

Model Penduga Biomassa Ruang Terbuka Hijau Kota Mataram dengan Menggunakan Citra Sentinel-2A

Windi Berliana Dwi Putri¹, Sitti Latifah*, Irwan Mahakam Lesmono Aji¹
Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Jl Majapahit No. 62 Gomong, Kec. Selaparang,
Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.
Email: sittilatifah@unram.ac.id

Artikel diterima : 17 November 2024. Revisi diterima : 12 Februari 2025

ABSTRACT

Biomass estimation through remote sensing can be carried out in various locations, because remote sensing can be used to support forest monitoring activities with wider coverage. One of them is in green open spaces (RTH), the existence of green open spaces is an important factor in carbon absorption and storage, especially in urban areas. This research aims to create a biomass estimation model using Sentinel-2A imagery based on the NDVI vegetation index value, then calculate the biomass content of Mataram City's green open space using the selected estimation model. The method used is a remote sensing method combined with a terrestrial method in the form of a field check (ground check). The exponential regression model is the best model for estimating the biomass of green open space in Mataram City with the equation $y = 1,1161e^{6.1872x}$ and a coefficient of determination (R^2) value of 0.6848. The biomass content of green open spaces in Mataram City using the selected regression model is 1.19 tons/ha with a very rare green open space density class to 94.92 tons/ha with a high green open space density class.

Key words: Biomass, Green Open Space, NDVI, Regression Model, Sentinel-2A

ABSTRAK

Estimasi biomassa menggunakan teknologi penginderaan jauh dapat diterapkan di berbagai lokasi, karena teknologi ini memungkinkan pemantauan hutan dengan cakupan yang lebih luas. Salah satu aplikasinya adalah pada ruang terbuka hijau (RTH), di mana RTH memiliki peran penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon, khususnya di area perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi biomassa dengan memanfaatkan citra Sentinel-2A berdasarkan indeks vegetasi NDVI, serta menghitung kandungan biomassa RTH di Kota Mataram dengan menggunakan model estimasi yang dipilih. Metode yang digunakan menggabungkan penginderaan jauh dengan verifikasi lapangan (*ground check*). Model regresi eksponensial merupakan model terbaik untuk memprediksi biomassa RTH Kota Mataram, dengan persamaan $y = 1,1161e^{6.1872x}$ dan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6848. Berdasarkan model regresi yang terpilih, kandungan biomassa di RTH Kota Mataram berkisar antara 1,19 ton/ha untuk kelas kerapatan RTH sangat jarang hingga 94,92 ton/ha untuk kelas kerapatan RTH tinggi.

Kata kunci: Biomassa, Model Regresi, NDVI, Ruang Terbuka Hijau, Sentinel-2A.

PENDAHULUAN

Kota Mataram saat ini menghadapi tantangan dalam memenuhi ketentuan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik. Berdasarkan Peraturan Daerah Nomor 5 Tahun 2019, ditetapkan bahwa RTH publik harus mencapai 20% dari total luas wilayah kota. Namun, hingga saat ini, RTH publik baru mencapai 7%, sehingga masih terdapat kekurangan sebesar 13% yang harus dipenuhi sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku (Kompas.id, 2024). Keterbatasan lahan akibat alih fungsi lahan yang terus berlangsung

menjadi salah satu penyebab utama sulitnya memenuhi target tersebut. Selain itu, permasalahan sampah di taman-taman kota menunjukkan kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan RTH. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan solusi inovatif dalam perencanaan dan pengelolaan RTH. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi penginderaan jauh menggunakan citra satelit, seperti Sentinel-2A, untuk menduga biomassa dan memantau kondisi vegetasi secara efektif dan efisien (Mutiah, 2023).

Estimasi biomassa dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu dengan pemanenan (*destructive*) dan tanpa pemanenan (*non-destructive*) (Rahman dkk., 2020). Metode *destructive* melibatkan pemanenan seluruh bagian tanaman, termasuk akar, yang kemudian dikeringkan dan ditimbang untuk menentukan biomasanya. Sementara itu, metode *non-destructive* dilakukan dengan mengukur parameter seperti tinggi atau diameter pohon, lalu menghitung biomassa menggunakan persamaan alometrik. Namun, kedua metode ini memiliki keterbatasan, seperti cakupan yang sempit, biaya yang tinggi, serta waktu yang cukup lama dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, para peneliti mengembangkan pendekatan berbasis penginderaan jauh dan pemodelan yang lebih efisien untuk mengestimasi biomassa dalam skala yang lebih luas (Sutaryo, 2009).

