



KARAKTERISTIK KECERAHAN LANGIT MALAM ARAH ZENIT SEBAGAI FUNGSI JARAK BERDASARKAN PENGUKURAN SQM : STUDI KASUS KEBUN RAYA KABUPATEN KUNINGAN

Ninda Nurismiranda^{1*}, Judhistira Aria Utama², Nandi³, Arif Ismail⁴, Wiendartun⁵

^{1,2,5}Program Studi Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

^{3,4}Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

*Alamat Korespondensi: ninda.nurismiranda25@upi.edu

ABSTRAK

Salah satu dampak yang ditimbulkan dari polusi cahaya adalah meningkatnya kecerahan langit malam. Kecerahan langit malam merupakan faktor utama dalam kegiatan astronomi terutama dalam pengamatan objek langit yang redup. Semakin gelap langit malam, semakin baik bagi kegiatan observasi astronomi. Penelitian ini mengkaji potensi astrowisata berdasarkan informasi kuantitatif berupa nilai kecerahan langit malam (dinyatakan dalam mag/arcsec²) di arah zenit dengan wilayah studi Kebun Raya Kabupaten Kuningan. Analisis telah dilakukan terhadap data kecerahan langit malam arah zenit yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *Sky Quality Meter* (SQM) yang tersedia di laman <https://www.lightpollutionmap.info>. Nilai kecerahan langit malam dirajah sebagai fungsi jarak dari keempat kota yang ada di sebelah utara (Cirebon), selatan (Ciamis), barat (Majalengka) dan timur (Brebes) dari lokasi Kebun Raya Kabupaten Kuningan berada. Kecerahan langit malam arah zenit senilai 21,48 mag/arcsec² (bersesuaian dengan skala Schaaf 6,4 magnitudo) diperoleh pada jarak 18,4 km menjauh dari pusat kota Cirebon menuju ke arah Kebun Raya. Analisis yang sama berturut-turut untuk kota Ciamis, Majalengka dan Brebes, menghasilkan nilai-nilai 21,67 mag/arcsec² (bersesuaian dengan skala Schaaf 6,4 magnitudo, pada jarak 45 km), 21,49 mag/arcsec² (bersesuaian dengan skala Schaaf 6,4 magnitudo, di jarak 17 km), dan 21,46 mag/arcsec² (bersesuaian dengan skala Schaaf 6,4 magnitudo, dengan jarak 54 km). Penelitian ini menyimpulkan bahwa kualitas langit malam kawasan Kebun Raya Kabupaten Kuningan masih tergolong cukup baik, yang dalam skala Bortle diklasifikasikan sebagai kawasan *rural/suburban transition*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi pemerintah daerah setempat dalam mengembangkan Kebun Raya Kabupaten Kuningan sebagai kawasan konservasi dalam bentuk taman langit gelap.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata kunci: Astrowisata, Kecerahan Langit, Polusi Cahaya, *Sky Quality Meter*

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya populasi penduduk penggunaan cahaya buatan luar ruangan semakin meningkat. Penggunaan cahaya buatan luar ruangan yang berlebihan, tidak tepat dan tidak efisien dapat menimbulkan polusi cahaya (Herdiwijaya, 2019). *International Dark-Sky Assosiation* (IDA) mendefinisikan polusi cahaya sebagai penggunaan cahaya buatan yang berlebihan dan tidak tepat yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi lingkungan sekitar. Penggunaan cahaya buatan luar ruangan yang berlebihan dan tidak terlindungi akan membuat cahaya tersebut terbuang sia-sia

dan dihamburkan ke atmosfer oleh partikel (aerosol), seperti awan dan kabut kemudian dipantulkan kembali hingga sampai ke mata pengamat (Kanianska et al., 2020).

Seiring dengan meningkatnya polusi cahaya dari waktu ke waktu, kecerahan langit malam semakin meningkat dan langit gelap menjadi komoditas yang langka bagi masyarakat perkotaan. Meningkatnya kecerahan langit malam diakibatkan karena adanya efek *skyglow* (Duriscoe et al., 2018). *Sky glow* merupakan cahaya yang tampak di langit area perkotaan.

