

# **PENGGUNAAN METODE NDVI (*NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX*) DAN SAVI (*SOIL ADJUSTED VEGETATION INDEX*) UNTUK MENGETAHUI KETERSEDIAAN RUANG TERBUKA HIJAU TERHADAP PEMENUHAN KEBUTUHAN OKSIGEN (Studi Kasus : Kota Yogyakarta)**

Wulandari, Noviliasari<sup>1</sup>, Sunaryo, Dedy Kurnia<sup>1</sup>, M., Adkha Yulianandha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang,  
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Lowokwaru, Kecamatan Sumber Sari, Kota Malang - resiyana96@gmail.com

**KATA KUNCI :** Kebutuhan Oksigen, NDVI, SAVI, SPOT-6.

## **ABSTRAK :**

Perkembangan suatu daerah menyebabkan peningkatan jumlah penduduk, jumlah kendaraan dan jumlah hewan ternak. Peningkatan ini berbanding terbalik dengan kurangnya lahan terbuka hijau sebagai produsen penghasil oksigen. Oleh karena itu perlu dilakukan penghitungan luasan RTH yang tersedia maupun RTH yang dibutuhkan. Salah satu caranya menggunakan metode penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (PJSIG). Metode PJSIG yang dilakukan dengan melakukan ekstraksi indeks vegetasi menggunakan metode NDVI dan SAVI. Kedua metode ini menggunakan nilai reflektansi gelombang citra yang peka terhadap klorofil daun. Hasil ekstraksi kemudian dikelaskan berdasarkan klasifikasi tembimbing sebagai acuan pengkelasan. Dari kedua metode kemudian dilakukan validasi lapangan untuk mengetahui metode mana yang terbaik dalam penentuan luasan RTH. Metode dengan nilai *overall accuracy* terbaik digunakan sebagai acuan luasan RTH yang tersedia untuk kemudian dilakukan analisa ketersediaan RTH terhadap kebutuhan oksigen harian. Ekstraksi RTH menunjukkan NDVI merupakan metode ekstraksi terbaik untuk penentuan RTH dengan nilai *overall accuracy* sebesar 89.33% sedangkan SAVI dan klasifikasi terbimbing hanya menghasilkan 86.67%. Dari ekstraksi NDVI dapat diketahui luasan RTH yang tersedia sebesar 377.9750976 Ha dengan RTH yang dibutuhkan sebanyak 2466.5568 Ha atau setara 15.324%. Luasan RTH ini belum mampu memenuhi kebutuhan oksigen harian dan belum mencukupi standar minimal menurut Permen PU No 5 tahun 2008.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kota Yogyakarta merupakan ibukota Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, merupakan kotamadya yang terus berkembang, baik dari pembangunan pemukiman, jalan, maupun industri yang meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk yang memadati daerah tersebut. Seiring pertumbuhan laju penduduk dan perekonomian mendorong pertambahan jumlah kendaraan bermotor dan jumlah hewan ternak, baik ternak besar, unggas maupun ternak peliharaan. Hal ini memicu jumlah konsumsi oksigen yang dibutuhkan semakin meningkat berbanding terbalik dengan jumlah produksi oksigen ruang terbuka hijau yang berkurang akibat penurunan luasan ruang terbuka hijau.

Ruang Terbuka Hijau (RTH), adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008). Menurut peraturan menteri pekerjaan umum tahun 2008 menyatakan bahwa jumlah dan kualitas ruang terbuka hijau mengalami penurunan yang cukup signifikan, hal ini menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan hidup.

Peranan hutan kota dan ruang terbuka hijau menjadi sangat penting dalam keberlanjutan dan kenyamanan sebuah wilayah seiring dengan meningkatnya urbanisasi dan menurunnya kualitas lingkungan hidup. Penyusutan ruang terbuka hijau berdampak pada penurunan keseimbangan ekosistem yang ditandai dengan penurunan kualitas lingkungan perkotaan, kota akan mengalami pencemaran udara, peristiwa banjir dan

penggenangan air berlebih saat musim penghujan dan efek pulau panas (Joga & Ismaun, 2011).

Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui luasan ruang terbuka hijau terhadap jumlah kebutuhan oksigen harian yang diperlukan untuk respirasi manusia, hewan ternak maupun pembakaran karbon yang dikeluarkan oleh kendaraan. Oleh karenanya diperlukan informasi jumlah ruang terbuka hijau yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan oksigen tersebut. Diperlukan sebuah metode perhitungan luasan ruang terbuka hijau yang cepat dan mudah namun tidak mengurangi akurasi data.

Dalam pemetaan ruang terbuka hijau dilakukan dengan dua metode yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*), keduanya digunakan untuk mengetahui persebaran ruang terbuka hijau yang digunakan untuk perhitungan ruang terbuka hijau dengan didasarkan pada satuan pengamatan terkecil yaitu piksel. Apabila dalam satu piksel dijumpai beberapa tipe tutupan lahan, maka tipe tutupan lahan yang dianggap mewakili piksel tersebut diambil dari nilai rerata dari tipe tutupan lahan yang paling menonjol dibanding tipe lainnya.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: 1) Berapakah luasan total ruang terbuka hijau yang diperlukan untuk memenuhi jumlah kebutuhan oksigen harian?. 2) Bagaimana perbedaan hasil dari metode NDVI dan SAVI menggunakan citra satelit SPOT-6 dalam penentuan ruang

terbuka hijau ?. 3) Berapakah jumlah produksi oksigen harian yang dihasilkan oleh ruang terbuka hijau?

## Tujuan dan Manfaat Penelitian

**1.3.1 Tujuan Penelitian:** Penelitian ini bertujuan untuk 1) Menghitung nilai luasan ruang terbuka hijau di wilayah Kota Yogyakarta. 2) Menganalisa perbedaan hasil ekstraksi indeks vegetasi dari citra SPOT 6 metode NDVI dan SAVI dalam penentuan ruang terbuka hijau. 3) Menghitung jumlah produksi oksigen harian yang dihasilkan oleh ruang terbuka hijau.