Pendekatan dalam memperkirakan biomassa menggunakan metode non-destruktif tidak hanya bergantung pada persamaan alometrik yang sudah ada, tetapi juga dapat dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh melalui citra satelit. Estimasi biomassa berbasis penginderaan jauh dapat diterapkan di berbagai wilayah karena metode ini memungkinkan pemantauan hutan dalam cakupan yang lebih luas. Salah satu penerapannya adalah pada ruang terbuka hijau (RTH) di daerah perkotaan, yang memiliki peran krusial dalam menyerap dan menyimpan karbon, terutama di kawasan urban seperti Kota Mataram.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ashari & Siman (2024), model kuadrat $B = 17,4 - 110,2ndvi + 220ndvi^2$ dipilih sebagai model terbaik untuk memperkirakan potensi biomassa, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,474, nilai RMSE sebesar 51,55, serta hasil uji

Chi-square sebesar 3,46, yang memperoleh total skor tertinggi. Peta distribusi potensi biomassa yang diperoleh dari model ini diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu <3,7 ton/ha, 3,7–10,5 ton/ha, dan 10,5–35,7 ton/ha. Kawasan hutan mangrove di Kabupaten Rembang didominasi oleh kategori potensi biomassa tertinggi, yaitu 10,5–35,7 ton/ha.

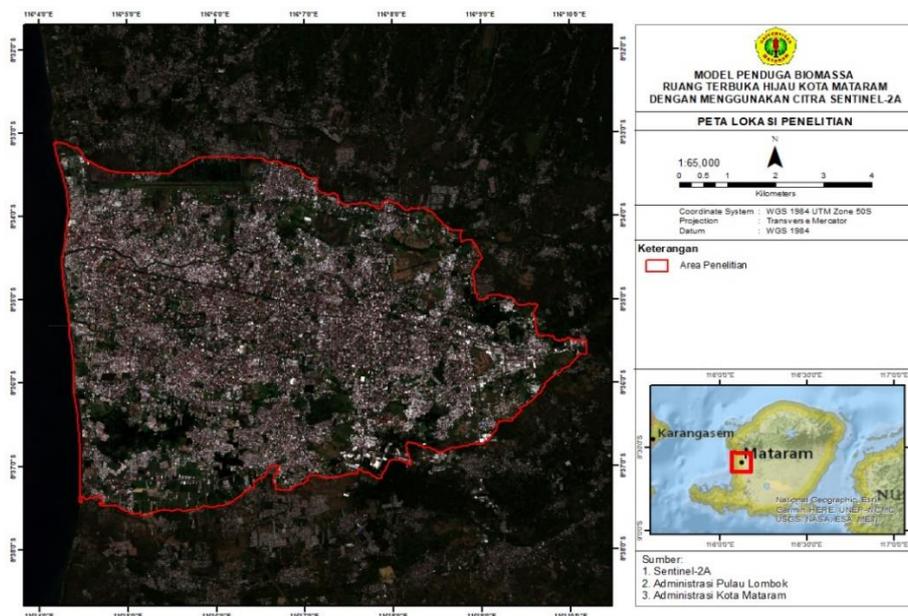
Ruang terbuka hijau (RTH) dibagi menjadi dua kategori, yaitu RTH publik dan RTH privat. Dalam kawasan perkotaan, luas minimal RTH yang harus tersedia adalah 30% dari total wilayah, dengan komposisi 20% untuk RTH publik dan 10% untuk RTH privat. Beberapa contoh RTH publik meliputi taman kota, taman pemakaman umum, jalur hijau di sepanjang jalan, serta area hijau di sekitar sungai dan pantai. Sementara itu, RTH privat mencakup kebun atau halaman yang terdapat di lingkungan rumah maupun bangunan milik individu atau swasta yang ditanami vegetasi (UU Nomor 26 Tahun 2007).