Kecerahan langit malam merupakan faktor utama dalam kegiatan penelitian dan

pengamatan astronomi terutama dalam mengamati objek langit yang redup (Tahar et al., 2017). Semakin besar nilai kecerahan langit malam, maka langit semakin gelap yang artinya polusi cahaya pada area tersebut rendah dan kualitas langit semakin baik, sehingga objek langit yang redup dapat terlihat. Namun sebaliknya, semakin kecil nilai kecerahan langit malam maka langit semakin terang, artinya polusi cahaya di area tersebut tinggi dan langit semakin tercemar sehingga objek langit yang redup sulit untuk terlihat (Admiranto et al., 2019).

Metode fotometri merupakan metode yang paling umum digunakan dalam mengukur kecerahan langit. Kecerahan langit diukur menggunakan sebuah alat fotometer yang disebut dengan *Sky Quality Meter* (Shariff et al., 2020). Berdasarkan skala Bortle (Bortle, 2001), tingkat kecerahan langit dibagi menjadi 9 kelas. Kelas 1 merupakan langit yang paling gelap hingga kelas 9 merupakan langit yang paling terang. Skala Bortle didasarkan pada nilai ambang magnitudo objek langit dalam pengamatan dengan mata telanjang atau *Naked-Eye Limiting Magnitude* (NELM).

Dalam (Fayos Solá et al., 2014) mendefinisikan astrowisata sebagai pariwisata yang menggunakan sumber daya alam dengan kondisi langit malam yang tidak tercemar dan berkualitas baik. Oleh karena itu, berbagai pertimbangan dilakukan dalam menentukan lokasi yang potensial guna mengembangkan kawasan astrowisata. Untuk mengkaji potensi astrowisata di Indonesia diperlukan informasi kuantitatif tentang seberapa baik kualitas langit malam di area tertentu (Priyatikanto et al., 2019).

Berangkat dari uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi astrowisata berdasarkan informasi kuantitatif berupa nilai kecerahan langit malam (dinyatakan dalam mag/arcsec^2) di arah zenit dengan wilayah studi Kebun Raya Kabupaten Kuningan. Data kecerahan langit malam dianalisis untuk menentukan seberapa baik kualitas langit malam di arah zenit Kebun Raya

Kabupaten Kuningan, sehingga dapat menilai kelayakannya sebagai kawasan astrowisata dalam bentuk taman langit gelap.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi kasus, dengan wilayah studi yaitu Kebun Raya Kabupaten Kuningan. Kebun Raya Kabupaten Kuningan merupakan daerah konservasi dan tempat wisata berbasis lingkungan yang terletak di Desa Padangbeunghar, Pasawahan, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Dengan pusatnya berada di koordinat $6^{\circ}48'55''$ LS dan $108^{\circ}24'22''$ BT.

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, berupa data pengukuran kecerahan langit malam di arah zenit berdasarkan SQM (dalam satuan mag/arcsec^2) yang diperoleh dari laman <https://www.lightpollutionmap.info>. Pengukuran kecerahan langit malam arah zenit dilakukan di kabupaten/kota yang berada di sebelah utara (Cirebon), selatan (Ciamis), barat (Majalengka) dan timur (Brebes) dari kawasan Kebun Raya Kabupaten Kuningan. Pengukuran kecerahan langit malam arah zenit diukur untuk setiap jarak 1 km sambil bergerak menjauh dari pusat keempat kota/kabupaten menuju ke pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan.

Nilai kecerahan langit malam arah zenit (dalam satuan mag/arcsec^2) yang telah diperoleh kemudian dikonversi kedalam nilai *Naked Eye Limiting Magnitude* (NELM) atau skala Schaaf dalam satuan magnitudo dengan menggunakan persamaan :

$$NELM(V) = 7,39 - 5\log\left(10^{\left(4,316 - \frac{B}{5}\right)} + 1\right) \dots (1)$$

Dengan B merupakan nilai kecerahan langit dalam satuan magnitudo per detik busur kuadrat.