**1.3.1. Manfaat Penelitian:** Manfaat penelitian ini yaitu: 1). **Bagi pihak peneliti**, memberikan wawasan dan pengetahuan peneliti dalam mengetahui hubungan ketersediaan ruang terbuka hijau terhadap pemenuhan kebutuhan oksigen. 2). **Bagi pihak lain**, sebagai pedoman data tambahan dan referensi dalam penelitian selanjutnya. 3). **Bagi pihak stakeholder**, tambahan informasi dan referensi dalam pengambilan kebijakan mengenai pengembangan wilayah dan rencana detail tata ruang wilayah.

## 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: 1) Metode yang digunakan untuk menghitung dan memetakan ruang terbuka hijau adalah NDVI dan SAVI. 2) Parameter kebutuhan oksigen hanya melibatkan manusia, hewan ternak dan kendaraan bermotor. 3) Parameter tutupan lahan dibuat dengan mengaplikasikan data penginderaan jauh berupa citra SPOT-6 menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dengan algoritma *Maximum Likelihood* menggunakan bantuan aplikasi. 4) Penelitian mengenai ruang terbuka hijau hanya mencakup ketersediaan ruang terbuka hijau, tidak sampai meneliti tentang jenis ruang terbuka hijau seperti RTH publik dan RTH privat. 5) Validasi lapangan dilakukan dengan survei langsung untuk mengetahui kebenaran dari aplikasi data citra SPOT-6 di lapangan.

## 1.5. Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab II Dasar Teori yang menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian yang dilakukan. Bab III Metodologi Penelitian yang menguraikan tahapan penelitian. Bab IV Hasil dan Pembahasan menjelaskan tentang hasil dari penelitian serta penjelasan dan hasil akhir penelitian. Bab V menjelaskan mengenai kesimpulan secara singkat dan saran.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1. Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Menurut Lia Fracilia, 2007 berdasarkan Inmendagri No. 14 Tahun 1988, kota adalah pusat pemukiman dan kegiatan penduduk yang mempunyai batasan wilayah administratif yang diatur dalam peraturan perundangan serta pemukiman yang telah memperlihatkan watak dan ciri perkotaan. Tata ruang kota dapat dipisahkan menjadi ruang terbuka dan ruang terbangun. Ruang terbuka adalah ruang dalam kota atau wilayah yang lebih luas, baik dalam bentuk area memanjang atau jalur di mana dalam penggunaannya lebih bersifat terbuka dan dasarnya tanpa bangunan.

Stephen Carr (1992) dalam bukunya *Public Space*, ruang publik harus bersifat responsif, demokratis, dan bermakna. Ruang publik yang responsif artinya harus dapat digunakan untuk berbagai kegiatan dan kepentingan luas. Secara demokratis yang dimaksud adalah ruang publik itu seharusnya dapat dimanfaatkan

masyarakat umum tanpa harus terkotak-kotakkan akibat perbedaan sosial, ekonomi, dan budaya. Unsur demokratis diletakkan sebagai salah satu watak ruang publik karena ia harus dapat dijangkau (aksesibel) bagi warga dengan berbagai kondisi fisiknya, termasuk para penderita cacat tubuh maupun lansia. Ruang terbuka privat (memiliki batas waktu tertentu untuk mengaksesnya dan kepemilikannya bersifat pribadi, contoh halaman rumah tinggal), ruang terbuka semi privat (ruang publik yang kepemilikannya pribadi namun bisa diakses langsung oleh masyarakat)

Menurut Peraturan Pekerjaan Umum No. 5/2008 RTH adalah area memanjang atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Sedangkan ruang terbuka non hijau adalah ruang terbuka di wilayah perkotaan yang tidak termasuk dalam kategori RTH, berupa lahan yang diperkeras maupun yang berupa badan air. RTH terdiri dari RTH Publik dan RTH Privat. Proporsi 30% merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan hidrologi dan keseimbangan mikrolimat maupun sistem ekologis lain yang dapat meningkatkan ketersediaan udara bersih bagi masyarakat, serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota.

### 2.2. Kebutuhan Oksigen

Oksigen merupakan gas yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk bernafas. Tanpa oksigen makhluk hidup seperti manusia dan hewan akan mati, sedangkan tumbuhan membutuhkan karbondioksida untuk fotosintesis dimana karbondioksida merupakan hasil pengolahan dari oksigen oleh manusia, hewan maupun pembakaran bahan bakar oleh kendaraan bermotor, sehingga keberadaan oksigen sangat krusial. Oksigen merupakan gas yang dihasilkan dari proses fotosintesis oleh tumbuhan. Fotosintesis merupakan proses perubahan energi matahari menjadi energi kimia yang terkandung di dalam bahan organik tumbuhan (Soemarwoto, 2004). Oksigen yang dihasilkan RTH merupakan hasil proses fotosintesis. Fotosintesis adalah proses tumbuhan hijau dalam menghasilkan karbohidrat dan oksigen dari karbondioksida dan air menggunakan bantuan klorofil dan cahaya matahari (Karmen, 1963 dalam Novita, 2015).

### 2.3. RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen

Estimasi luas RTH berdasarkan kebutuhan oksigen dapat dihitung dengan rumus (Permen PU No. 5 tahun 2008) :

$$L_t = \frac{P_t + K_t + T_t}{(54)(0,9375)(2)} \text{ m}^2 \quad (2.1)$$

Keterangan :

$L_t$  : Luas RTH pada tahun ke-t

$P_t$  : Jumlah kebutuhan oksigen bagi penduduk pada tahun ke-t

$K_t$  : Jumlah kebutuhan oksigen bagi kendaraan bermotor pada tahun ke-t

$T_t$  : Jumlah kebutuhan oksigen bagi hewan ternak pada tahun ke-t

54 : Nilai konstanta yang menunjukkan bahwa 1 m<sup>2</sup> luas lahan bervegetasi menghasilkan 54 gram berat kering tanaman per hari (konstanta ini merupakan hasil rata-

rata dari semua jenis tanaman baik berupa pohon, semak/belukar, perdu atau padang rumput)

0,9375 : Nilai konstanta yang menunjukkan bahwa 1 gram berat kering tanaman adalah setara dengan produksi 0,9375 gram.