Dengan mempertimbangkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun model estimasi biomassa menggunakan citra Sentinel-2A serta menghitung kandungan biomassa pada ruang terbuka hijau di Kota Mataram berdasarkan model estimasi yang telah dipilih. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan dan pengelolaan RTH di Kota Mataram.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023. Lokasi penelitian bertempat di Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat dengan letak geografis antara 08°33'–08°38' Lintang Selatan dan 116°04'–116°10' Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kota Mataram

Prosedur Penelitian

Pra-Pengolahan Citra

Pra-pemrosesan citra merupakan tahap awal dalam pengolahan data citra satelit. Proses ini mencakup penggabungan band dan pemangkasan citra. Penggabungan band bertujuan untuk memperoleh area yang sesuai dengan lokasi yang diinginkan, sedangkan pemangkasan citra dilakukan agar hanya menampilkan wilayah yang menjadi fokus penelitian.

Pengambilan Data Lapangan

Pendekatan yang diterapkan yakni teknik penginderaan jarak jauh yang dipadukan dengan metode terestrial melalui pengecekan langsung di lapangan (*ground check*). Prosedur pengambilan sampel dilakukan dengan *purposive sampling* dalam bentuk plot sampel. Estimasi biomassa menggunakan metode non-destruktif serta memanfaatkan persamaan allometrik. Pengambilan data lapang berada pada RTH publik Kota Mataram yang berjumlah 443 dengan luas total 127,72 ha. Teknik *purposive sampling* digunakan berdasarkan luas RTH publik yang dapat terdeteksi melalui citra satelit, kenampakan kerapatan dan aksesibilitas dalam pengambilan data lapang yang mudah. Kemudian peletakan sampel plot dilakukan pada lokasi RTH publik yang dipilih dengan kriteria berdasarkan jenis RTH publik yang mewakili dengan titik koordinat terbanyak. Peletakan plot contoh dilakukan secara acak berdasarkan kelas kerapatan yang mewakili

dengan ukuran 20 meter × 20 meter. Sebanyak 32 plot contoh tersebar pada 4 RTH yang mewakili

setiap jenis RTH publik yang meliputi taman/hutan kota, jalur hijau jalan, pemakaman, dan sempadan sungai. Pengambilan data contoh meliputi diameter pohon, tinggi pohon dan jenis pohon. Kemudian biomassa dihitung menggunakan persamaan allometrik.

Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini meliputi perhitungan biomassa dan transformasi indeks vegetasi. Perhitungan biomassa lapangan dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik milik Chave (2005). Persamaan allometrik Chave (2005) dipilih karena memiliki cakupan luas untuk berbagai ekosistem tropis, akurat dalam estimasi biomassa dengan mempertimbangkan diameter, tinggi pohon, dan densitas kayu, serta kompatibel dengan data penginderaan jauh seperti NDVI dari citra Sentinel-2A.

$$(AGB)_{est} = 0.0509 (\rho D^2 H) \quad (1)$$

Keterangan:

(AGB)_{est} = biomassa (kg)

D = diameter (cm)

H = tinggi (m)

ρ = massa jenis kayu (gr/cm³)

Estimasi distribusi vegetasi dapat dianalisis menggunakan citra satelit dengan menerapkan

transformasi indeks vegetasi, yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Pada citra satelit Sentinel-2A, nilai NDVI diperoleh melalui perhitungan menggunakan persamaan berikut:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (2)$$

Keterangan:

NIR = Band 8

RED = Band 4

Tabel 1. Klasifikasi kelas NDVI

Kelas Kerapatan	Indeks Vegetasi
Non RTH	< 0
RTH Sangat Rendah	0 – 0,1
RTH Rendah	0,1 – 0,5
RTH Sedang	0,5 – 0,7
RTH Tinggi	> 0,7

Sumber: Noviyanti & Roychansyah (2019)

Nilai indeks vegetasi yang diperoleh dari data penginderaan jauh kemudian dikorelasikan dengan nilai pengukuran biomassa yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lokasi.

