



**ESTIMASI LAJU EVAPOTRANSPIRASI JATI (*Tectona grandis* Lf)
MELALUI PEMODELAN WARNA MENGGUNAKAN CITRA
SENTINEL 2A DAN *GROUND-BASED REMOTE SENSING***

SKRIPSI

Oleh

**Holisfiani
NIM 151710201007**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**ESTIMASI LAJU EVAPOTRANSPIRASI JATI (*Tectona grandis* Lf)
MELALUI PEMODELAN WARNA MENGGUNAKAN CITRA
SENTINEL 2A DAN *GROUND-BASED REMOTE SENSING***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Holisfiani
NIM 151710201007

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Mohammad Joyo dan Ibu Sutriyani serta kakak saya Mariyatin dan adik saya Adi Prasetyo yang selalu memberikan doa dan dukungan;
2. guru-guru saya yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya dengan sabar kepada saya sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi;
3. almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap. *)

(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

Semua kemajuan tercipta ketika kita berada di luar zona nyaman.

(Michael John Bobak)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Holisfiani

NIM : 151710201007

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Estimasi Laju Evapotranspirasi Jati (*Tectona grandis* Lf) Melalui Pemodelan Warna Menggunakan Citra Sentinel 2A dan *Ground-Based Remote Sensing*” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Juni 2019

Yang menyatakan,

Holisfiani
NIM 151710201007

SKRIPSI

**ESTIMASI LAJU EVAPOTRANSPIRASI JATI (*Tectona grandis* Lf)
MELALUI PEMODELAN WARNA MENGGUNAKAN CITRA
SENTINEL 2A DAN *GROUND-BASED REMOTE SENSING***

Oleh

Holisfiani
NIM 151710201007

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota : Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Estimasi Laju Evapotranspirasi Jati (*Tectona grandis* Lf) Melalui Pemodelan Warna Menggunakan Citra Sentinel 2A dan *Ground-Based Remote Sensing*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 19 Juli 2019
Tempat : Ruang Sidang 2 Gedung D Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19841008 200812 1 002

Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.
NIP. 19700101 199512 1 001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 19680923 199403 1 009

Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc
NRP. 760018059

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng
NIP. 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

Estimasi Laju Evapotranspirasi Jati (*Tectona grandis* Lf) Melalui Pemodelan Warna Menggunakan Citra Sentinel 2A Dan *Ground-Based Remote Sensing*; Holisfiani, 151710201007; 2019; 69 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Jati merupakan jenis tanaman tahunan yang mengalami penurunan jelas dengan menunjukkan pengguguran daun selama musim kemarau. Penyesuaian hidup jati bertujuan untuk mengurangi tingkat penguapan (evaporasi). Pengukuran evapotranspirasi jati secara manual sangat banyak diterapkan. Namun, membutuhkan waktu yang relatif lama dan hasil pengukuran masih berupa luasan tertentu sehingga dilakukan perhitungan laju evapotranspirasi jati menggunakan Citra Sentinel 2A dan *Ground-Based Remote Sensing*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi indeks vegetasi yang dihasilkan dari citra Sentinel 2A, kamera digital dan spektrometer, mengetahui validasi model rasio daun jati kamera NIR terhadap evapotranspirasi jati serta mengetahui hubungan perubahan cuaca dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati.

Penelitian dilakukan di lahan jati Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dengan luas lahan 605,48 m². Analisis uji statistik menggunakan analisis determinasi, uji korelasi, *Root Mean Square Error* (RMSE) dan uji ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi nilai rasio daun jati dapat dijelaskan oleh nilai piksel dari indeks vegetasi NDVI dan SAVIGreen. Indeks NDVI satelit Sentinel 2A dengan spektrometer mempunyai tingkat hubungan yang lebih kuat daripada indeks NDVI kamera NIR dengan satelit Sentinel 2A sedangkan indeks yang paling efektif pada spektrometer pada variabel rasio daun jati yaitu NDRE (815 & 715). Validasi model rasio daun jati kamera NIR dan NDVI satelit Sentinel 2A terhadap evapotranspirasi jati menghasilkan kesalahan yang relatif rendah serta perubahan cuaca harian yang lebih mempengaruhi estimasi evapotranspirasi jati ditunjukkan pada rasio daun jati yaitu pada perubahan curah hujan dan intensitas cahaya.

SUMMARY

Estimation of Teak Evapotranspiration Rate (*Tectona grandis* Lf) Through Color Modeling Using Sentinel 2A Imagery and Ground-Based Remote Sensing; Holisfiani, 151710201007; 2019; 69 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Teak is an annual type of plant that has decreased clearly by showing fall leaf during the dry season. Teak life adjustment aims to reduce the evaporation rate. Manually measuring teak evapotranspiration is very often applied. However, it takes a relatively long time and results in the measurement is still a certain area so that the rate calculation of teak evapotranspiration using image Sentinel 2A and Ground-Based Remote Sensing. The purpose of this research is to evaluate the vegetation index resulting from the Sentinel 2A image, digital camera, and spectrometer, know the validation of the ratio of the teak leaves of the camera to teak evapotranspiration and know the relationship of weather changes in estimating the rate of teak evapotranspiration.

Research conducted at the Faculty of Agriculture Technology of the University of Jember with a land area of 605.48 m². Statistical test analysis using determination, correlation test, Root Mean Square Error (RMSE) and ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) test. The results of the analysis showed that variations in the value of teak leaf ratios can be explained by the pixel value of the vegetation index NDVI and SAVIGreen. NDVI Index of Sentinel 2A satellite with spectrometer has stronger relationship level than NDVI index of NIR camera with Sentinel 2A satellite whereas the most effective index on the spectrometer in teak leaf ratio variable is NDRE (815 & 715). Validation of teak leaf ratio of NIR and NDVI cameras Sentinel 2A against teak evapotranspirasi produces relatively low faults as well as daily weather changes that further affect the estimation of teak evapotranspirasi is shown in the ratio of teak leaves to rainfall changes and light intensity.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Estimasi Laju Evapotranspirasi Jati (*Tectona grandis* Lf) Melalui Pemodelan Warna Menggunakan Citra Sentinel 2A dan *Ground-Based Remote Sensing*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng., selaku Ketua Penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
6. Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc., selaku Anggota Penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
7. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas semua ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
8. Seluruh staff dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;

9. Ade Irma Damayanti selaku sahabatku dan *partner* penelitian terbaik, terima kasih telah membantu, memberikan dukungan dan motivasi dalam penyelesaian penelitian dan skripsi penulis;
10. Sahabat-sahabatku dari Tim Enotin 2015, terima kasih telah membantu dalam penyelesaian skripsi penulis;
11. Sahabat-sahabatku dari TEP-B angkatan 2015, terima kasih untuk semua dukungan, motivasi, pengalaman dan kenang-kenangan tak terlupakan yang telah kita lewati selama 4 tahun bersama-sama;
12. Teman-temanku Teknik Pertanian angkatan 2015 yang penuh semangat, terima kasih untuk dukungan dan doanya;
13. Teman-temanku KKN 152 Desa Locare periode 2017/2018, terima kasih untuk 45 hari yang telah kita lewati bersama-sama dan kenangannya. Semoga kita bisa selalu menjaga silaturahmi dan sukses selalu buat kita semua;
14. Keluarga besar UKM Penalaran dan Penelitian Mahasiswa (UKM PELITA) Universitas Jember periode 2017/2018, terima kasih karena telah memberi semangat, kesempatan untuk berproses dan mencari pengalaman yang tidak terdapat di bangku perkuliahan;
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian ini dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 24 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN/ <i>SUMMARY</i>	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Evapotranspirasi	4
2.2 Jati (<i>Tectona grandis</i> Lf)	5
2.3 Penginderaan Jauh (Remote Sensing)	6
2.3.1 Metode penginderaan jauh	6
2.3.2 Interpretasi citra penginderaan jauh	7
2.3.3 Estimasi evapotranspirasi menggunakan penginderaan jauh.....	8
2.4 Satelit Sentinel 2A	9
2.5 Indeks Warna RGB	9
2.6 Indeks Vegetasi	10
2.7 Segmentasi Citra	11
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	12
3.3 Tahapan Penelitian	14
3.3.1 Studi literatur	14
3.3.2 Survey lokasi penelitian	14
3.3.3 Persiapan alat dan perangkat pendukung	15