2 : Jumlah musim di Indonesia

#### 2.4. Citra SPOT-6

Citra satelit SPOT singkatan dari *System Pour L'Observation de la Terre*. Satelit optis SPOT-6 dikembangkan oleh AIRBUS Defence and Space dan diluncurkan pada 9 September 2012 dengan Roket PSLV dari Pusat Antariksa Satish Dhawan, India. Satelit SPOT-6 (dan juga bersama SPOT-7) menggantikan posisi SPOT-4 dan SPOT-5 yang telah beroperasi sejak tahun 1998 dan 2002. Selain itu stasiun bumi dan antariksanya juga telah dirancang dengan perbaikan kinerja dibandingkan sebelumnya terutama dalam hal aktifitas akuisisi khusus yang meliputi ketepatan pengiriman dan akuisisi (area liputan sebesar 6,000,000 km<sup>2</sup> per hari). Citra SPOT 6 digunakan dalam analisis, pemantauan, peramalan dan pengelolaan sumber daya dan aktivitas manusia. Produk SPOT 6 merupakan sarana pendukung keputusan dalam aplikasi seperti pemetaan sipil/militer, eksplorasi sumber daya alam, perencanaan lahan, pemantauan tanaman dan kehutanan, perlindungan lingkungan dan pengawasan maritim (Astrium, 2013).

#### 2.5. Klasifikasi Terbimbing

Menurut Danoedoro (2012), menjelaskan bahwa klasifikasi citra adalah proses pengelompokan piksel ke dalam kelas tertentu atau kategori yang telah ditentukan berdasarkan nilai kecerahan (*brightness value*/BV) piksel yang bersangkutan. Tujuan klasifikasi citra secara digital adalah untuk melakukan pengelompokan secara otomatis dari setiap piksel ke kelas tertentu. Teknik klasifikasi citra multispektral dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*).

Pada penelitian ini klasifikasi yang digunakan adalah algoritma kemiripan maksimum (*maximum likelihood*), dimana perhitungan algoritma menggunakan fungsi berikut (Richards dan Jia, 2006 Congedo, 2017) :

$$g_k(x) = \ln p(C_k) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (x - y_k)^t \Sigma_k^{-1} (x - y_k) \quad (2.2)$$

Dasar penggunaan algoritma ini dikarenakan algoritma ini merupakan algoritma yang paling mapan. Dasar dari algoritma ini berdasar bahwa objek homogen selalu menampilkan histogram yang terdistribusi normal (*bayesian*). Pada algoritma ini piksel dinyatakan sebagai objek bukan karena jarak euklidiannya, melainkan karena bentuk, ukuran dan orientasi sampel pada *feature space* (yang berupa elipsoida) (Shresta, 1991 dalam Danoedoro, 2012).

#### 2.6. Kelas Penutup Lahan

Klasifikasi ialah penggolongan objek ke dalam kelas-kelas tertentu menurut kriteria-kriteria tertentu (BSN, 2014). Klasifikasi multispektral secara langsung hanya dapat diterapkan untuk pemetaan penutup lahan (*land cover*), dan bukan penggunaan lahan. Di Indonesia, Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional) juga mempunyai

sistem klasifikasi penutup dan penggunaan lahan yang secara konseptual tercampur (Danoedoro, 2012).

#### 2.7. Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)

*Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI) merupakan indeks kehijauan atau aktivitas fotosintesis vegetasi, dan salah satu indeks vegetasi yang paling sering digunakan. NDVI didasarkan pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda-beda merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda. Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis akan menyerap sebagian besar gelombang merah sinar matahari dan mencerminkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi. Vegetasi yang sudah mati atau stres (kurang sehat) lebih banyak mencerminkan gelombang merah dan lebih sedikit pada gelombang inframerah dekat.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \quad (2.3)$$

Keterangan :

NIR : Reflektan band inframerah dekat untuk sebuah sel.

RED : Reflektan band merah untuk sebuah sel.

#### 2.8. Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

Indeks vegetasi ini merupakan indeks vegetasi tanah yang disesuaikan, *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) ini mirip dengan indeks vegetasi NDVI, namun pada indeks SAVI lebih menekankan pada efek piksel tanah. Menggunakan faktor penyesuaian kanopi latar belakang L yang merupakan fungsi dari kerapatan vegetasi. Huete (1988) menunjukkan nilai optimal L = 0,5 untuk memperhitungkan orde pertama variasi latar belakang tanah. Indeks ini paling baik digunakan di daerah dengan vegetasi yang relative jarang dimana tanah terlihat melalui kanopi.

$$SAVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red + L)} (1 + L) \quad (2.4)$$

Keterangan :

NIR : Reflektan band inframerah dekat untuk sebuah sel.

RED : Reflektan band merah untuk sebuah sel.

#### 2.9. Koreksi Geometri

Geometrik adalah posisi geografis yang berhubungan dengan distribusi keruangan. Geometrik berisikan informasi data yang mengacu ke bumi (*georeferenced data*) baik posisi maupun informasi yang terkandung didalamnya. Menurut Mather, 2004, koreksi geometrik merupakan transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi *pixel* sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka perekaman dari bentuk semula hasil penyediaan oleh sensor yang berbentuk bujur sangkar menjadi jajargenjang, proses perubahan dimensi ini menggunakan proses *Resampling* citra. Tahap ini diterapkan pada citra digital mentah (langsung hasil perekaman satelit), dan merupakan koreksi kesalahan geometrik sistematis.

## 2.10. Koreksi Radiometri

Koreksi radiometrik dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan atau distorsi yang diakibatkan oleh ketidaksempurnaan operasi sensor, adanya atenuasi gelombang elektromagnetik oleh atmosfer, variasi sudut pengambilan data, variasi sudut eliminasi, sudut pantul dan lain-lain yang dapat terjadi selama pengambilan, pengiriman dan perekaman data. Koreksi radiometrik tersebut antara lain koreksi radiometrik *Top Of Atmosfer* (TOA) dan *Bidirectional Reflectance Distribution Function* (BRDF). Koreksi TOA memerlukan data masukan sudut *zenith* (90 - sudut elevasi), sudut elevasi, sudut pengamatan (*inciden angle*), *gain* setiap kanal (*Gi*), *solar irradiance* setiap kanal (*solar ESUNi*), yang terdapat pada file metadata yang menyertai setiap scene hasil perekaman satelit dan jarak bumi-matahari ( $d^2$ ) yang dapat dihitung dari parameter-parameter tersebut.