Analisis Data

Pembuatan Model

Pembuatan model penduga biomassa dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi. Untuk mengembangkan persamaan tersebut dilakukan melalui analisis regresi. Analisis ini menggunakan dua variabel yaitu data penginderaan jauh sebagai variabel bebas dan data biomassa lapangan sebagai variabel terikat. Model regresi yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut (Aryandi & Zuharnen, 2015):

Model Linear

$$y = a \cdot x + b \quad (3)$$

Model Eksponensial

$$y = a \cdot e^{b \cdot x} \quad (4)$$

Model Logaritma

$$y = a + b \ln(x) \quad (5)$$

Model Power

$$y = ax^b \quad (6)$$

Keterangan :

y = Biomassa (kg)

x = Nilai NDVI

a dan b = koefisien

Pemilihan Model Terbaik

Koefisien korelasi (r) adalah suatu variabel yang dapat menggambarkan tingkat keterkaitan antara dua atau lebih variabel terhadap variabel tidak bebas. Nilai korelasi (r) berada dalam rentang -1 hingga 1. Jika nilai korelasi sebesar 0, maka tidak terdapat hubungan antara dua variabel yang diuji. Hipotesis yang digunakan untuk mengukur kekuatan korelasi antar variabel menurut Sugiyono (2021) adalah:

Hipotesis:

H0: r = 0, yang berarti tidak terdapat korelasi antara kedua variabel.

H1: r ≠ 0, yang menunjukkan adanya korelasi antara kedua variabel.

Keputusan mengenai penerimaan hipotesis ditentukan berdasarkan hasil uji korelasi yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2016.

Selanjutnya, uji-F digunakan untuk mengevaluasi secara keseluruhan apakah koefisien regresi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model yang dikembangkan. Hipotesis yang digunakan dalam uji ini sebagai berikut:

H0: β_i = 0, yang berarti variabel terikat (Y) tidak dipengaruhi oleh variabel bebas (X).

H1: β_i ≠ 0, yang menunjukkan bahwa variabel terikat (Y) dipengaruhi oleh variabel bebas (X).

Penentuan keputusan hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai Fhitung dan Ftabel. Jika Fhitung < Ftabel, maka H0 diterima, sedangkan jika Fhitung > Ftabel, maka H0 ditolak dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% (α = 0,05).

Uji ketepatan model regresi dilakukan dengan membandingkan nilai biomassa dari hasil analisis regresi terhadap data pengukuran sampel lapangan yang tidak terlibat dalam pembuatan model. Selanjutnya, dihitung selisih atau deviasinya. Tingkat akurasi model dievaluasi menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan rumus sebagai berikut (Sugiyono, 2021):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{y' - y}{y}\right)^2}{n}} \times 100 \quad (7)$$

Keterangan:

y = Biomassa lapangan

y' = Biomassa hasil dari persamaan regresi

n = Jumlah titik sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Biomassa Lapangan

Hasil nilai biomassa aktual dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Biomassa pada beberapa ruang terbuka hijau.

Ruang Terbuka Hijau (RTH)	Plot	Jumlah Individu	Biomassa (ton/ha)	Rata-rata Biomassa (ton/ha)
Taman Kota Udayana	14	258	478,39	1,85
Jalan Lingkar Selatan	3	40	35,16	0,88
Pemukaman Cina Bintaro	10	87	49,21	0,57
Sempadan Sungai Sandubaya	5	42	29,00	0,69
Total	32	427	591,76	

Berdasarkan hasil analisis data, total biomassa yang terakumulasi mencapai 591,76 ton per hektar. Ruang Terbuka Hijau (RTH) Taman Kota Udayana memiliki jumlah biomassa tertinggi, yakni 478,39 ton per hektar dengan rata-rata sebesar 1,85 ton per hektar. Sebaliknya, wilayah sempadan sungai di Kecamatan Sandubaya mencatat jumlah biomassa terendah, yaitu 29 ton per hektar dengan rata-rata 0,69 ton per hektar. Perbedaan jumlah biomassa di setiap lokasi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jumlah pohon, tingkat kerapatan, diameter batang, tinggi pohon, serta kondisi lingkungan, termasuk intensitas cahaya matahari,

kadar air, suhu, dan tingkat kesuburan tanah yang berkontribusi terhadap proses fotosintesis (Santoso dkk., 2021).

Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Hasil klasifikasi kelas kerapatan vegetasi RTH Kota Mataram dengan menggunakan NDVI dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil klasifikasi kerapatan

Kerapatan	NDVI	Luas (ha)	Persentase (%)
Non RTH	< 0	92,76	1,50
RTH Sangat Rendah	0 – 0,1	1.511,84	24,70
RTH Rendah	0,1 – 0,5	4.411,56	72,00
RTH Sedang	0,5 – 0,7	113,84	1,90
RTH Tinggi	> 0,7	0,01	0,000166
Total		6.130	100,0

Berdasarkan hasil pengolahan citra Sentinel-2A dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI, didapatkan klasifikasi kelas kerapatan RTH Kota Mataram. Tabel 3 menunjukkan Kota Mataram didominasi oleh kelas kerapatan RTH rendah seluas 4.411,56 ha dengan persentase 72%. Kelas kerapatan RTH Kota Mataram paling sedikit adalah kelas kerapatan RTH tinggi yang hanya memiliki luas 0,01 ha atau 0,000166 % dari total

luas Kota Mataram. Nilai dari indeks vegetasi NDVI inilah yang kemudian digunakan dalam pengembangan model pendugaan biomassa pada RTH Kota Mataram.

Menurut Astriani (2018), NDVI dapat menunjukkan parameter vegetasi seperti biomassa pada permukaan atas tanah berdasarkan kerapatan vegetasi. Kota Mataram yang didominasi oleh kelas kerapatan rendah ini sejalan dengan Rencana

Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Mataram (2021-2026), bahwa keberadaan RTH di Kota Mataram masih kurang dengan hanya persentase luas 14,59% dari luas Kota Mataram. Persentase ini tidak sesuai dengan nilai RTH yang ada pada wilayah kota yaitu minimal 30% dari luas wilayahnya.

Model Penduga Biomassa

Tabel 4. Hasil Uji Korelasi

	NDVI	Biomassa
NDVI	1	
Biomassa	0,73947	1

Tabel 4 menjelaskan bahwa nilai korelasi antara biomassa dengan NDVI adalah 0,73947 (0,74), ini menunjukkan tingkat hubungan yang kuat antara variabel bebas dan variabel terikat. Hal ini mengacu pada Sugiyono (2021) interval nilai koefisien korelasi antara 0,60-0,79 berada pada tingkat hubungan yang kuat. Hubungan positif antara dua variabel menunjukkan bahwa keduanya bergerak searah, yakni ketika salah satu variabel mengalami kenaikan, variabel lainnya juga turut meningkat.

Penyusunan Model

Tabel 5. Model Penduga Biomassa

Model Regresi	Persamaan	R ²
Linear	$y = 107,89x - 21,595$	0,5468
Eksponensial	$y = 1,1161e^{6,1872x}$	0,6848
Logaritma	$y = 31,313\ln(x) + 51,824$	0,4416
Power	$y = 79,692x^{1,8502}$	0,6186

Keterangan : y = Biomassa; dan x = NDVI

Tabel 5 menjelaskan bahwa masing-masing model analisis regresi yang dihasilkan memiliki nilai koefisien determinasi (R²). Menurut Yusandi (2015), semakin tinggi nilai koefisien determinasi (R²) maka semakin tinggi kemampuan model dalam mengestimasi biomassa. Pada penelitian ini, model regresi eksponensial memiliki nilai koefisien determinasi (R²) terbesar yaitu 0,6848 (68,48%), artinya model regresi eksponensial mampu mengestimasi nilai biomassa pada RTH Kota Mataram sebesar 68,48% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti jumlah

Tabel 6. Hasil uji model berbeda

Korelasi antara Biomassa dan NDVI

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara peubah atau variabel yang digunakan dalam pendugaan potensi biomassa. Pada penelitian ini, nilai indeks vegetasi sebagai variabel bebas dan biomassa aktual sebagai variabel terikat. Kemudian uji korelasi dilakukan menggunakan *software* Microsoft Excel. Hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Setelah melakukan uji korelasi dan kedua variabel dinyatakan memiliki hubungan yang kuat, kemudian diturunkan persamaan regresi yang dapat menggambarkan hubungan antara nilai biomassa aktual dan NDVI. Analisis regresi menunjukkan kekuatan hubungan antar variabel. Penelitian ini melibatkan dua variabel, yakni indeks vegetasi sebagai variabel independen dan nilai biomassa hasil pengukuran di lapangan sebagai variabel dependen. Dalam studi ini, nilai indeks vegetasi NDVI yang diperoleh dari citra Sentinel-2A dianalisis regresinya terhadap biomassa yang diukur di lapangan. Model yang dihasilkan dapat ditemukan pada Tabel 5.

individu, usia tegakan, kerapatan dan luas kawasan.