Selain diperoleh data berupa nilai kecerahan langit malam arah zenit, diperoleh data lain berupa informasi koordinat geografis dari pusat keempat

kota/kabupaten. Dari informasi berupa koordinat dua lokasi, memanfaatkan trigonometri bola dapat ditentukan jarak antara pusat keempat kota/kabupaten terhadap pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan menggunakan persamaan berikut:

$$\cos(d) = \sin(\phi_1) \times \sin(\phi_2) + \cos(\phi_1) \times \cos(\phi_2) \times \cos(\lambda_1 - \lambda_2) \dots (2)$$

dengan :

d = jarak antarkedua tempat dalam satuan derajat

ϕ_1 dan ϕ_2 = koordinat lintang kedua tempat

λ_1 dan λ_2 = koordinat bujur kedua tempat

Data kecerahan langit malam arah zenit yang telah diperoleh kemudian dirajah sebagai fungsi jarak dari keempat kota yang berada di sekitar kawasan Kebun Raya Kabupaten Kuningan untuk dianalisis. Seluruh data yang dirajah dari keempat kab./kota akan dicocokkan dengan fungsi logistik, yang memiliki bentuk umum:

$$y = \frac{b}{c + e^{-ax}} \dots (3)$$

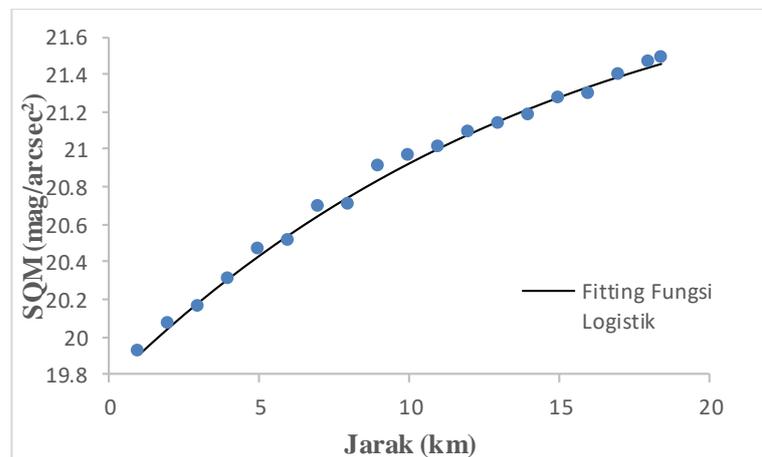
Dimana a, b, dan c bernilai konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kecerahan langit malam arah zenit Kebun Raya Kabupaten Kuningan dari keempat kota yang berada di sebelah utara (Cirebon), selatan (Ciamis), barat (Majalengka) dan timur (Brebes) dari Kebun Raya Kabupaten Kuningan telah dilakukan dan hasil yang diperoleh dipaparkan di bagian ini.

1. Arah Utara (Cirebon)

Pusat kota Cirebon terletak di titik koordinat 6°43'55" LS dan 108°33'08" BT dengan jarak pusat kota Cirebon terhadap pusat Kebun Raya Kuningan adalah ~ 18,4 km. Grafik kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak hasil pengukuran SQM untuk kota Cirebon ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak hasil pengukuran SQM di Kota Cirebon

Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit terhadap jarak yang diukur menggunakan SQM di kota Cirebon dapat dihipotesis dengan fungsi logistik dalam persamaan (4) berikut :

$$y = \frac{186,9971}{8,4656 + e^{-0,0753x}} \dots (4)$$

Nilai kecerahan langit malam arah zenit semakin besar seiring dengan bertambahnya jarak menjauh dari pusat kota, artinya polusi cahaya semakin rendah dan langit malam semakin gelap. Nilai