## 2.11. Uji Akurasi

Didahului dengan penentuan sampel dan kemudian dilakukan pengecekan lapangan. Setiap kelas mempunyai proporsi untuk mewakili sampel pada proses pengecekan, sampel dipilih sebagai satuan pengamatan pada setiap kelas penutup lahan. Prasetyo (2012) dalam Putri, dkk. (2014) menyatakan bahwa klasifikasi merupakan suatu pekerjaan menilai objek data untuk memasukkannya ke dalam kelas tertentu dari sejumlah kelas yang tersedia. Perlu dilakukan pengujian akurasi dari hasil klasifikasi tersebut yaitu dengan matrik konfusi. Matrik konfusi (*confusion matrix*) merupakan tabel pencatat hasil kerja klasifikasi. Data matrik didapatkan dari interpretasi visual dengan melakukan cek lapangan. Pada dasarnya matriks konfusi mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang sebenarnya (Solichin, 2017). Matriks konfusi dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*procedures accuracy*), akurasi pengguna (*user accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) (Arisonang, dkk., 2015).

## 2.12. Peta Tematik

Menurut ICA - *International Cartographic Association*- (1973) peta adalah suatu representasi atau gambaran unsur-unsur atau kenampakan-kenampakan yang dipilih dari permukaan bumi atau yang ada kaitannya dengan permukaan bumi atau benda-benda angkasa, dan umumnya digambarkan pada suatu bidang datar dan diperkecil atau diskalakan. Peta merupakan gabungan sebagian atau keseluruhan permukaan bumi pada bidang datar dengan skala dan sistem proyeksi tertentu (Basuki, 2011). Menurut BIG (2009), peta tematik dapat diartikan sebagai gambaran dari sebagian permukaan bumi yang dilengkapi dengan informasi tertentu, baik di atas maupun di bawah permukaan bumi yang mengandung tema tertentu, seperti peta jaringan jalan, kesesuaian lahan, jenis tanah, curah hujan. Peta tematik memiliki ciri khusus yang tidak ditemukan di peta lain yaitu memiliki tema khusus, sumber data berasal dari berbagai peta, dan informasi disajikan dalam tema tertentu.

## 2.13. Software ENVI 5.3

ENVI atau kepanjangan dari *The Environment for Visualizing Images* merupakan sebuah revolusi dari sistem pengolahan citra digital. Dari permulaan lahirnya, ENVI telah didesain untuk banyak kebutuhan spesifik pada siapa yang biasanya menggunakan data penginderaan jauh satelit atau foto udara. ENVI menyediakan visualisasi data dan analisisnya secara

komprehensif untuk citra dalam berbagai ukuran dan tipe apapun dalam lingkungan yang *innovative* dan *user-friendly*.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kota Yogyakarta. Wilayah Kota Yogyakarta terbentang antara 110° 24' 19" - 110° 28' 53" Bujur Timur dan 7° 15' 24" - 7° 49' 26" Lintang Selatan dengan ketinggian rata-rata 114 m di atas permukaan laut. Kota Yogyakarta memiliki luas wilayah tersempit dibandingkan dengan daerah lainnya di Provinsi DIY, yaitu 32.5 Km<sup>2</sup> yang berarti 1.025% dari luas wilayah Provinsi DIY.

### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

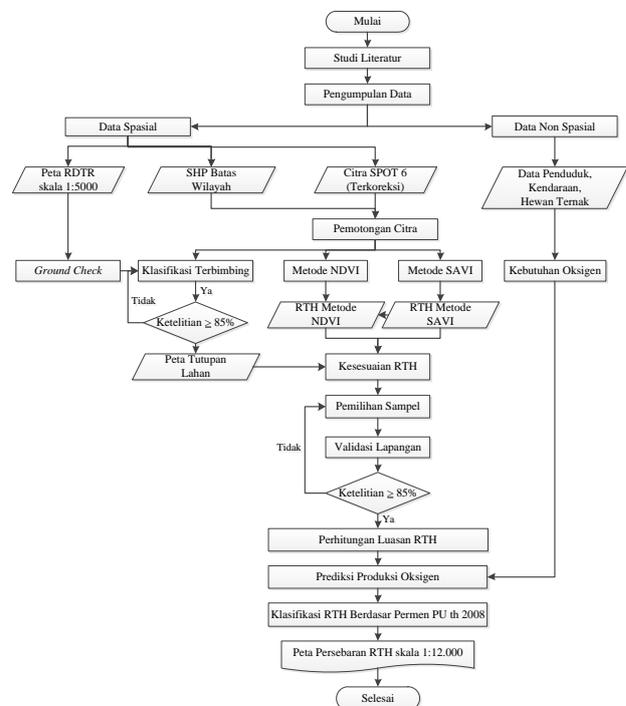
Alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian mengidentifikasi sebaran titik panas menggunakan citra MODIS yaitu:

**3.2.1. Alat:** Peralatan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini yaitu: laptop, *software ENVI 5.3*, *Microsoft office 2016*, *software ArcGIS 10.3*, *QGIS 3.10*, *GPS Handheld*.

**3.2.2. Bahan:** Bahan yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini yaitu: data citra satelit SPOT-6 tanggal 3 Agustus 2019, Peta RDTR Kota Yogyakarta Skala 1:5000, Data jumlah penduduk, kendaraan bermotor dan hewan ternak, serta data validasi lapangan

### 3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian tentang mengidentifikasi sebaran titik panas di daerah kawasan hutan jati Kabupaten Blora dengan citra MODIS dapat digambarkan pada diagram alir.