Pemilihan Model Terbaik

Berdasarkan model yang didapat, maka dilakukan uji validasi model dan uji akurasi model untuk menentukan model regresi terbaik dalam menduga biomassa pada RTH Kota Mataram. Uji validasi model dengan melakukan uji anova dan uji akurasi model dengan melakukan uji RMSE (*Root Mean Square Error*). Hasil uji model terbaik dapat dilihat pada Tabel 6.

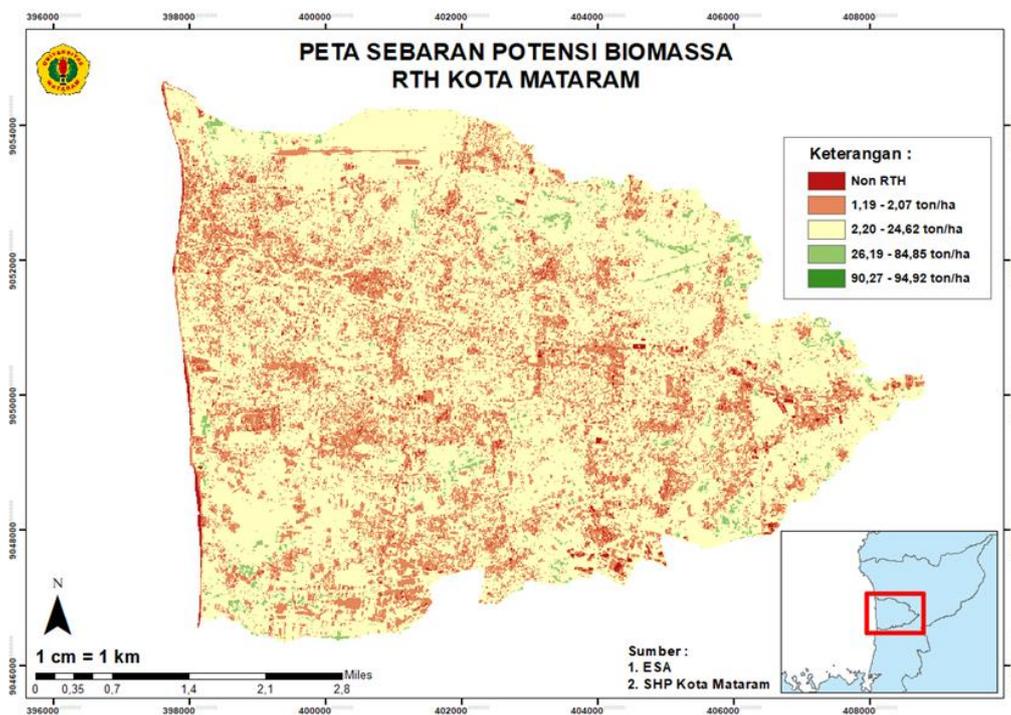
Model Regresi	R ²	RMSE	F-hit	F-tab
Linear	0,5468	173,5	51,00	4,00
Eksponensial	0,6848	87,2	56,73	4,00
Logaritma	0,4416	203,9	63,15	4,00
Power	0,6186	104,1	87,55	4,00

Hasil uji validasi model pada Tabel 6 menjelaskan bahwa semua model dapat digunakan dalam menduga potensi biomassa pada RTH Kota Mataram. Hal ini dibuktikan berdasarkan nilai F-hit lebih besar daripada F-tab dengan tingkat keyakinan sebesar 95% ($\alpha = 0,05$), artinya nilai indeks vegetasi berpengaruh terhadap potensi biomassa.

Tabel 6 juga menjelaskan hasil uji akurasi model dengan melakukan uji RMSE, yaitu untuk mengetahui seberapa besar eror yang terjadi pada hasil perhitungan dari model yang digunakan jika dibandingkan dengan biomassa aktual. Pada penelitian ini, model regresi eksponensial memiliki nilai RMSE terkecil yaitu sebesar 87,2, artinya model ini memiliki kesalahan yang lebih rendah

dibandingkan dengan model lainnya. Hal ini sejalan dengan Yusandi (2015), Nilai RMSE yang semakin kecil menunjukkan bahwa model regresi yang terbangun lebih akurat dalam menduga potensi biomassa.