3.3.4	Pengambilan data	15
3.3.5	Perhitungan jenis pengambilan data	16
3.3.6	Analisis data	20
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1	Rasio Daun Jati	22
4.2	Indeks Vegetasi	24
4.2.1	Hubungan Rasio Daun Jati dengan NDVI Satelit Sentinel 2A	24
4.2.2	Hubungan Rasio Daun Jati dengan SAVI <i>Green</i> Satelit Sentinel 2A	25
4.2.3	Hubungan Rasio Daun Jati dengan Indeks Spektrometer	26
4.2.4	Hubungan NDVI Spektrometer dengan Satelit Sentinel 2A	27
4.2.5	Hubungan NDVI Kamera NIR dengan Satelit Sentinel 2A	28
4.3	Validasi Model.....	28
4.3.1	Validasi Model Rasio Daun Jati dengan Evaporasi dan Evapotranspirasi Jati	29
4.3.2	Validasi Model NDVI Satelit Sentinel 2A dengan Evapotranspirasi Jati	29
4.4	Hubungan Rasio Daun Jati dan Indeks Vegetasi	30
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
	DAFTAR PUSTAKA	33
	LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Karakteristik spektral dan aplikasinya	8
2.2 Karakteristik spektral citra Sentinel 2A	9
3.1 Indeks vegetasi citra Sentinel 2A	17
3.2 Indeks vegetasi kamera RGB dan NIR	18
3.3 Indeks vegetasi spektrometer	18
3.4 Tingkat korelasi dan kekuatan hubungan	20
4.1 Nilai NDVI dan SAVIGreen citra sentinel 2A, kamera RGB, kamera NIR dan spektrometer	24
4.2 Hasil analisis determinasi rasio daun jati dengan indeks spektrometer ...	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Peta lokasi penelitian	12
3.2 Diagram alir penelitian	14
4.1 Segmentasi <i>image</i> kamera RGB	22
4.2 Segmentasi <i>image</i> kamera NIR	22
4.3 Grafik perbandingan rasio daun jati kamera RGB dan NIR	23
4.4 Grafik koefisien determinasi rasio daun jati dengan NDVI satelit sentinel 2A	25
4.5 Grafik koefisien determinasi rasio daun jati dengan SAVIGreen satelit sentinel 2A	25
4.6 Hubungan NDVI spektrometer dengan satelit sentinel 2A	27
4.7 Hubungan NDVI kamera NIR dengan satelit sentinel 2A	28
4.8 Validasi model rasio daun jati dengan evaporasi	29
4.9 Validasi model rasio daun jati dengan evapotranspirasi jati	29
4.10 Validasi model NDVI satelit sentinel 2A dengan evapotranspirasi jati ...	30
4.11 Grafik perubahan curah hujan dan intensitas cahaya	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	36
Lampiran 2. Segmentasi Luas Daun Kamera RGB dan Kamera NIR	37
Lampiran 3. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Satelit Sentinel 2A	38
Lampiran 4. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera RGB	38
Lampiran 5. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera NIR	42
Lampiran 6. Hasil Tes Korelasi Indeks Spektrometer	42
Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan	44
Lampiran 8. Data Cuaca Harian	52
Lampiran 9. Data Perbandingan Indeks Vegetasi	53

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan air tanaman yang diakibatkan oleh adanya evapotranspirasi tergantung pada jenis, macam, dan umur tanaman (Abteu dan Melesse, 2013). Selama proses evapotranspirasi terdapat jenis tanaman yang dapat menyesuaikan terhadap perubahan iklim yaitu tanaman Jati. Jati (*Tectona grandis* Lf) mengalami pertumbuhan yang aktif dengan menunjukkan pohon tetap berdaun pada musim hujan dan menunjukkan penurunan jelas saat pertumbuhan dengan menunjukkan pengguguran daun selama musim kemarau (Chanan dan Iriany, 2014). Tujuan daun jati menggugurkan daunnya saat musim kemarau yaitu untuk mengurangi tingkat penguapan. Saat jati tidak menggugurkan daunnya pada musim kemarau, maka tanaman jati tersebut tidak dapat bertahan hidup karena penguapan (evaporasi) terus menerus berlangsung sedangkan ketersediaan air di dalam tanah sedikit.

Pengukuran laju evapotranspirasi jati dapat dilakukan secara manual (langsung di lapangan) dan pengukuran melalui penginderaan jauh. Pengukuran manual ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang relatif lama dan hasil pengukuran berupa titik sehingga, untuk mendapatkan data evapotranspirasi yang berupa luasan perlu melakukan interpolasi yang berada di sekitar titik tersebut (Puguh, 2010). Menurut (Putra dan Soni, 2017), estimasi laju evapotranspirasi menggunakan penginderaan jauh sensor citra satelit dan spektrometer menghasilkan data pita spektral sedangkan estimasi laju evapotranspirasi menggunakan kamera digital RGB dan kamera NIR menghasilkan indeks *broadband* untuk mengekstraksi indeks suhu permukaan tanah dan indeks kerapatan vegetasi. Kerapatan vegetasi dengan menggunakan analisis NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*) dan SAVIgreen (*Soil Adjusted Vegetation Index-green*) cenderung lebih representatif terhadap warna tanaman yang sesungguhnya (Frananda *et al.*, 2015). Tingkat kehijauan vegetasi ini, indeks kerapatan vegetasi dapat dilihat pola perubahan kehijauan dan kondisi air pada tanaman jati. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengestimasi laju evapotranspirasi jati menggunakan citra Sentinel 2A dan

Ground-Based Remote Sensing melalui pemodelan warna. Selain itu, dilakukan validasi model pengukuran evaporasi secara lapang dan perhitungan evapotranspirasi jati melalui metode *software CROPWAT 8.0* (FAO, 2011) serta peramalan data cuaca harian karena dapat mempengaruhi laju evapotranspirasi jati.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana hubungan indeks vegetasi citra Sentinel 2A, kamera digital dan spektrometer dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati?
2. Bagaimana validasi model rasio daun jati kamera NIR dan NDVI satelit Sentinel 2A dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati pada peralihan musim?
3. Bagaimana hubungan perubahan cuaca harian (curah hujan, suhu udara, intensitas cahaya dan kelembaban udara) terhadap rasio daun jati dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini yaitu indeks kerapatan vegetasi terhadap pengguguran daun jati meliputi indeks NDVI dan SAVI*Green* serta parameter data cuaca yang digunakan meliputi data suhu udara, curah hujan, intensitas cahaya dan kelembaban udara.