Gambar 3. 2 Diagram Alir

Berdasarkan gambar 3.2 maka dapat dijelaskan tahapan penelitian sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data  
Data yang digunakan merupakan peta rencana detail tata ruang ,peta administrasi batas kecamatan, citra SPOT 6 yang diperoleh dari LAPAN tanggal perekaman 3 Agustus 2019 dan data jumlah penduduk, hewan ternak dan kendaraan yang diperoleh dari dinas terkait untuk masing-masing kecamatan di Kota Yogyakarta.
2. Pemotongan Citra  
Pemotongan citra dilakukan terhadap shp dari peta administasi batas kota, hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan lokasi citra sesuai dengan daerah penelitian, agar proses pengolahan citra menjadi lebih cepat dan efisien.
3. Pengkelasan dengan Klasifikasi Terbimbing  
Peta tutupan lahan pada penelitian ini diperoleh dari klasifikasi digital metode terbimbing. Kelas penutup lahan dibuat berdasarkan acuan SNI 7645-1: 2014 tentang klasifikasi penutup lahan yang telah dimodifikasi sesuai kondisi daerah penelitian dengan membuat *training area* yang merata pada area penelitian. Klasifikasi ini menggunakan algoritma *Maximum Likelihood*.
4. Pengolahan citra metode NDVI dan SAVI  
Pengolahan citra SPOT 6 dengan metode NDVI dan SAVI menggunakan rumus (2.4) dan (2.5) dimaksudkan untuk mengetahui sebaran RTH pada lokasi penelitian, untuk kemudian dibandingkan dengan peta tutupan lahan yang telah diperoleh sebelumnya.
5. Pemilihan Sampel Verifikasi  
Verifikasi ini merupakan pengecekan dari objek di citra satelit SPOT 6 yang di klasifikasi secara digital untuk membuat peta tutupan lahan terhadap peta rencana detail tata ruang yang ada. Pengujian ini bertujuan mengetahui tingkat akurasi pengkelasan tutupan lahan.
6. Pengujian di Lapangan  
Pengujian ini merupakan pengecekan dari objek di citra satelit SPOT 6 yang telah dilakukan pengolahan secara digital terhadap kesesuaian objek secara nyata di lapangan. Pengujian ini bertujuan mengetahui tingkat akurasi pengolahan citra resolusi tinggi terhadap objek di lapangan.
7. Analisa RTH terhadap peta tutupan lahan

Analisa yang dilakukan dari peta sebaran RTH terhadap peta tata guna lahan adalah untuk mengetahui kesesuaian RTH yang diidentifikasi terhadap peta tutupan lahan.

8. Perhitungan Luas RTH yang tersedia  
Perhitungan luas dihitung dengan rumus (2.2) dibandingkan dengan kebutuhan luasan ruang terbuka hijau yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan ruang terbuka hijau terhadap kebutuhan oksigen berdasarkan Permen PU No 5 tahun 2008.
9. Perhitungan Prediksi Produksi Oksigen  
Nilai prediksi produksi oksigen dihitung dengan rumus (2.2) setelah luasan RTH diketahui.
10. Peta Ketersediaan RTH skala 1 :12.000  
Peta hasil yang diperoleh dari pengolahan citra SPOT 6 resolusi 6 m dengan band multispektral dimaksimalkan menghasilkan peta skala 1: 12.000 dalam kertas A0.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Koreksi Radiometrik

Pada koreksi ini diasumsikan bahwa nilai piksel terendah suatu kerangka liputan (*scene*) seharusnya bernilai 0 (nol), sesuai dengan *bit-coding sensor*. Koreksi radiometrik akan memberikan perbaikan terhadap kesalahan nilai radiometrik citra akibat pengaruh atmosfer. Koreksi ini mengubah nilai *digital number* menjadi nilai *reflectance*. Nilai *reflectance* merepresentasikan perbandingan nilai radian yang terpancar dari objek dengan nilai irradian yang berupa energi pancaran matahari yang datang ke objek Hasil perbandingan pengolahan koreksi radiometrik dapat dilihat di tabel 4.2 yang menunjukkan nilai band sebelum dan sesudah koreksi radiometrik.

Tabel 4.1 Perbandingan nilai band sebelum dan sesudah koreksi

Band	Sebelum Koreksi		Sesudah Koreksi	
	Nilai Min	Nilai Max	Nilai Min	Nilai Max
Red	0	3398	0	0.926083
Green	0	2822	0	0.733679
Blue	0	2847	0	0.697998
NIR	0	3137	0	0.845457

Nilai koreksi dianggap benar apabila menunjukkan nilai *reflectance* yang berada pada kisaran nilai 0-1. Berdasarkan nilai pada tabel 4.2 di atas menunjukkan nilai *reflectance* yang sudah benar karena nilai *reflectance* pada masing-masing *band* berada dikisaran 0 -1 .

##### 4.2 Hasil Pengkelasan Klasifikasi Terbimbing

Pada penelitian ini klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi *maximum likelihood*. Pengkelasan ini bertujuan mengetahui luasan area runag terbuka hijau yang dapat menghasilkan oksigen. Berdasarkan pengkelasan yang telah dilakukan dengan menggunakan empat pengkelasan yang diantaranya antara lain

badan air, lahan terbuka, lahan terbangun, vegetasi renggang dan vegetasi rapat. Luas dari area masing-masing kelas tutupan lahan yang dianalisis dapat dilihat pada tabel 4.1. Dimana luasan vegetasi renggang dan vegetasi rapat yang mempengaruhi ketersediaan oksigen di Kota Yogyakarta.

