Iran. *Sustainable Cities and Society*, 74(October 2020), 103228. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103228>
- Kim, T. Y. (2020). Theoretical prediction on the global surface temperature map of the Moon. *Acta Astronautica*, 166(October 2019), 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.10.022>
- Koopmans, S., Heusinkveld, B. G., & Steeneveld, G. J. (2020). A standardized Physical Equivalent Temperature urban heat map at 1-m spatial resolution to facilitate climate stress tests in the Netherlands. *Building and Environment*, 181(May), 106984. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106984>
- Liu, L., Zhang, L., Yang, D., Zhang, Q., Yu, D., & Chen, L. (2020). Two-phase flow-based numerical investigation of the temperature maps of sodium-cooled exhaust valves in a turbocharged engine. *Applied Thermal Engineering*, 181(August), 115977. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115977>
- Mahmoudi, M., Aboutalebi, M. R., Salehi, M. T., Moshaver, H., Ebrahimi, G. R., & Vafaeenezhad, H. (2023). Microstructure evolution, hot deformation behaviour and processing map of Inconel X-750 superalloy in sub-solvus and super-solvus temperature ranges. *Journal of Materials Research and Technology*, 26, 5594–5616. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.08.269>
- Marques da Silva, J. R., Damásio, C. V., Sousa, A. M. O., Bugalho, L., Pessanha, L., & Quaresma, P. (2015). Agriculture pest and disease risk maps considering MSG satellite data and land surface temperature. *International Journal of Applied Earth Observation and*

- Geoinformation*, 38, 40–50.  
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.12.016>
- Menberu, Z., Mogesse, B., & Reddythota, D. (2021). Assessment of morphometric changes in Lake Hawassa by using surface and bathymetric maps. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 36(May), 100852.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100852>
- Nasrin, T. A. A., Arfin, M. S., Rahman, M. A., Molla, M. M., Sabuz, A. A., & Matin, M. A. (2023). Influence of novel coconut oil and beeswax edible coating and MAP on postharvest shelf life and quality attributes of lemon at low temperature. *Measurement: Food*, 10(February), 100084.  
<https://doi.org/10.1016/j.meafao.2023.100084>
- Ngamsiriudom, T., & Tanaka, T. (2023). World Development Sustainability Making an urban environmental climate map of the Bangkok Metropolitan Region, Thailand: Analysis of air temperature, wind distributions, and spatial environmental factors. *World Development Sustainability*, 3(September), 100105.  
<https://doi.org/10.1016/j.wds.2023.100105>
- Pongsetkul, J., & Benjakul, S. (2021). Development of modified atmosphere packaging (MAP) on shelf-life extension of pla-duk-ra (dried fermented catfish) stored at room temperature. *Food Control*, 124(August 2020), 107882.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107882>
- Rogan, J., Ziemer, M., Martin, D., Ratick, S., Cuba, N., & DeLauer, V. (2013). The impact of tree cover loss on land surface temperature: A case study of central Massachusetts using Landsat Thematic Mapper thermal data. *Applied Geography*, 45, 49–57.  
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.07.004>
- Sahoo, S. K., & Panigrahi, S. K. (2022). Comparative study on high temperature deformation behavior and processing maps of Mg-4Zn-1RE-0.5Zr alloy with and without in-situ sub-micron sized TiB<sub>2</sub> reinforcement. *Journal of Magnesium and Alloys*, 10(12), 3520–3541.  
<https://doi.org/10.1016/j.jma.2021.12.009>
- Sattari, F., Hashim, M., & Pour, A. B. (2018). Thermal sharpening of land surface temperature maps based on the impervious surface index with the TsHARP method to ASTER satellite data: A case study from the metropolitan Kuala Lumpur, Malaysia. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 125(December 2015), 262–278.  
<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.04.092>
- Schatz, K., Frieß, F., Schäfer, M., Buchholz, P. C. F., Pleiss, J., Ertl, T., & Krone, M. (2021). Analyzing the similarity of protein domains by clustering Molecular Surface Maps. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 99, 114–127.  
<https://doi.org/10.1016/j.cag.2021.06.007>
- Seif, M. N., & Beck, M. J. (2021). Surface excess free energies and equilibrium Wulff shapes in variable chemical environments at finite temperatures. *Applied Surface Science*, 540, 148383.  
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.148383>
- Suher-Carthy, M., Lagelouze, T., Hidalgo, J., Schoetter, R., Touati, N., Jougla, R., & Masson, V. (2023). Urban heat island intensity maps and local weather types description for a 45 French urban agglomerations dataset obtained from atmospheric numerical simulations. *Data in Brief*, 50, 109437.  
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109437>
- Touati, N., Gardes, T., & Hidalgo, J. (2020). A GIS plugin to model the near surface air temperature from urban meteorological networks. *Urban Climate*, 34(August), 100692.  
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100692>
- Vilà, R., Rincón, L., Medrano, M., & Castell, A. (2023). Potential maps for combined nocturnal radiative cooling and diurnal solar heating applications in Europe. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 59(June), 103381.  
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103381>
- Zhang, M., Zhou, L., Yang, S., Wei, Z., & Wang, Q. (2023). Analysis of processing

map and parameters optimization during hot extrusion of 17 vol.% SiCp/2009Al composite. *Journal of Materials Research and Technology*, 26, 3162–3182.

<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.08.031>

Zhang, Y., Fan, Z., Li, Y., Zhong, J., Pang, S., & Nagaumi, H. (2023). Intermediate temperature tensile behavior and processing map of a spray formed 7075 aluminum alloy. *Journal of Materials Research and Technology*, 26, 4534–4550.

<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.08.162>