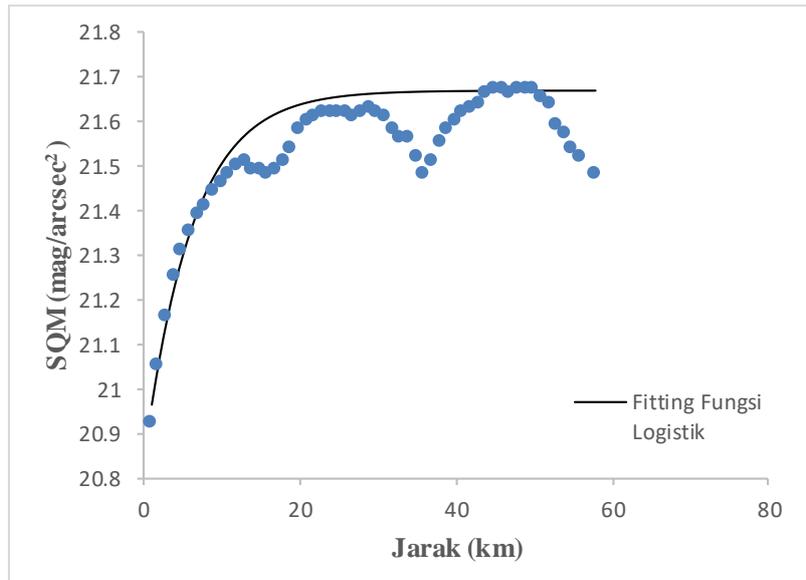
kecerahan langit malam arah zenit berada pada rentang 19,92 mag/arcsec² sampai dengan 21,48 mag/arcsec². Dalam skala Bortle (Bortle, 2001) kondisi langit malam seperti di atas termasuk ke dalam kawasan *suburban* dan *suburban transition*. Kondisi langit tergelap diperoleh ketika nilai kecerahan langit malam arah zenit bernilai 21,48 mag/arcsec² bersesuaian dengan nilai *Naked Eye Limiting Magnitude* (NELM) atau skala Schaaf (Schaaf, 1994) 6,4 magnitudo pada jarak 18,4 km menjauh

dari dari pusat kota Cirebon atau berada tepat di pusat kebun Raya Kabupaten Kuningan.

2. Arah Selatan (Ciamis)

Pusat kota Ciamis terletak di titik koordinat 7°19'47" LS dan 108°19'56" BT di

jarak sejauh ~ 57,8 km dari pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan. Grafik kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak yang diukur menggunakan SQM di kota Ciamis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak hasil pengukuran SQM di Kota Ciamis

Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit terhadap jarak yang diukur menggunakan SQM di kota Ciamis memiliki rentang nilai kecerahan langit malam arah zenit 20,92 mag/arcsec² sampai dengan 21,67 mag/arcsec², yang dalam skala Bortle (Bortle, 2001) dapat diklasifikasikan sebagai kawasan *rural/suburban transition*.

Nilai kecerahan langit malam arah zenit mengalami fluktuasi ketika bergerak menjauh dari pusat kota Ciamis menuju ke pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan dan dapat dihipotesis oleh fungsi logistik dalam persamaan (5) berikut :