Tabel 4. 2 Luasan area klasifikasi maximum likelihood

No	Kelas	Luas (Ha)
1	Lahan Terbangun	2686.201295
2	Lahan Terbuka	93.141197
3	Vegetasi Renggang	110.641017
4	Vegetasi Rapat	202.193662
5	Total Area	3092.177171

#### 4.3 Hasil Pengkelasan NDVI

Nilai minimal dari proses NDVI sebesar -0.292917 dan nilai maksimum sebesar 0.750238. Nilai ini dikatakan memenuhi syarat yang ditentukan karena berada pada rentang nilai -1 sampai dengan 1. Dimana nilai terendah menunjukkan objek tidak berklorofil dan nilai tertinggi menunjukkan objek berklorofil tinggi yang merupakan penghasil oksigen. Sedangkan untuk pengkelasan NDVI terhadap kelas klasifikasi dilakukan dengan memanfaatkan nilai *reflectance* terhadap kelas pada klasifikasi. Sehingga menghasilkan luasan area seperti berikut :

Tabel 4. 3 Luasan pengkelasan NDVI

No	Kelas	Luas (Ha)
1	Lahan Terbangun	2772.3454
2	Lahan Terbuka	132.957386
3	Vegetasi Renggang	216.524422
4	Vegetasi Rapat	162.715965
5	Total Area	3284.543173

#### 4.4 Hasil Pengkelasan SAVI

Nilai minimal dari proses SAVI sebesar -0.181280 dan nilai maksimum sebesar 0.523594. Nilai ini dikatakan memenuhi syarat yang ditentukan karena berada pada rentang nilai -1 sampai dengan 1. Dimana nilai terendah menunjukkan objek tidak berklorofil dan nilai tertinggi menunjukkan objek berklorofil tinggi yang merupakan penghasil oksigen. Sedangkan untuk pengkelasan SAVI terhadap kelas klasifikasi dilakukan dengan memanfaatkan nilai *reflectance* terhadap kelas pada klasifikasi. Sehingga menghasilkan luasan area seperti berikut

Tabel 4. 4 Luasan pengkelasan SAVI

No	Kelas	Luas (Ha)
1	Lahan Terbangun	2714.137575
2	Lahan Terbuka	204.284297
3	Vegetasi Renggang	184.911192
4	Vegetasi Rapat	105.130458
5	Total Area	3208.463522

#### 4.5 Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan dari hasil pemrosesan klasifikasi maximum likelihood, ekstraksi vegetasi NDVI dan ekstraksi

vegetasi SAVI. Dari uji ini nilai overall accuracy harus mencapai minimal 85 %.

Tabel 4. 5 Hasil uji akurasi klasifikasi *maximum likelihood*

Kelas	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Vegetasi Renggang	Vegetasi Rapat	Jumlah Pikel	Akurasi Pembuat
Lahan Terbangun	38	0	0	0	38	100
Lahan Terbuka	2	6	0	0	8	75
Vegetasi Renggang	3	1	8	0	12	66.67
Vegetasi Rapat	2	0	2	13	17	76.47
Total Pikel	45	7	10	13	75	
Akurasi Pengguna	84.44	85.71	80	100	86.667	

Tabel 4. 6 Hasil uji akurasi NDVI

Kelas	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Vegetasi Renggang	Vegetasi Rapat	Jumlah Pikel	Akurasi Pembuat
Lahan Terbangun	38	0	0	0	38	100
Lahan Terbuka	2	6	0	0	8	75
Vegetasi Renggang	3	0	9	0	12	75.00
Vegetasi Rapat	2	0	1	14	17	82.35
Total Pikel	45	6	10	14	75	
Akurasi Pengguna	84.44	100.00	90	100	89.333	

Tabel 4. 7 Hasil uji akurasi SAVI

Kelas	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Vegetasi Renggang	Vegetasi Rapat	Jumlah Pikel	Akurasi Pembuat
Lahan Terbangun	38	0	0	0	38	100
Lahan Terbuka	2	6	0	0	8	75
Vegetasi Renggang	3	1	8	0	12	66.67
Vegetasi Rapat	2	0	2	13	17	76.47
Total Pikel	45	7	10	13	75	
Akurasi Pengguna	84.44	85.71	80	100	86.667	

Berdasarkan hasil pengolahan ruang terbuka hijau menunjukkan nilai *overall accuracy* NDVI lebih baik dibandingkan nilai *overall accuracy* SAVI. Dari tabel 4.7 menunjukkan nilai *overall accuracy* NDVI sebesar 89.33 % sedangkan pada tabel 4.8 nilai *overall accuracy* SAVI hanya 86.667%. Sehingga hasil metode NDVI yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan pembuatan peta ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Yogyakarta.

#### 4.6 Luasan RTH

Dari ketiga parameter kebutuhan oksigen di atas maka dapat dihitung luasan ruang terbuka hijau (RTH) yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan oksigen harian di Kota Yogyakarta. Luasan RTH yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan oksigen harian adalah 24665568.19 m<sup>2</sup> atau 2466.5568 Ha

Tabel 4. 8 Perbandingan luasan RTH

RTH Berdasarkan Data RDTR	RTH Berdasarkan Kebutuhan Oksigen	RTH Existing NDVI
106.4972 Ha	2466.5568 Ha	377.9750976 Ha

Dari tabel 4.12 Nilai luasan NDVI yang digunakan untuk proses pembuatan peta ketersediaan RTH di Kota Yogyakarta hanya memenuhi 379.240387 Ha area RTH dibandingkan dengan luas RTH yang dibutuhkan sebesar 2466.5568 Ha. Luasan NDVI ini hanya setara 15.375 % dari luasan RTH yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan oksigen. Nilai RTH *existing* NDVI jika dibandingkan luas wilayah Kota Yogyakarta yang seluas

3327.7354 Ha maka nilai RTH *existing* NDVI setara dengan 11.396 %. Nilai NDVI jauh lebih besar tiga kali lipat jika dibandingkan luasan RTH pada data RDTR dimana pada data RDTR luas RTH yang tersedia hanya 106.4972 Ha masih sangat jauh dibandingkan nilai ekstraksi NDVI.

#### 4.7 Analisa RTH per kecamatan

Dari tabel 4.12 disimpulkan bahwa *existing* RTH yang digunakan adalah hasil ekstraksi dari NDVI seluas 377. 9750976 Ha. Dari nilai dapat di *overlay* terhadap RTH masing-masing kecamatan untuk mengetahui prediksi produksi oksigen harian terhadap konsumsi oksigen harian.