1.4 Tujuan

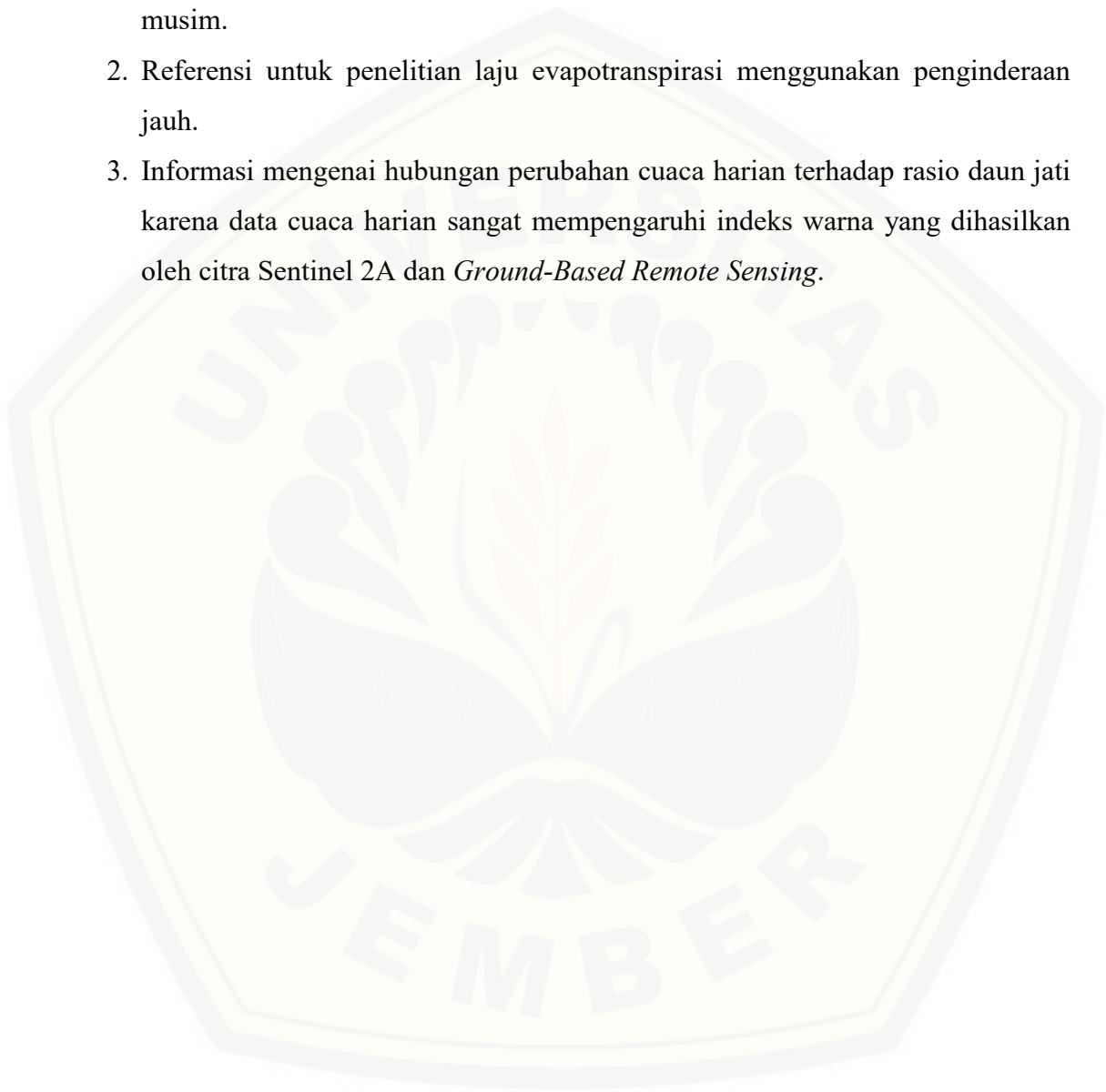
Tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengevaluasi hubungan indeks vegetasi citra Sentinel 2A, kamera digital dan spektrometer dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati pada peralihan musim.
2. Mengetahui validasi model rasio daun jati kamera NIR dan NDVI satelit Sentinel 2A dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati.
3. Mengetahui hubungan perubahan cuaca harian yang ditampakkan pada kandungan karbon daun jati.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Informasi hubungan indeks vegetasi citra Sentinel 2A, kamera digital dan spektrometer dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati pada peralihan musim.
2. Referensi untuk penelitian laju evapotranspirasi menggunakan penginderaan jauh.
3. Informasi mengenai hubungan perubahan cuaca harian terhadap rasio daun jati karena data cuaca harian sangat mempengaruhi indeks warna yang dihasilkan oleh citra Sentinel 2A dan *Ground-Based Remote Sensing*.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evapotranspirasi

Menurut Pasaribu *et al.* (2012), Evapotranspirasi merupakan proses menguapnya air dari dalam tumbuhan melalui akar ke batang dan daun menuju atmosfer. Evapotranspirasi sangat dibutuhkan oleh semua tanaman agar dapat melakukan fotosintesis dengan baik. Evapotranspirasi sendiri sangat berpengaruh terhadap ketersediaan air tanah. Hal ini dikarenakan, saat tanaman mengalami proses penguapan maka secara tidak langsung air yang berada dalam tanah semakin hari mengalami penurunan. Evapotranspirasi dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu dan dibedakan menjadi evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual. Evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh faktor radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin. Evapotranspirasi potensial dapat terjadi saat tanaman tidak kekurangan suplai air atau ketersediaan dalam air berlebihan sehingga jumlah air yang terdapat dalam tanaman ditranspirasikan ke udara. Evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh adanya faktor tanaman seperti jenis tanaman, keragaman tanaman, fase tumbuh tanaman dan kerapatan tanaman serta faktor pengelolaan dan kondisi lingkungan tanaman seperti salinitas, kondisi tanah, kelembaban tanah, kesuburan tanah dan tingkat serangan hama serta penyakit pada tanaman. Evapotranspirasi aktual terjadi karena ketersediaan air dalam tanaman sangat terbatas sehingga terdapat tanaman yang melakukan evaporasi namun menyesuaikan dengan ketersediaan air dalam tanah.

Pengukuran evapotranspirasi sangat penting dilakukan untuk mengetahui laju evapotranspirasi masing-masing tanaman. Nilai laju evapotranspirasi pada tanaman perkebunan kelapa sawit berkisar 68,23-125,63 mm/bulan, dengan rata-rata sebesar 92,05 mm/bulan Pada tanaman perkebunan pinus menghasilkan nilai laju evapotranspirasi sebesar 96,35 mm/bulan (Pasaribu *et al.*, 2012).

2.2 Jati (*Tectona grandis* Lf)

Jati merupakan jenis tanaman tahunan dengan nama latin *Tectona grandis* Lf. Jati mempunyai klasifikasi golongan Divisi Spermatophyta, Kelas

Angiospermae, Sub-Kelas Dicotyledoneae, Ordo Verbenaceae, Genus *Tectona*, Spesies *Tectona grandis* Linn. F. Jati mempunyai akar tunggang dan serabut dengan letak akar tunggang tumbuh secara vertikal dan berukuran besar sedangkan akar serabut, tumbuh ke samping untuk mencari air dan unsur hara dalam tanah. Jati mempunyai tinggi batang mencapai 45 m dengan panjang batang 15-20 m, diameter pohon dapat mencapai 220 cm. Umumnya, Jati dapat tumbuh di daerah dengan musim kering dengan jumlah hujan rata-rata 1200-2000 mm per tahun, pada ketinggian 0-700 m dari permukaan laut. Tempat tumbuh yang sesuai bagi pohon jati yaitu di dataran rendah, bersuhu tinggi, tanah mengandung kapur; di daerah-daerah dengan perbedaan musim (hujan dan kemarau) yang jelas (Wulandari dan Wijaya, 2015)

Secara fenologis, tanaman jati tergolong tanaman yang dapat menyesuaikan dengan musim di lingkungannya. Penyesuaian jati tersebut dengan cara menggugurkan daunnya pada saat musim kemarau. Penyesuaian tanaman jati terhadap musim kemarau tersebut sebagai bentuk untuk mengurangi penguapan tanaman jati karena sedikitnya ketersediaan air dalam tanah. Semakin tinggi tingkat kelembaban di udara, maka semakin lama pohon jati dapat mempertahankan daunnya agar tidak berguguran. Umumnya, di Jawa terjadi pengguguran daun jati terjadi pada bulan Juni. Namun, sebagian besar pengguguran daun jati tidak sesuai dengan bulan tertentu. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh adanya pergantian cuaca, lingkungan di sekitar tanaman jati, dan umur jati pohon jati itu sendiri (Chanan dan Iriany, 2014). Jati sendiri mempunyai sifat perubahan untuk menentukan fase fenologi meliputi 1) *greenup*, dimulainya aktivitas fotosintesis, 2) jatuh tempo, dimana tanaman mempunyai luas daun hijau maksimum, 3) penuaan, aktivitas fotosintesis dan luas daun hijau mulai menurun dengan cepat, 4) dormansi, aktivitas fisiologis mendekati nol (Zhang *et al.*, 2003).

2.3 Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*)

Menurut Indarto (2015), Penginderaan jauh (*Remote Sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, luasan atau tentang fenomena melalui analisa data yang diperoleh dari sensor yang tidak berhubungan

langsung dengan obyek atau benda yang menjadi target. Sensor pengumpul data penginderaan jauh umumnya dipasang dalam suatu *platform* yang berupa pesawat terbang atau satelit. Data penginderaan jauh berupa citra (*image*) yang dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah atau fenomena yang diteliti atau yang disebut dengan interpretasi data (Putra, 2011).