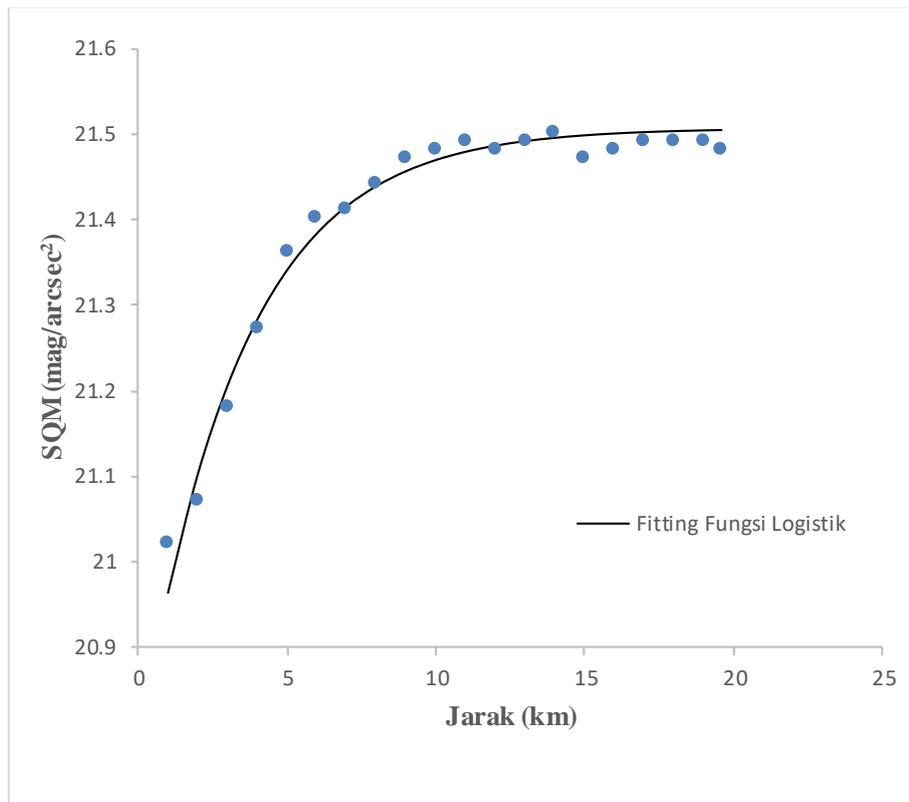
$$y = \frac{546,2419}{25,2090 + e^{-0,1659x}} \dots (5)$$

Fluktuasi kecerahan langit malam yang teramati mengindikasikan bahwa terdapat kondisi langit malam yang gelap dan langit malam yang terang (tercemar oleh polusi cahaya) hal ini dapat terjadi karena kondisi atmosfer seperti tutupan awan dan konsentrasi aerosol yang berbeda pada jarak tertentu. Langit gelap yang stabil diperoleh setelah bergerak sejauh 20 km dan 44 km dari pusat kota Ciamis menuju

ke pusat Kebun Raya Kabupaten kuningan dengan nilai kecerahan langit malam arah zenit bernilai 21,58 mag/arcsec² dan 21,67 mag/arcsec². Kondisi langit tergelap diperoleh ketika nilai kecerahan langit malam arah zenit bernilai 21,67 mag/arcsec² yang bersesuaian dengan nilai *Naked Eye Limiting Magnitude* (NELM) atau skala Schaaf (Schaaf, 1994) 6,5 magnitudo ketika bergerak sejauh 45 km dari pusat kota Ciamis menuju pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan (12,8 km dari pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan).

3. Arah Barat (Majalengka)

Kota/kabupaten yang berada di arah barat dari Kebun Raya Kabupaten Kuningan adalah Majalengka, dengan pusat kota Majalengka memiliki koordinat 6°50'11" LS dan 108°13'38" BT. Jarak pusat kota majalengka terhadap pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan adalah ~ 19,6 km. Grafik kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak yang diukur menggunakan SQM di kota Majalengka ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak hasil pengukuran SQM di Kota Majalengka