Tabel 4. 9 Prosentase kebutuhan terhadap produksi oksigen

Kecamatan	Konsumsi Oksigen (Kg)	Produksi Oksigen (Kg)	Prosentase Pemenuhan Oksigen (%)
Pakualaman	59683.0148	1930.107488	3.234
Gondomanan	99146.6424	3426.586031	3.456
Kraton	123426.6772	5607.7839	4.543
Manrijeron	201403.7192	15774.7014	7.832
Mergangsan	187910.6544	12443.61488	6.622
Umbulharjo	444522.128	60570.1233	13.626
Kotagede	188020.9842	25055.81454	13.326
Danurejan	117811.1188	2899.179844	2.461
Gondokusuman	287145.895	18057.06776	6.2885
Jetis	190562.508	5709.695063	2.996
Tegalrejo	203840.6626	26817.49013	13.156
Wirobrajan	156701.2848	7783.562869	4.967
Ngampilan	99087.019	2482.668225	2.506
Gedongtengen	111487.6572	2791.942425	2.504

Dari tabel 4.14 dapat dianalisa bahwa semua kecamatan di Kota Yogyakarta belum mampu memenuhi kebutuhan oksigen harian yang dibutuhkan. Prosentase pemenuhan oksigen terbanyak terdapat di Kecamatan Umbulharjo dengan prosentase sebanyak 13.625 % sedangkan prosentase pemenuhan oksigen paling sedikit terdapat di Kecamatan Danurejan hanya sebesar 2.461 %. Pada semua kecamatan di Kota Yogyakarta nilai pemenuhan kebutuhan oksigen dinilai masih sangat jauh dibandingkan nilai kebutuhan oksigen harian.

Konsumsi oksigen yang berbeda-beda pada setiap kecamatan mendapat pengaruh paling besar dari jumlah kendaraan bermotor di masing-masing kecamatan. Kecamatan Umbulharjo merupakan kecamatan dengan konsumsi oksigen tertinggi dikarenakan pada kecamatan ini jumlah kendaraan bermotor baik jenis sepeda motor, mobil, minibus – truk dan bus memiliki jumlah tertinggi di Kota Yogyakarta. Sedangkan Kecamatan Pakualaman dengan oksigen terkecil disebabkan jumlah kendaraan bermotor setiap jenis paling sedikit.

#### 4.8 Analisa Kekurangan Oksigen

Dari tabel 4.14 dapat diketahui bahwa semua kecamatan di Kota Yogyakarta masih belum mampu memenuhi kebutuhan oksigen harian dari tiga parameter konsumsi oksigen harian. Dari total luas RTH yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan oksigen RTH yang tersedia hanya 15.324 %. Jika luasan RTH dibandingkan dengan luas wilayah Kota Yogyakarta luas RTH hanya senilai 11.358%. Dari nilai ini menunjukkan Kota Yogyakarta belum memenuhi syarat penyediaan RTH menurut

Permen PU no 5 Tahun 2008, dimana RTH minimal adalah 30% dari total wilayah kabupaten / kota. Proporsi 30% merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan keseimbangan mikroklimat, maupun sistem ekologis lain yang dapat meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota.

Menurut *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa standar internasional untuk ruang terbuka hijau adalah 9m<sup>2</sup> per orang. Jika dihitung terhadap jumlah penduduknya maka RTH yang dibutuhkan adalah 372.242 Ha sedangkan RTH yang tersedia adalah 377.975 Ha. Dapat disimpulkan bahwa untuk RTH berdasarkan jumlah penduduk masih mencukupi untuk kebutuhan oksigen harian. Namun jika dihitung dengan parameter lain maka ketersediaan oksigen masih kurang.

Namun jika dari acuan RTH standar WHO dianalisa per-kecamatan maka hanya ada 3 kecamatan yang memenuhi standar tersebut, yaitu Umbulharjo, Tegalrejo dan Kotagede. Ketiga kecamatan tersebut memenuhi standar pemenuhan kebutuhan RTH berdasarkan penduduk. Jika dilihat dari lokasi ketiga kecamatan berada pada pinggir Kota Yogyakarta, sedangkan semua kecamatan yang tidak memenuhi ketersediaan RTH berada di tengah Kota Yogyakarta. Kecukupan RTH tersebut menjadi tolak ukur keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan keseimbangan mikroklimat, maupun sistem ekologis lain yang dapat meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota.

Kekurangan oksigen pada lingkungan dapat berdampak bagi kesehatan maupun bagi lingkungan. Bagi kesehatan dalam jangka panjang kekurangan oksigen dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti *hipoksia*, kurangnya kadar oksigen dalam darah yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan jantung, hati maupun ginjal. Sedangkan dampak bagi lingkungan adalah kurangnya daerah serapan air menyebabkan banjir saat hujan, maupun kurangnya air tanah disebabkan berkurangnya wilayah tangkapan air, selain itu juga menyebabkan menurunnya kualitas udara dan perubahan iklim.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan analisa yang telah dijelaskan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Ruang terbuka hijau yang dibutuhkan di Kota Yogyakarta seluas 2466.5568 Ha, sedangkan RTH yang tersedia hanya 377.9750976 Ha atau setara dengan 15.324 % dari total luas yang dibutuhkan
2. Metode penentuan RTH yang terbaik adalah metode NDVI dibuktikan dengan nilai *overall accuracy* sebanyak 89.33% ,sedangkan SAVI nilai *overall accuracy* hanya 86.67%.
3. Produksi harian oksigen sebesar 191350.3379 kg dari total konsumsi oksigen harian sebesar 2101191.244 kg, atau produksi oksigen hanya mampu mencukupi sekitar 9.0168 %, masih sangat jauh total konsumsi oksigen harian.

4. Ketersediaan RTH di Kota Yogyakarta belum memenuhi standar minimal menurut Permen PU No 5 Tahun 2008 sebesar 30% dari total wilayah, sedangkan ketersediaan RTH di Kota Yogyakarta hanya sebesar 11.358%
5. Kekurangan RTH ini dikhawatirkan menyebabkan penurunan kualitas ekosistem, kondisi udara dan kondisi kesehatan masyarakat baik secara fisik maupun non fisik sehingga disarankan kepada Pemerintah Daerah Kota Yogyakarta untuk menambah jumlah RTH agar dapat memenuhi kebutuhan oksigen harian.