2.3.1 Metode penginderaan jauh

Menurut Indarto (2017), seluruh sistem penginderaan jauh memerlukan jenis teknologi aktif maupun pasif. Sistem yang digunakan dalam penginderaan jauh sebagai berikut.

a. Radiometer

Instrumen yang mengukur secara kualitatif intensitas radio gelombang elektromagnetik pada beberapa *band* dari *spectrum*. Umumnya, radiometer lebih spesifik berdasarkan panjang gelombangnya yang menjadi cakupannya.

b. *Imaging* Radiometer

Peralatan radiometer, yang dilengkapi dengan kemampuan *scanner* sehingga mampu memindai piksel dalam dua dimensi (x, y). Proses pemindaian dapat dilakukan secara mekanis maupun elektronik melalui serangkaian detektor.

c. Spektrometer

Spektrometer adalah alat untuk mengukur panjang gelombang dengan akurat dengan menggunakan kisi difraksi atau prisma untuk memisahkan panjang gelombang cahaya yang berbeda. Prinsip pengukuran warna dengan spektrometer adalah mengukur variabel optik (reflektan (R), transmittan (T)) pada tiap panjang gelombang mulai dari 400 sampai dengan 700 nm dengan interval panjang gelombang tertentu. Spektrometer memiliki beberapa komponen yaitu sumber cahaya, *monochromator* (memecah cahaya menjadi gelombang tunggal), sensor (mengkonversi intensitas cahaya menjadi tegangan listrik), *integrating sphere* (mengumpulkan cahaya yang dipantulkan oleh sampel), penguat (meningkatkan tegangan dari sensor agar dapat sesuai dengan tegangan input komputer), *Analog Digital Converter* (pengkonversi sinyal analog ke digital untuk masuk ke komputer), dan komputer (mengolah, menampilkan, dan menyimpan data optik) (Pertiwi *et al.*, 2015).

d. Spectro-radiometer

Radiometer yang dapat mengukur intensitas radiasi di beberapa gelombang panjang gelombang. Seringkali *band-band* memiliki resolusi spektral tinggi yang dirancang untuk penginderaan jauh dari parameter tertentu seperti suhu permukaan laut, karakteristik awan, warna laut, vegetasi, jejak spesies kimia dalam atmosfer.

e. Radar

Radar menggunakan pemancar yang beroperasi pada frekuensi radio atau gelombang mikro untuk memancarkan radiasi elektromagnetik dan antenna atau penerima terarah untuk mengukur waktu kedatangan pancaran radiasi yang dipantulkan dari objek yang jauh. Jarak ke objek dapat ditentukan sejak radiasi elektromagnetik menjalar pada kecepatan cahaya.

f. Scatterometer

Scatterometer adalah radar *microwave* frekuensi tinggi yang dirancang khusus untuk mengukur pancaran radiasi, di atas permukaan laut, pengukuran pancaran radiasi di wilayah spektral *microwave* dapat digunakan untuk menurunkan kecepatan dan arah angin.

g. Lidar (*Light Detection and Ranging*)

Lidar menggunakan laser untuk mengirimkan pulsa cahaya dan penerima dengan detektor sensitif untuk mengukur atau memantulkan cahaya.

h. Laser Altimeter

Laser Altimeter menggunakan lidar untuk mengukur ketinggian instrumen *platform*. Secara independen mengetahui ketinggian *platform* yang berhadapan dengan permukaan bumi, dan topografi dasar.

2.3.2 Interpretasi citra penginderaan jauh

Menurut Putra (2011), interpretasi citra merupakan proses identifikasi, pengukuran dan penerjemahan pada serangkaian data penginderaan jauh. Interpretasi citra penginderaan jauh harus memperhatikan panjang gelombang dalam interpretasi dan karakteristiknya. Karakteristik spektral dan aplikasi masing – masing panjang gelombang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Karakteristik spektral dan aplikasinya

Panjang gelombang (μm)	Jenis Spektral	Aplikasi
0,45-0,52	Biru	Penetrasi tubuh air, baik untuk pemetaan pantai dan tipe hutan, diskriminasi vegetasi dan tanah
0,52-0,60	Hijau	Mengukur reflektansi vegetasi
0,63-0,69	Merah	Mengenali penyerapan klorofil dan identifikasi spesies tumbuhan
0,76-0,90	<i>Near infra red</i>	Menentukan tipe vegetasi, vigor dan biomassa, deliniasi tubuh air dan kelembaban tanah
1,55-1,75	<i>Midde infra-red</i>	Kandungan air pada vegetasi dan tanah dan perbedaan salju dan awan
2,08-2,35	<i>Middle infra-red</i>	Deskriminasi mineral dan bauan serta sensitif terhadap tumbuhan
1,04-12,5	<i>Thermal infra-red</i>	Analisis pemetaan thermal

Sumber: Putra (2011).

Menurut Liou dan Kar (2014), pantulan spektral dimanfaatkan untuk tiga hal yaitu: 1) memperoleh informasi lebih rinci mengenai perilaku spektral suatu jenis objek, 2) melakukan kalibrasi data penginderaan jauh, dan 3) menghasilkan suatu data spektral yang bersifat unik, untuk memperbaiki kemampuan ekstraksi informasi dengan menggunakan data multispektral dan hiperspektral.

2.3.3 Estimasi evapotranspirasi menggunakan penginderaan jauh

Menurut Putra dan Soni (2017), teknologi penginderaan jauh untuk menilai sifat biofisik seperti fenologi, klorofil, tingkat kritis nitrogen, biomassa, indeks luas daun (LAI), hama dan penyakit, radiasi aktif fotosintesis dan sebagainya yang terkait pertanian presisi menggunakan *band* spektral dan *broadband*. *Band* spektral memberikan informasi spektral yang lebih rinci dan didukung oleh alat radiometrik seperti spektrometer, satelit dan beberapa sensor pencitraan multispektral. Sementara indeks *broadband* dapat diperoleh dari kamera digital dan kamera NIR. Sifat biofisik fenologi ditampakkan pada rontoknya daun tanaman karena adanya proses penguapan atau yang disebut dengan evapotranspirasi. Besar kecilnya nilai evapotranspirasi juga dipengaruhi oleh nilai panjang gelombang yang dihasilkan oleh kanopi suatu vegetasi. Panjang gelombang yang terdapat pada lingkungan tumbuhan dihasilkan dari cahaya yang masuk melalui kanopi suatu vegetasi sehingga menahan dan mengabsorpsi sejumlah cahaya (Li *et al.*, 2012).

2.4 Satelit Sentinel 2A

Sentinel 2 merupakan satelit pertama yang diluncurkan sebagai bagian dari program *European Space Agency* (ESA) Copernicus pada tahun 2014. Terdapat 6 jenis satelit Sentinel yang dikeluarkan oleh ESA termasuk Sentinel 2A. Sentinel 2A berhasil mengangkasa pada 23 Juni 2015 yang didampingi oleh Sentinel 2B merekam permukaan bumi dalam waktu revisit 5 hari. Sentinel 2A yang mempunyai citra multispektral dengan 13 band spektral dari saluran cahaya tampak, inframerah dekat, serta gelombang pendek inframerah. Resolusi 10 meter (*band* cahaya tampak dan inframerah dekat), 20 meter dan 60 meter (*band* gelombang inframerah dekat dan gelombang pendek inframerah). Satelit Sentinel 2A mendukung pengamatan seperti pemantauan hutan, manajemen bencana alam, deteksi kerapatan vegetasi dan perubahan lahan tutupan (Putri *et al.*, 2018). Karakteristik spektral pada citra satelit Sentinel 2A dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Karakteristik spektral citra Sentinel 2A

Band	Panjang gelombang (μm)	Resolusi Spasial (m)
Band 1- <i>Coastal aerosol</i>	0,443	60
Band 2- <i>Blue</i>	0,490	10
Band 3- <i>Green</i>	0,560	10
Band 4- <i>Red</i>	0,665	10
Band 5- <i>Vegetation Red Edge</i>	0,705	20
Band 6- <i>Vegetation Red Edge</i>	0,740	20
Band 7- <i>Vegetation Red Edge</i>	0,783	20
Band 8-NIR	0,842	10
Band 8A- <i>Vegetation Red Edge</i>	0,865	20
Band 9- <i>Water Vapour</i>	0,945	60
Band 10-SWIR- <i>Cirrus</i>	1,375	60
Band 11-SWIR	1,610	20
Band 12-SWIR	2,190	20

Sumber: Putri *et al.*, 2018.

2.5 Indeks Warna RGB

Menurut Kusnadi (2011), citra digital mempunyai karakteristik ukuran citra, resolusi dan format lainnya yang mempunyai bentuk lebar dan tinggi tertentu. Pada citra digital warna dibentuk dengan mengkombinasikan energi cahaya dari ketiga warna pokok merah (600-720 nm), biru (490-610 nm) dan hijau (430-550 nm). Menurut Ahmad (2005), cara menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya

dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi. Normalisasi penting dilakukan bila sejumlah citra ditangkap dengan penerangan yang berbeda-beda. Hasil perhitungan tiap komponen warna pokok yang telah dinormalisasi akan menghilangkan pengaruh penerangan, sehingga nilai untuk setiap komponen warna dapat dibandingkan satu sama lain walaupun berasal dari citra dengan kondisi penerangan yang tidak sama. Transformasi RGB menjadi RGB yang dinormalisasi dapat diperoleh dengan rumus berikut.