Berdasarkan Gambar 3 Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit terhadap jarak yang diukur menggunakan SQM di kota Majalengka dapat dihipotesiskan dengan fungsi logistik dalam persamaan (6) berikut :

$$y = \frac{614,5816}{28,5762 + e^{-0,3007x}} \dots (6)$$

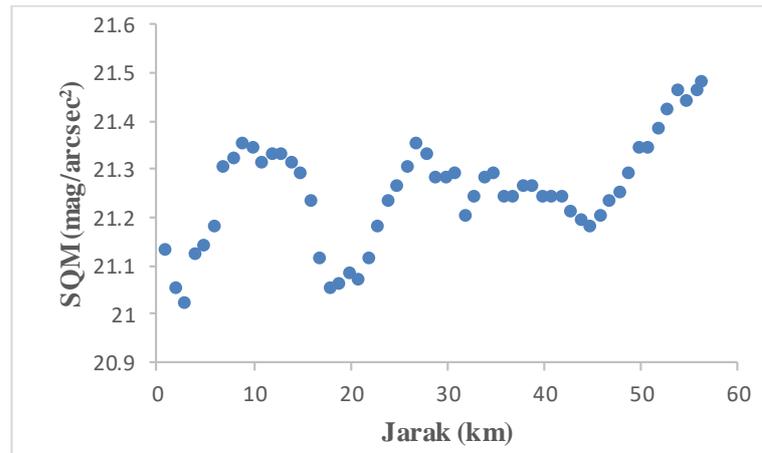
Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit terhadap jarak yang diukur menggunakan SQM di kota Majalengka memiliki nilai kecerahan langit malam arah zenit berada di rentang 21,02 mag/arcsec² sampai dengan 21,5 mag/arcsec². Nilai kecerahan langit malam arah zenit di kota Majalengka relatif meningkat seiring dengan bertambahnya jarak artinya bahwa polusi cahaya semakin rendah dan langit semakin gelap ketika bergerak menjauh dari pusat kota Majalengka menuju ke pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan.

Nilai kecerahan langit malam arah zenit relatif konstan (langit gelap yang stabil) diperoleh setelah bergerak 16 km menjauh dari pusat kota Majalengka menuju ke arah pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan

dengan nilai kecerahan langit malam arah zenit sebesar 21,49 mag/arcsec². Kondisi langit tergelap diperoleh ketika kecerahan langit malam arah zenit bernilai 21,49 mag/arcsec² di jarak 17 km dari pusat kota Majalengka menuju ke arah pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan (2,6 km dari pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan). Nilai 21,49 mag/arcsec² bersesuaian dengan nilai *Naked Eye Limiting Magnitude* (NELM) atau skala Schaaf (Schaaf, 1994) 6,4 magnitudo, yang dalam skala Bortle (Bortle, 2001) diklasifikasikan sebagai kawasan *rural/suburban transition*.

4. Arah Timur (Brebes)

Brebes merupakan kota/kabupaten yang berada di arah timur dari Kebun Raya Kabupaten Kuningan dengan pusat kota berada di titik koordinat 6°57'33" LS dan 108°54'09" BT. Jarak pusat kota Brebes terhadap pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan adalah ~ 56,6 km. Grafik kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak yang diukur menggunakan SQM di kota Brebes ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai kecerahan langit malam arah zenit sebagai fungsi jarak hasil pengukuran SQM di Kota Brebes

Nilai kecerahan langit malam arah zenit terhadap jarak di kota Brebes berada pada rentang antara $21,02 \text{ mag/arcsec}^2$ sampai dengan $21,48 \text{ mag/arcsec}^2$, yang dalam skala Bortle (Bortle, 2001) dapat diklasifikasikan sebagai kawasan *rural/suburban transition*.

Nilai kecerahan langit malam arah zenit ketika menjauh dari pusat kota Brebes menuju pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan mengalami fluktuasi yang relatif acak, sehingga tidak bisa dicocokkan dengan fungsi logistik. Fakta ini mengindikasikan adanya kondisi langit malam yang terang (tercemar polusi cahaya) dan langit malam yang gelap. Kondisi langit tergelap diperoleh ketika nilai kecerahan langit malam arah zenit bernilai $21,46 \text{ mag/arcsec}^2$ yang bersesuaian dengan nilai *Naked Eye Limiting Magnitude* (NELM) atau skala Schaaf (Schaaf, 1994) 6,4 magnitudo pada jarak 54 km ketika bergerak menjauh dari pusat kota Brebes menuju pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan (2,6 km dari pusat Kebun Raya Kabupaten Kuningan).