## 5.2 Saran

Dari penelitian ini, dapat disampaikan saran agar mendapatkan hasil yang lebih baik maka penulis mengajukan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian menggunakan metode segmentasi atau OBIA (*Object Based Image Analysis*) sehingga dapat dikelompokkan menjadi ruang terbuka hijau publik dan privat.
2. Penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan metode ekstraksi indeks vegetasi lain, agar mengetahui perbandingan dari metode-metode tersebut.
3. Untuk hasil yang lebih baik dan lebih detail dapat dilakukan penelitian dengan cakupan area yang lebih kecil dan menggunakan citra satelit dengan resolusi yang lebih baik.
4. Dapat pula dilakukan penelitian untuk menganalisa ruang terbuka hijau berdasarkan jenis pohon dan hasil produksi oksigen dari pohon tersebut.
5. Untuk mendapatkan hasil maksimal dapat dilakukan analisa ruang terbuka hijau dari cakupan terkecil seperti cakupan perdesa.

## DAFTAR PUSTAKA

Arisonang, V., Sudarsono, B., & Prasetyo, Y. 2015. *Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi (studi kasus Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat)*. Jurnal Geodesi Undip, Vol.4, No.1.

Astrium. 2013. *SPOT 6&7 Imagery User Guide*. France: Astrium Company.

Badan Informasi Geospasial. 2014. *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove*, Cibinong.

Badan Informasi Geospasial. 2009. *Survei dan Pemetaan Nusantara*. Jakarta : Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2014. *SNI 76451-1:2014 tentang Klasifikasi Penutup Lahan*, Jakarta.

Basuki, S. 2011. *Ilmu Ukur Tanah [edisi revisi]*, Cetakan Ke-2. Gadjah Mada University Press :Yogyakarta.

Carr, Stephen dkk. 1992. *Public Space*. USA : Combridge University Press.

Congedo, L. 2017. *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*. Release 5.3.2.1., pp. 161–164.

Chrisnawati, G. 2008. *Analisa Sebaran Titik Panas dan Suhu Permukaan Daratan Sebagai Penduga Terjadinya Kebakaran Hutan Menggunakan Sensor Satelit NOAA/AVHRR dan EOS AQUA-TERRA MODIS*. Jakarta : Universitas Indonesia.

Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta : Andi Offset.

Foody, G.M. 2008. *Harshness In Image Classification Accuracy Assessment*. International Journal Of Remote Sensing Vol. 29, No. 11, 10 June 2008, 3137-3158.

Fracilia, Lia. 2007. *Analisis Korelasi Ruang Terbuka Hijau dan Temperatur Permukaan dengan Aplikasi SIG dan Penginderaan Jauh*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Huete, A.R. 1988. *Remote Sensing of Environment : A Soil-Adjusted Vegetation Index(SAVI)*. Arizona, USA : Department of Soil and Water Science, University of Arizona.

ICA. 1973. *Basic Cartography for Student and Technicians*. Volume I. Published with the Financial Assistance of UNESCO. BAS Printers Limited.

Jaya, I. N. 2007. *Analisa Citra Digital : Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor: Departemen Manajemen Fakultas Kehutanan IPB.

Joga, N., Ismaun, I. 2011. *RTH 30% resolusi (kota) hijau*. Jakarta. : Gramedia.

Kementerian PU. 2008. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*, Jakarta.

LAPAN. 2014 . *Koreksi Radiometrik Data Satelit SPOT-6*, URL<https://inderaja.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2014/7/Koreksi-Radiometrik-Data-Satelit-Spot-6>

Mather, P. M. 2004. *Computer Processing of Remotely Sensed Data : An Introduction 3rd Edition*. Brisbane : John Wiley and Sons.

Novita, N.D.A 2015. *Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Bogor dalam Mencukupi Kebutuhan Oksigen*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Prasetyo, A.T. 1994. *Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Penentuan Prioritas Rehabilitasi Hutan (Kasus Wilayah Hutan KPH Kendal Jawa Tengah)*. Skripsi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

Prasetyo, Eko. 2012. *Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab*. Yogyakarta : Andi.

Prasetyo, L. B., Rosalina, U., Murdiyarso, D., Saito, G. dan Tsuruta, H. 2002. *Integrating Remote Sensing and GIS for*

*Estimating Aboveground Biomass and Green House Gases Emission*. CEGIS Newsletter Vol 1 - April 2002.

Puntodewo, A, dkk. 2003. *Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Jakarta : CIFOR.

Purwadhi, dkk. 2015. *Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Perkembangan Wilayah*. Jakarta Selatan : Polimedia Publisng.

Putra, Erwin Handika, 2011. *Penginderaan Jauh dengan Er Mapper*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Putra, Erwin Hardika. 2012. *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Pendekatan kebutuhan Oksigen Menggunakan Citra satelit EO-1ALI (EARTH Observer-1 Advanced Land Imager) di Kota Manado*. Balai Pengelolaan daerah Aliran Sungai tondano. Manado.

Riswanto, E. (2009). *Evaluasi Akurasi Klasifikasi Penutupan Lahan Menggunakan Citra Alos Palsar Resolusi Rendah Studi Kasus di Pulau Kalimantan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Sinaga, Sulaiman Hakim. 2017. *Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index Dan Soil Adjusted Vegetation Index Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2a*. Semarang : Universitas Diponegoro.

Solichin, A. 2017, Maret 03. *Mengukur Kinerja Algoritma Klasifikasi dengan Confusion Matrix*. Retrieved from Achmatim.Net:  
<https://achmatim.net/2017/03/19/mengukurkinerja-algoritma-klasifikasidengan-confusion-matrix/>

Soemarwoto, O 2004. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Djembatan

Sutanta. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid 1*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Wisesa S,P,C. 1988. *Studi Pengembangan Hutan Kota Di Wilayah Kotamadya Bogor*. Skripsi. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan IPB.