1. Normalisasi warna merah $r = \frac{R}{R+G+B}$
2. Normalisasi warna hijau $g = \frac{G}{R+G+B}$
3. Normalisasi warna biru $b = \frac{B}{R+G+B}$

2.6 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi adalah transformasi spektral dari dua atau lebih pita yang dirancang untuk meningkatkan kontribusi sifat vegetasi dan memungkinkan perbandingan spasial dan temporal yang dapat dibandingkan dari aktivitas fotosintesis terestrial dan variasi struktur kanopi. Indeks vegetasi diklasifikasikan berdasarkan berbagai atribut, termasuk jumlah pita spektral (2 atau lebih besar dari 2), metode perhitungan (rasio atau orthogonal), tergantung pada tujuan yang diperlukan, atau berdasarkan perkembangannya (diklasifikasikan sebagai indeks vegetasi generasi pertama atau indeks vegetasi generasi kedua (Huete *et al.*, 2002).

Menurut Sinaga *et al.* (2018), terdapat beberapa jenis indeks vegetasi dalam meningkatkan kontribusi sifat vegetasi termasuk NDVI, SAVIGreen dan EVI. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) merupakan salah satu penajaman spektral yang berfungsi sebagai indeks kehijauan vegetasi dan non vegetasi. Nilai kehijauan vegetasi suatu wilayah berupa skala -1 (minimum) hingga 1 (maksimum) yang diperoleh dengan membandingkan reflektansi vegetasi yang diterima oleh sensor pada panjang gelombang hijau (*Green*) dan merah (*Red*). *Soil Adjusted Vegetation Index-Green* (SAVIGreen) merupakan indeks vegetasi yang dikembangkan untuk menghilangkan faktor tanah pada reflektansi vegetasi (Vani

dan Mandla, 2017). *Enhanced Vegetation Index* (EVI) merupakan pengembangan dari metode penentuan indeks vegetasi untuk mengamati keterbatasan dari NDVI dengan mengoptimalkan sensitivitas sinyal vegetasi yang lebih baik pada daerah-daerah dengan biomassa yang tinggi, meningkatkan tingkat kehijauan tanaman melalui pengaruh dari latar belakang tanah dan sinyal kanopi, serta mengurangi pengaruh dari kondisi atmosfer pada nilai indeks vegetasi dari penambahan informasi pada kanal biru (Huete *et al*, 2002).

Menurut Sudiana dan Diasmara (2008), proses sinyal digital untuk menghitung indeks kerapatan vegetasi memanfaatkan karakteristik panjang gelombang pantul daun. Indeks kerapatan vegetasi berkaitan dengan kelembaban tanah dan jenis penutup lahan. Kerapatan vegetasi dengan menggunakan analisis NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*) dan SAVIGreen (*Soil Adjusted Vegetation Index-Green*) cenderung lebih representatif terhadap warna tanaman yang sesungguhnya (Vani dan Mandla, 2017).

2.7 Segmentasi Citra

Menurut (Kusumanto dan Tomponu, 2011) segmentasi citra merupakan proses memecah citra digital menjadi banyak bagian daerah yang tidak saling bertabrakan dengan hasil jumlah piksel yang berhubungan. Segmentasi citra kamera RGB dan NIR melalui proses normalisasi citra RGB menjadi citra digital *black and white (grayscale)* yang setiap pikselnya mempunyai gradasi mulai putih sampai hitam yang diwakili oleh 8 bit. Segmentasi citra dilakukan untuk menentukan luas daun tanaman dalam bentuk jumlah piksel. Proses segmentasi citra dilakukan menggunakan aplikasi *imageJ*, *mathlab* dan aplikasi lainnya.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan 12 Mei sampai 03 Juli 2018 di lahan jati dengan panjang 115,33 m dan lebar 50,25 m sehingga luasnya 605,48 m² yang bertempat di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dengan titik koordinat 08°09'45.55"LS dan 113°43'14.90"BT. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Patok, sebagai penanda pengambilan data di lahan jati yang dipasang secara menyebar sebanyak 12 patok.
2. *Roll* meter, sebagai pengukur lahan jati dan diameter pohon sebelum dilakukan pengambilan data penelitian.
3. Palu, sebagai pemukul patok.

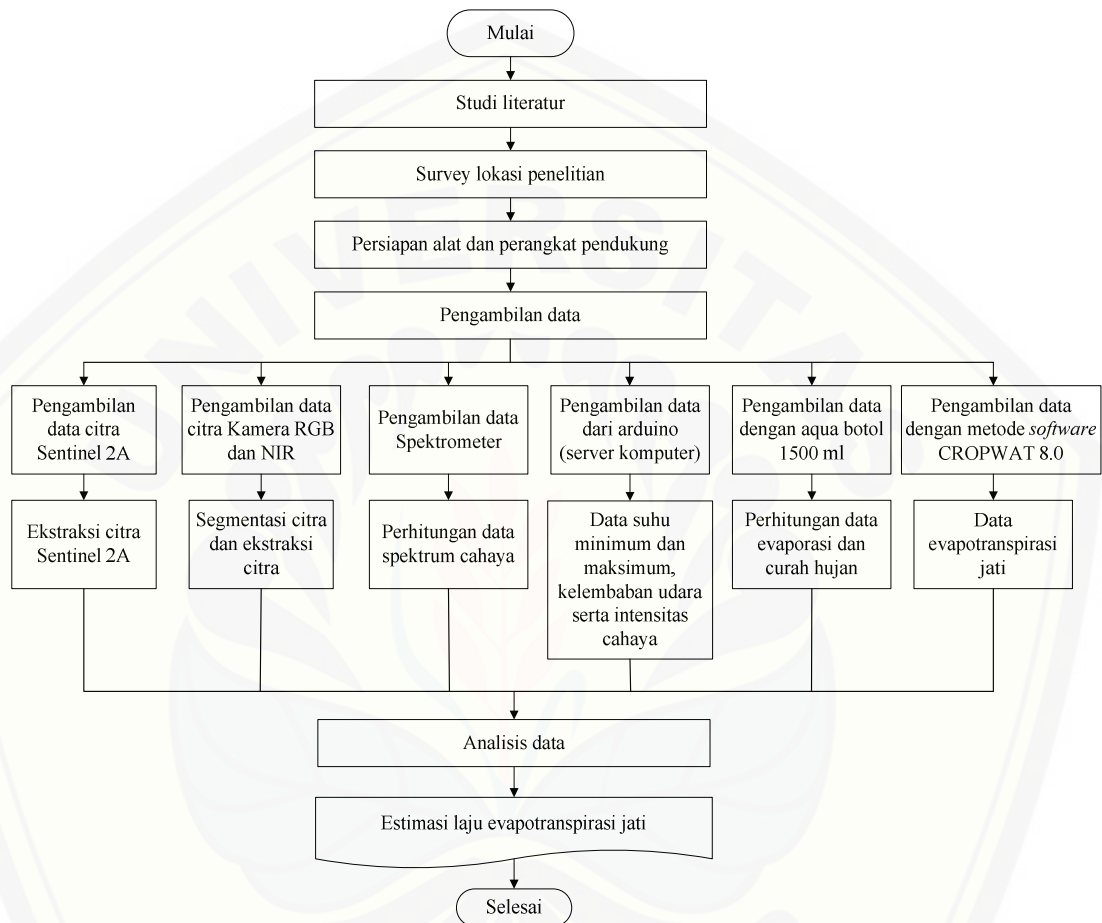
4. Botol aqua 1500 ml, sebagai alat pengukur evaporasi dan curah hujan yang berada di lingkungan jati.
5. Gelas ukur, sebagai alat untuk mengukur volume air.
6. Kamera digital RGB dan NIR *Canon Ixus 160 20 MP*, untuk pengambilan data dari bawah dengan posisi tegak lurus terhadap tanaman jati.
7. Spektrometer, untuk pengambilan data yang melalui spektrum cahaya dari bawah tanaman jati.
8. Seperangkat komputer, sebagai media dalam kegiatan penelitian.
9. *Microsoft excel 2010/2014*, untuk mengolah data, menginput, mengedit, dan memformat data sebelum dilakukan analisis data.
10. Aplikasi *ImageJ*, untuk mengekstrak citra (*image*) sehingga dihasilkan data segmentasi *cell* dan RGB.
11. Aplikasi QGIS 2.18.4, untuk koreksi atmosferik, menggabungkan *band* NIR, hijau dan merah *image* sentinel 2A menjadi citra komposit dan transformasi spektral *band* NIR dan *band* RED.
12. *Software CROPWAT 8.0* (FAO, 2011), untuk menghitung nilai evapotranspirasi yang terdapat di lingkungan jati.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. *Image*, pengambilan foto dari kamera digital RGB dan NIR
2. Citra satelit Sentinel 2A, citra sentinel 2A didapatkan dari <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>.
3. Data cuaca, data cuaca yang digunakan yaitu data suhu udara, intensitas cahaya dan kelembaban udara daerah Sumbersari Kabupaten Jember yang diambil dari alat berbasis arduino secara otomatis yang dipasang di lingkungan jati.
4. Data spektrum cahaya, data yang dihasilkan oleh spektrometer.
5. Data evaporasi dan curah hujan, data yang dihasilkan dari pengukuran evaporasi dan curah hujan dengan menggunakan botol aqua 1500 ml yang diletakkan di lingkungan jati.
6. Data evapotranspirasi, data yang dihitung dengan menggunakan *software CROPWAT 8.0* (FAO, 2011).