Perbedaan nilai kecerahan langit malam arah zenit sepanjang jarak yang diukur menggunakan SQM dari keempat kabupaten/kota diakibatkan oleh perbedaan jumlah populasi penduduk di masing-masing wilayah. Kecerahan langit malam arah zenit bernilai besar apabila intensitas cahayanya rendah, yang berkorelasi dengan populasi penduduk di wilayah tersebut yang juga rendah.

PENUTUP

Pengukuran kecerahan langit malam arah zenit Kebun Raya Kabupaten Kuningan dari keempat kota yang berada di arah utara, selatan, barat, dan timur dari Kebun Raya Kabupaten Kuningan telah dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kualitas langit malam arah zenit Kebun Raya Kabupaten Kuningan masih tergolong cukup baik. Dalam skala Bortle kawasan Kebun Raya Kabupaten Kuningan diklasifikasikan sebagai kawasan *rural/suburban transition* dengan tingkat polusi cahaya yang masih tergolong rendah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini, Kebun Raya Kabupaten Kuningan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai kawasan astrowisata.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi pemerintah daerah setempat dalam mengembangkan kawasan Kebun Raya Kabupaten Kuningan sebagai kawasan konservasi dalam bentuk taman langit gelap. Penulis menyadari bahwa perlu dilakukan studi lanjutan berkaitan dengan pengukuran kecerahan langit malam secara *in-situ* (langsung) sebagai pembandingan agar hasil yang diperoleh lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh skema PTUPT (Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi) dengan nomor 10/E1/KP.PTNBH/2021 dan nomor SP

DIPA-023.17.1.690439/2021 kontrak nomor: 1561/UN40.LP/PT.01.03/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Admiranto, A. G., Priyatikanto, R., Maryam, S., Ellyyani, & Suryana, N. (2019). Preliminary report of light pollution in indonesia based on sky quality observation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1231(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1231/1/012017>
- Duriscoe, D. M., Anderson, S. J., Luginbuhl, C. B., & Baugh, K. E. (2018). A simplified model of all-sky artificial sky glow derived from VIIRS Day/Night band data. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 214, 133–145. <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2018.04.028>
- Fayos Solá, E., Marín Cabrera, C., & Jafari, J. (2014). Astrotourism: No Requiem for Meaningful Travel. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 12(4), 663–671. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2014.12.048>
- Herdiwijaya, D. (2019). Light pollution at Bosscha Observatory, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1153(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012133>
- Kanianska, R., Škvareninová, J., & Kaniansky, S. (2020). Landscape potential and light pollution as key factors for astrotourism development: A case study of a slovak upland region. *Land*, 9(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/land9100374>
- Priyatikanto, R., Admiranto, A. G., Putri, G. P., Elyyani, Maryam, S., & Suryana, N. (2019). Map of sky brightness over greater Bandung and the prospect of astro-tourism. *Indonesian Journal of Geography*, 51(2), 190–198. <https://doi.org/10.22146/ijg.43410>
- Scale, B. D. (2001). *Introducing the Bortle Dark-Sky Scale*. February, 126–130.
- Schaaf, F. (1994). *The Schaaf Scale*. Sky and Telescope(November).
- Shariff, N. N. M., Hamidi, Z. S., Osman, M. R., & Ngadiman, N. F. (2020). Light Pollution Measurement at Selected Sites of Peninsular Malaysia on 9th of June 2018. *Journal of Physics: Conference Series*, 1593(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1593/1/012031>
- Tahar, M. R., Kamarudin, F., Umar, R., Kamarudin, M. K. A., Sabri, N. H., Ahmad, K., Rahim, S. A., & Baharim, M. S. A. B. (2017). Spatial Model of Sky Brightness Magnitude in Lengkwai Island, Malaysia. *Research in Astronomy and Astrophysics*, 17, 1–10. <https://doi.org/10.1088/1674-4527/17/4/37>