Menurut Yusandi (2015), pemilihan model penduga biomassa terbaik didasarkan pada nilai koefisien determinasi (R²) terbesar, nilai RMSE terkecil, serta mampu melewati uji-F. Berdasarkan hasil uji model terbaik yang disajikan pada Tabel 4.4. Pada penelitian ini, model regresi eksponensial adalah model regresi terbaik untuk menduga potensi biomassa pada RTH Kota Mataram dengan menggunakan citra Sentinel-2A dengan persamaan $y = 1,1161e^{6,1872x}$.



Gambar 2. Peta Sebaran Potensi Biomassa

Gambar 2 menunjukkan sebaran potensi biomassa di RTH Kota Mataram dengan menggunakan model regresi eksponensial. Biomassa terendah berada pada kelas kerapatan RTH sangat jarang 0-0,1 dengan estimasi biomassa 1,19-2,07 ton/ha. Sedangkan, biomassa tertinggi berada pada kelas kerapatan RTH tinggi 0,71-1

dengan estimasi biomassa 90,27-94,92 ton/ha. Namun Kota Mataram didominasi oleh kelas kerapatan RTH jarang 0,1-0,5 dengan estimasi biomassa 2,20-24,62 ton/ha.

Nilai biomassa pada RTH Kota Mataram dapat dikatakan rendah apabila dibandingkan dengan penelitian Mardiyatmoko & Suhardiman (2017)

yang memperoleh biomassa di wilayah perkotaan Tenggarong yaitu mencapai 266,48 ton/ha. Hal ini sejalan dengan kelas kerapatan tinggi yang dimiliki wilayah Tenggarong seluas 1.243,30 ha dengan persentase 22,79% dari luas wilayahnya, dibandingkan dengan Kota Mataram hanya 0,01 ha atau 0,000166% dari luas wilayahnya.

Besarnya nilai biomassa ditentukan oleh diameter pohon, tinggi pohon, jenis pohon, jumlah pohon, kerapatan vegetasi, dan kesuburan tanah (Santoso dkk., 2021). Nilai biomassa pohon umumnya paling tinggi pada bagian batang dibandingkan bagian lainnya. Hal ini dikarenakan sebagian besar hasil fotosintesis untuk pertumbuhan tanaman disimpan di dalam batang, sehingga semakin besar diameter dan tinggi pohon maka nilai biomasanya juga semakin besar (Putri & Wulandari, 2015).