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan prosedur kerja penelitian mulai dari studi literatur sampai dengan mendapatkan hasil penelitian tersebut. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

3.3.1 Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi mengenai penelitian pengukuran evapotranspirasi menggunakan penginderaan jauh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal dan internet.

3.3.2 Survey lokasi penelitian

Survey lokasi penelitian dilakukan untuk melakukan titik pengambilan data di lokasi yang terdapat tanaman jati. Sampel jati yang digunakan pada penelitian

merupakan tanaman jati yang mempunyai jarak tanam rata-rata panjang 1,85 m dan lebar 1,70 m dengan rata-rata diameter batang tanaman mulai dari 23 cm sampai dengan 1 m.

3.3.3 Persiapan alat dan perangkat pendukung

Persiapan perangkat pendukung pada masing–masing alat dilakukan dengan langkah–langkah sebagai berikut.

a. Spektrometer, persiapan yang dilakukan adalah

- 1). Menyiapkan *roll* meter, 12 patok dan palu, 2). Menyiapkan alat spektrometer, 3). Menyiapkan komputer, 4). Menyambungkan spektrometer dengan komputer.

b. Evaporasi dan curah hujan, persiapan yang dilakukan adalah

- 1). Menyiapkan 10 botol aqua 1500 ml yang sudah dipotong menjadi 2 bagian, 2). Menyiapkan 5 botol untuk pengukuran evaporasi tanpa tutup botol, 3). Menyiapkan 5 botol untuk pengukuran curah hujan yang terdapat tutup botol agar tidak ada air yang menguap, 4). Mengisi masing–masing 10 botol tersebut dengan volume air 50 ml; 100 ml; 150 ml; 200 ml; 250 ml.

3.3.4 Pengambilan data

Pengambilan data pada masing–masing parameter sebagai berikut.

a. Citra Sentinel 2A, cara pengambilan data sebagai berikut

- 1). Register ke dalam web <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, 2). Mengatur lokasi pengambilan data, 3). Mengatur tanggal pengambilan data, 4). Download *product* citra Sentinel 2A dari bulan Mei sampai Juli 2018.

b. Kamera RGB dan NIR, cara pengambilan data sebagai berikut

- 1). Menyiapkan kamera RGB dan NIR, 2). Melakukan pemotretan 12 titik tanaman jati dari bawah tanaman jati dengan jarak 1 meter dari permukaan tanah yang dihadapkan tegak lurus 90° terhadap tanaman jati dengan 3 kali pengulangan.

c. Spektrometer, cara pengambilan data sebagai berikut

- 1). Membuka aplikasi *CheckTr*, 2). Melakukan pengaturan pada aplikasi, 3). Mengambil data spektrometer langit, 4). Mengambil data spektrometer tanaman jati, 5). Menganalisis data spektrometer pada *Microsoft Excel* untuk menghitung nilai panjang gelombang.

d. Data cuaca harian, cara pengambilan data sebagai berikut

1). Masukkan program *IoT* ke laptop, 2). Download data cuaca harian (suhu udara, kelembaban udara dan intensitas cahaya dari server.

e. Evaporasi dan curah hujan, cara pengambilan data sebagai berikut

1). Mengukur volume akhir pada botol evaporasi dan curah hujan, 2). Menambahkan volume air sampai dengan volume awal dan pengambilan data dilakukan setiap hari.

f. Evapotranspirasi, cara pengambilan data sebagai berikut

1). Membuka *software CROPWAT 8.0*, 2). Memilih *channel Climate/Et₀*, 3). Membuat lembar kerja baru dengan mengklik *icon new* dan memilih *Daily Et₀ Penman Monteith*, 4) Melakukan *setting* dengan memilih *ET₀ penman calculated from temperature data*, 5) Melakukan pengisian pada lembar kerja meliputi *country, altitude, station, latitude, year dan longitude*, 6) Memasukkan suhu minimum dan maksimum pada lembar kerja, maka akan didapatkan nilai *Et₀* (FAO, 2011).

3.3.5 Perhitungan jenis pengambilan data

Ada beberapa perhitungan yang dilakukan sebelum analisis data, yaitu

a. Ekstraksi citra Sentinel 2A

Citra yang digunakan adalah citra Sentinel 2A level 1C yang artinya telah terkoreksi geometrik dan radiometrik dalam bentuk nilai reflektan *Top of Atmosphere* (TOA) (Muchsin *et al.*, 2017), kemudian dilakukan tahapan pengolahan citra sebagai berikut

1). Tahap pra pengolahan citra dilakukan menggunakan *software QGIS 2.18.4* dengan *tool plugin Semi-Automatic Classification* yang meliputi koreksi atmosferik (mengurangi gangguan atmosfer dan memperjelas dalam mengenali objek yang diinterpretasikan). Tujuan koreksi atmosferik membutuhkan proses konversi *Digital Number* (DN) yang terekam oleh sensor menjadi *reflectance Top of Atmosphere* (TOA). Proses koreksi atmosferik dilakukan menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$\rho_{\lambda} = M_{\rho}Q_{cal} + A_{\rho} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

ρ_λ = Nilai spektral dari TOA *reflectance* tanpa pemandangan sudut matahari

M_ρ = Nilai *reflectance band* tertentu

Q_{cal} = Nilai *digital number band* tertentu

A_ρ = Nilai reflektif aditif *band* tertentu (Muchsin *et al.*, 2017)

Kemudian dilakukan resampling citra (mengubah resolusi spasial *band Red-Edge* yang awalnya resolusi *band* 20 m menjadi resolusi *band* 10 m).

2). Tahap pengolahan citra melalui tahap penyusunan citra komposit dan transformasi spektral. Penyusunan citra komposit dengan cara mengkombinasikan *band* merah (4: 665 nm), *band* hijau (3: 560 nm), *band* merah (4: 665 nm) dan *band* NIR (8: 842 nm) yang digunakan untuk menonjolkan objek vegetasi. Kemudian dilakukan *transformasi spectral* dengan menggunakan *tool Band Calculator* pada *software* QGIS 2.18.4. Rumus *transformasi spectral* dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Indeks vegetasi citra sentinel 2A

No	Indeks Vegetasi	Formula
1	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>	$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$
2	<i>Soil Adjusted Vegetation Index-Green</i>	$SAVI_{green} = \frac{(1+L) \times (NIR-Red)}{(NIR+Red)+L}$

Nilai L = sebagai faktor tanah nilainya 1.

Sumber: (Putra dan Soni, 2017).

b. Ekstraksi *image* kamera digital RGB dan NIR

Image kamera RGB dan NIR dilakukan segmentasi sel untuk menentukan rasio daun jati melalui *software imageJ* dengan cara pengolahan citra sebagai berikut.

- 1). Memilih *tool duplicate* pada menu *image*, menghasilkan dua *image* yang sama,
- 2). Memilih *tool segmentasi partikel* pada *image* (1), mendeteksi jumlah partikel daun.
- 3). Memilih *tool thresholding* pada *image* (2), memisahkan partikel awan, batang dan daun.
- 3). Menggabungkan *image* (1) dan (2) dengan memilih *tool analysis partikel and set measurement area*, menghasilkan jumlah partikel daun (piksel).
- 4). Menghitung rasio daun jati dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Rasio daun jati} = \frac{\text{Jumlah piksel daun jati}}{\text{Jumlah piksel langit keseluruhan}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Ekstraksi nilai R, G, B dilakukan melalui *software imageJ* dengan memilih *tool color histogram* yang menghasilkan nilai *Red*, *Green* dan *Blue* pada citra. Perhitungan indeks vegetasi yang digunakan pada kamera RGB dan NIR dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Indeks vegetasi kamera RGB dan NIR

No	Indeks Vegetasi	Formula	Peruntukan
1	<i>Normalized Difference Vegetation Index-RGB</i>	$NDVI_{rgb} = \frac{(g+b)-r}{(g-b)+r}$	Kamera RGB
2	<i>Normalized Difference Vegetation Index-Red</i>	$r = \frac{R}{(R+G+B)}$	Kamera RGB & NIR
3	<i>Normalized Difference Vegetation Index-Green</i>	$g = \frac{G}{(R+G+B)}$	Kamera RGB & NIR
4	<i>Normalized Difference Vegetation Index-Blue</i>	$b = \frac{B}{(R+G+B)}$	Kamera RGB & NIR
5	<i>Normalized Difference Vegetation Index-Green</i>	$NDVI_{Green} = \frac{g-r}{g+r}$	Kamera RGB
6	<i>Soil Adjusted Vegetation Index-Green</i>	$SAVI_{Green} = \frac{(1+L) \times (g-r)}{(g+r)+L}$	Kamera RGB
7	<i>Noise Adjusted Vegetation Index</i>	$SAVI_{cam} = \frac{(1,5N)(NIR(b)-r)}{(NIR(b)+r+0,5N)}$	Kamera NIR
8	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>	$NDVI_{cam} = \frac{NIR(b)-r}{NIR(b)+r}$	Kamera NIR

L = faktor koreksi (0,5); N = intensitas noise ($r+b/255$).

Sumber: (Putra dan Soni, 2017).

c. Perhitungan data spektrometer

Data spektrum cahaya yang dihasilkan oleh spektrometer dilakukan dengan menghitung nilai panjang gelombangnya. Spektrometer yang digunakan pada penelitian ini merupakan spektrometer dengan panjang gelombang *range* 100–1000 nm sehingga dalam penentuan nilai indeks vegetasi harus mengetahui *range* nilai panjang gelombang yang terdapat pada masing-masing indeks vegetasi. Perhitungan indeks spektrometer dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Indeks vegetasi spektrometer

No	Indeks vegetasi	Formula
1	NIR(815)/Red(670)	$\frac{NIR}{r}$
2	NDRE (815/715)	$\frac{(NIR - RE)}{(NIR + RE)}$
3	NDVI (550&670)	$\frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$
4	SR (550&670)	$\frac{g}{r}$
5	GMR (550&670)	$g - r$

Tabel 3.3 Indeks vegetasi spektrometer (lanjutan)

No	Indeks vegetasi	Formula
6	EVI	$\frac{(NIR - Red)}{(NIR + 6 \times Red - 7.5 \times Blue + 1)}$
7	SAVI	$\frac{(1.5 \times (NIR - Red))}{(NIR + Red + 0.5)}$
8	VARI	$\frac{(Green - Red)}{(Green + Red + Blue)}$
9	VARI _{TGI}	$\frac{(Green_{TGI} - Red_{TGI})}{(Green_{TGI} + Red_{TGI} - Blue_{TGI})}$

Sumber: (Putra dan Soni, 2017).

e. Perhitungan data evaporasi dan curah hujan

Perhitungan data evaporasi dan curah hujan secara manual dengan cara menghitung volume air yang tertampung pada botol. Alat yang digunakan untuk mengukur evaporasi dan curah hujan menggunakan botol sehingga, dalam perhitungan evaporasi dan curah hujan dibagi dengan luas penampang botol. Perhitungan luas penampang botol aqua tersebut dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= \pi \times r^2 = 3,14 \times (90 \times 90) \text{ mm} \\ &= 3,14 \times 8100 \\ &= 25.434 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan evaporasi dan curah hujan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Curah Hujan (CH)} = \frac{\text{Volume akhir}}{\text{Luas penampang botol}} \text{ (mm/hari)} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\text{Evaporasi} = \frac{(\text{Volume akhir} - \text{Volume awal}) + \text{Curah Hujan}}{\text{Luas penampang botol}} \text{ (mm/hari)} \dots\dots\dots (3.4)$$

f. Perhitungan data evapotranspirasi jati

CROPWAT dibuat untuk menghitung evapotranspirasi potensial dan kebutuhan air tanaman dan lebih khusus untuk perencanaan jadwal irigasi. Metode *CROPWAT* untuk menentukan nilai evapotranspirasi harian dengan membutuhkan input data cuaca harian meliputi suhu maksimum dan minimum, kelembaban udara, intensitas cahaya dan kecepatan angin menggunakan metode *software CROPWAT 8.0*. Model *CROPWAT* dapat digunakan untuk menduga dan mengevaluasi kebutuhan air tanaman cukup akurat jika dibandingkan dengan metode lainnya (Tusi *et al.*, 2012).

3.3.6 Analisis Data

Analisis data yang digunakan sebagai berikut

a. Analisis regresi linier

Koefisien regresi merupakan koefisien yang mengukur besarnya pengaruh variabel (x) nilai indeks vegetasi terhadap variabel (y) nilai rasio daun jati kamera NIR. Analisis regresi linier digunakan untuk membangun model linier dari NDVI dan SAVIGreen satelit Sentinel 2A, kamera RGB, kamera NIR dan spektrometer terhadap rasio daun jati.

b. Uji koefisien determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) dilakukan untuk mengetahui seberapa baik kemampuan model regresi linier indeks vegetasi satelit Sentinel 2A, kamera RGB, kamera NIR dan spektrometer dalam menjelaskan variasi rasio daun jati dari kamera NIR di lapangan. Rentang nilai koefisien determinasi (R^2) berada diantara 0 hingga 1. Nilai R^2 yang rendah menunjukkan kemampuan model linier dalam menjelaskan variasi rasio daun jati kamera NIR amat terbatas (Merta *et al.*, 2019).

c. Uji Korelasi

Koefisien korelasi (r) dilakukan untuk mengetahui kekuatan hubungan antara nilai indeks vegetasi Sentinel 2A, kamera NIR dan spektrometer dengan nilai rasio daun jati kamera NIR dari perhitungan lapangan. Tingkat koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Tingkat korelasi dan kekuatan hubungan

No	Nilai korelasi (r)	Tingkat Hubungan
1	0,00-0,19	Sangat Lemah
2	0,20-0,39	Lemah
3	0,40-0,59	Cukup
4	0,60-0,79	Kuat
5	0,80-1,00	Sangat Kuat

Sumber: Merta *et al.* (2019)

d. Uji validasi model

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui penyimpangan nilai penduga dari rasio daun jati melalui perhitungan segmentasi sel menggunakan *imageJ* dan indeks vegetasi melalui perhitungan pemodelan warna terhadap evaporasi dan evapotranspirasi melalui pengukuran di lapangan. Uji validasi model menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*). Metode RMSE bertujuan untuk

mengetahui tingkat kesalahan (*error*) pengukuran dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati. RMSE ditentukan setelah menentukan garis regresi. Jika estimasi regresi sempurna maka akan sedikit kesalahan. Nilai RMSE terbaik yaitu yang semakin mendekati nilai nol menunjukkan model semakin andal dalam memberikan prediksi (Merta *et al.*, 2019).

e. Uji ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)

Metode ARIMA merupakan metode runtun waktu yang menggunakan nilai masa lalu dan masa sekarang untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Langkah-langkah perhitungan metode ARIMA sebagai berikut.

1). Uji stasioner data, dilakukan dengan membuat grafik pada data cuaca harian sesuai dengan deretan waktu. Hasil data cuaca harian tersebut terdapat fluktuasi data apa tidak. Data cuaca harian dapat dikatakan stasioner jika fluktuasi data berada di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Namun, jika fluktuasi data cuaca harian tidak di sekitiar nilai rata-rata konstan maka harus diubah menjadi data stasioner maka dilakukan transformasi logaritma (Purba dan Sutidja, 2016:12).

2). Memilih model paramater (p,d,q) , (P, D, Q) . Keterangan model parameter sebagai berikut.