Berdasarkan temuan penelitian, terdapat empat model untuk memperkirakan nilai biomassa di Kota Mataram menggunakan citra Sentinel-2A yang didasarkan pada nilai indeks vegetasi. Model pertama adalah regresi linear dengan persamaan $y = 107,89x - 21,595$. Model kedua, regresi eksponensial, memiliki persamaan $y = 1,1161e^{6,1872x}$. Model ketiga, regresi logaritma, memiliki persamaan $y = 31,313\ln(x) + 51,824$. Model keempat adalah regresi power dengan persamaan $y = 79,692x^{1,8502}$. Setelah dilakukan pengujian terhadap keempat model, model regresi eksponensial terbukti menjadi model terbaik untuk memperkirakan biomassa RTH di Kota Mataram. Kandungan biomassa RTH Kota Mataram berdasarkan model regresi yang dipilih adalah 1,19 ton/ha untuk kelas kerapatan RTH sangat jarang, hingga 94,92 ton/ha untuk kelas kerapatan RTH tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian ini, rekomendasi yang dapat diimplementasikan adalah pemanfaatan model regresi eksponensial dalam pemantauan dan pengelolaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Mataram guna meningkatkan efektivitas perencanaan penghijauan. Pemerintah daerah dan pengelola lingkungan dapat menggunakan model ini untuk memetakan distribusi biomassa, mengidentifikasi area dengan kerapatan vegetasi rendah, serta merancang program rehabilitasi atau penanaman ulang guna meningkatkan cadangan karbon dan fungsi ekologis RTH. Hasil ini dapat menjadi dasar dalam kebijakan tata ruang yang berorientasi pada peningkatan kualitas lingkungan perkotaan serta mitigasi perubahan iklim melalui optimalisasi biomassa hijau.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, total biomassa aktual di Kota Mataram mencapai 591,76 ton/ha dengan rata-rata 1,25 ton/ha, di mana RTH Taman Kota Udayana memiliki biomassa tertinggi sebesar 478,39 ton/ha (rata-rata 1,85 ton/ha), sedangkan Sempadan Sungai Sandubaya memiliki biomassa terendah sebesar 29,00 ton/ha (rata-rata 0,69 ton/ha). Analisis NDVI menunjukkan bahwa Kota Mataram didominasi oleh RTH rendah (NDVI 0,1 – 0,5) yang mencakup 4.411,56 ha (72%), sedangkan RTH sedang (NDVI 0,5 – 0,7) hanya 113,84 ha (1,9%), dan RTH tinggi (NDVI > 0,7) sangat minim, hanya 0,01 ha (0,000166%), yang menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi dengan tutupan hijau tinggi masih sangat terbatas. Model terbaik untuk menduga biomassa adalah regresi eksponensial yang memiliki koefisien determinasi (R^2) tertinggi dibandingkan model lainnya, sehingga dapat digunakan untuk estimasi biomassa di wilayah perkotaan secara lebih akurat. Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa keberadaan RTH di Kota Mataram masih didominasi oleh vegetasi dengan biomassa rendah, sehingga diperlukan peningkatan kualitas dan kuantitas ruang hijau guna meningkatkan cadangan karbon dan kualitas lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryandi, A., & Zuharnen. (2015). Estimasi stok karbon menggunakan citra Alos Avnir-2 di hutan Wanagama Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(3).
- Ashari, & Siman. (2024). Model penduga biomassa hutan mangrove menggunakan citra satelit Sentinel-2A di Kabupaten Rembang Jawa Tengah. *Jurnal Wana Tropika*, 13(2), 72-84.
- Astriani, H. (2018). Perbandingan citra Landsat 8 Oli dan Sentinel 2-A untuk estimasi stok karbon kelapa sawit (*Elais guineensis* Jacq) di wilayah PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Rejosari, Natar, Kabupaten Lampung Selatan. *Seminar Nasional Geomatika*, 2(21).
- Balitbang Kota Mataram. (2022). Kajian konsep pengembangan dan pengelolaan taman kota menjadi taman tematik di Kota Mataram. Badan Penelitian dan Pengembangan Kota Mataram.

- BPS Kota Mataram. (2024). *Kota Mataram dalam angka 2024*. Badan Pusat Statistik Kota Mataram.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, *145*(1), 87-99.
- Mardiyatmoko, Y., & Suhardiman, A. (2017). Cadangan karbon di wilayah perkotaan Tenggara berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada citra Sentinel-2A. *Jurnal Hutan Tropis*, *1*(2), 174-181.
- Mutiah, Cut. (2023). Analisis program pengembangan ruang terbuka hijau di Dinas Lingkungan Hidup Kota Mataram. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Noviyanti, I. K., & Roychansyah, M. S. (2019). Analisis ketersediaan ruang terbuka hijau dengan NDVI menggunakan citra satelit Worldview-2 di Kota Yogyakarta. *Majalah Ilmiah Globe*, *21*(2), 63-70.
- Putri, A. H. M., & Wulandari, C. (2015). Potensi penyerapan karbon pada tegakan damar mata kucing (*Shorea javanica*) di Pekon Gunung Kemala Krui Lampung Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, *3*(2), 13-20.
- Rahman, H., Iman, & Ali. (2020). Metode pengukuran dan model pendugaan biomassa *Nypa fruticans* di Sungai Tallo, Makassar-Indonesia. *Jurnal Grouper*, *11*(1), 25-30.
- Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Mataram Tahun 2021-2026. (2021). Walikota Mataram.
- Santoso, N., Sutopo, Pambudi, G. P., Danarta, V. F., Wibisono, R. A., Astuti, T. P., & Wicaksono, D. A. (2021). Pendugaan biomassa dan serapan karbon di beberapa areal taman hutan kota Jakarta, Bekasi dan Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, *18*(1), 35-49.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sutaryo, D. (2009). *Penghitungan biomassa: Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon*. Wetlands International Indonesia Programme.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. (2007). Presiden Republik Indonesia.
- Yusandi, S., & Jaya, I. N. S. (2015). Model penduga biomassa hutan mangrove menggunakan citra resolusi sedang di areal kerja perusahaan konsesi hutan di Kalimantan Barat. *Bonorowo Wetlands*, *6*(2), 69-81.