Dimana (p,d,q) = bagian data yang tidak berulang
 (P, D, Q) = bagian data yang berulang

3). Setelah didapatkan data cuaca harian sesuai metode ARIMA dilakukan uji koefisien determinasi untuk mengetahui parameter cuaca harian manakah yang lebih mempengaruhi perubahan rasio daun jati.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. NDVI satelit Sentinel 2A dengan spektrometer mempunyai tingkat hubungan yang lebih kuat daripada NDVI kamera NIR dengan satelit Sentinel 2A karena ditandai dengan nilai koefisien determinasi yang dihasilkan oleh NDVI satelit Sentinel 2A dengan spektrometer lebih besar dari NDVI kamera NIR dengan satelit Sentinel 2A.
2. Validasi model rasio daun jati kamera NIR menghasilkan kesalahan yang relatif rendah daripada model NDVI satelit Sentinel 2A dalam mengestimasi laju evapotranspirasi jati.
3. Perubahan cuaca yang paling mempengaruhi estimasi evapotranspirasi jati yaitu pada perubahan intensitas cahaya karena saat fotosintesis berlangsung, kandungan klorofil yang terdapat pada daun jati menyerap cahaya merah dan biru sehingga, panjang gelombang merupakan bagian dari spektrum cahaya.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dapat menggunakan indeks vegetasi selain NDVI dan SAVI_{Green} dalam mengestimasi laju evapotranspirasi. Selain itu, lebih memperhatikan syarat-syarat pengambilan data untuk meningkatkan ketelitian data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abtew, W. dan A. Melesse. 2013. Evaporation and evapotranspiration measurement. *Evaporation and Evapotranspiration: Measurements and Estimations*. 63–91.
- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Chanan, M. dan A. Iriany. 2014. Estimating carbon storage on teak (*Tectona grandis* Linn . F). *Journal of Environment and Earth Science*. 4(3):9–17.
- Frananda, H., Hartono, dan R. J. Heru. 2015. Komparasi indeks vegetasi untuk estimasi stok karbon hutan mangrove kawasan segoro anak pada kawasan taman nasional alas purwo banyuwangi, jawa timur (comparison of vegetation indices for mangrove carbon stock estimation). *Majalah Ilmiah Globe*. 17(2):113–123.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Databases and Software CROPWAT. <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/en/>. [24 Maret 2019].
- Glenn, E. P., P. L. Nagler., dan A. R. Huete. 2010. Vegetation index methods for estimating evapotranspiration by remote sensing. *Surveys in Geophysics*.
- Huete, A., K. Didan., T. Miura., E. Rodriguez., X. Gao., dan L. Ferreira. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*. 83(1-2): 195-213.
- Indarto. 2015. *Teori dan Praktek Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: ANDI.
- Indarto. 2017. *Penginderaan Jauh Metode Analisis dan Interpretasi Citra Satelit*. Yogyakarta: ANDI.
- Kusnadi, A. 2011. Identifikasi objek berdasarkan citra warna menggunakan matlab. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*. 4(2):181-190.
- Kusumanto, R. D. dan A. N. Tompunu. 2011. Pengolahan citra digital untuk mendeteksi obyek menggunakan pengolahan warna model normalisasi rgb. 2011(Semantik).
- Li, X., L. Lua., W. Yangc., dan G. Chenga. 2012. Estimation of evapotranspiration in an arid region by remote sensing-a case study in the middle reaches of the heihe river basin. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 17(1):85–93.

- Liou, Y.-A. dan S. Kar. 2014. Evapotranspiration estimation with remote sensing and various surface energy balance algorithms—a review. *Energies*. 7(5):2821–2849.
- Merta, I. G., Y. Pratama, I. W. Gede, A. Karang, dan Y. Suteja. 2019. Distribusi spasial kerapatan mangrove menggunakan citra sentinel-2a di tahura ngurah rai bali. 5:192–202.
- Muchsin, F., F. Liana, dan A. P. Kuncoro. 2017. Model koreksi atmosfer citra landsat-7 (Atmospheric correction models of landsat-7 imagery). *Jurnal Penginderaan Jauh*. 14(02):101-110.
- Pasaribu, H., A. Mulyadi, dan S. Tarumun. 2012. Neraca air di perkebunan kelapa sawit di ppks sub unit kaliaanta kabun riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 6(2):99–113.
- Pertiwi, P. K., M. M. Amalia, W. Nofyantika, dan Darminto. 2015. Spektrometer. *Sensors*. 1(5).
- Puguh, R. 2010. Teknik penginderaan jauh untuk identifikasi potensi kekeringan. *Makara, Teknologi* 14(2):97–105.
- Purba, N. dan S. U. Sutidja. 2016. Pemodelan data curah hujan di kabupaten banyuwangi dengan metode ARIMA dan radial basis function neural network. *Jurnal Sains dan Seni Institut Teknologi Sepuluh November*. 5(2): 2337-3520 (2301-928X Print).
- Putra, E. H. 2011. *Penginderaan Jauh dengan ERMapper*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Putra, B. T. W. dan P. Soni. 2017. Evaluating nir-red and nir-red edge external filters with digital cameras for assessing vegetation indices under different illumination. *Infrared Physics and Technology*. 81:148–156.
- Putri, D., R. A. Sukmono, dan B. Sudarsono. 2018. Analisis kombinasi citra sentinel 1A dan citra sentinel 2A untuk klasifikasi tutupan lahan (studi kasus: kabupaten demak, jawa tengah). *Jurnal geodesi undip*. 7(April):85–96.
- Richardson, A. D., T. F. Keenan., M. Migliavacca., Y. Ryu., O. Sonnentag., dan M. Toomey. 2013. Agricultural and forest meteorology climate change , phenology , and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system. *Agricultural and Forest Meteorology*. 169:156–173.
- Sinaga, S. H., A. Suprayogi, dan Haniah. 2018. Analisis ketersediaan ruang terbuka hijau dengan metode *normalized difference vegetation index* dan *soil adjusted vegetation index* menggunakan citra Sentinel 2A. *Jurnal Geodesi Undip*. 7:202–211.

- Sudiana, D. dan E. Diasmara. 2008. Analisis indeks vegetasi menggunakan data satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/ADUA-MODIS. *Seminar on Intelligent Technology and Its Applications*. 423–428.
- Supangat, A. B. 2016. Analisis Perubahan Nilai Pendugaan Evapotranspirasi Potensial Akibat Perubahan Iklim di Kawasan Hutan Tanaman *Eucalyptus Pellita*. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2016*.
- Tusi, A., B. Rosadi, dan M. Triana. 2012. Pendugaan kebutuhan air tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr) menggunakan model CROPWAT (estimating water requirements of pineapple using CROPWAT model). *Jurnal Irigasi*. 7(1):43–51.
- Vani, V. dan V. R. Mandla. 2017. Comparative study of NDVI and SAVI vegetation indices in anantapur district semi-arid areas. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 8(4):559-566.
- Wulandari, A. S. dan T. R. Wijaya. 2015. Analisis kromosom tanaman jati (*Tectona grandis* Lf) dengan metode pewarnaan. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 6(1):49–54.
- Zhang, X., M. A. Friedl., C. B. Schaaf., A. H. Strahler., J. C. F. Hodges., F. Gao., B. C. Reed., dan A. Huete. 2003. Monitoring vegetation phenology using modis. *Remote Sensing of Environment*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



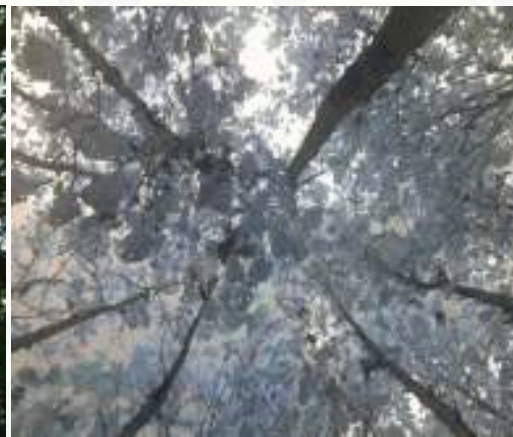
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar (a) Pengambilan jarak tanaman jati, (b) Pengambilan diameter jati, (c) Citra kamera RGB, (d) Citra kamera NIR, (e) Citra satelit Sentinel 2A, (f) Pengambilan evaporasi dan curah hujan

Lampiran 2. Segmentasi Luas Daun Kamera RGB dan Kamera NIR

Tanggal	Kamera RGB	Kamera NIR
12/05/2018	14.55	14.16
13/05/2018	14.46	14.06
15/05/2018	14.23	13.92
20/05/2018	13.96	13.79
21/05/2018	13.78	13.76
26/05/2018	13.76	13.76
27/05/2018	13.69	13.64
28/05/2018	13.69	13.63
29/05/2018	13.61	13.47
30/05/2018	13.51	13.27
31/05/2018	13.50	13.02
01/06/2018	13.50	12.94
02/06/2018	13.49	12.94
03/06/2018	13.33	12.59
04/06/2018	13.20	12.31
05/06/2018	13.40	11.97
06/06/2018	13.52	12.45
07/06/2018	13.62	12.49
08/06/2018	13.68	12.76
09/06/2018	13.72	12.89
10/06/2018	13.97	13.09
11/06/2018	13.98	13.40
24/06/2018	14.05	13.46
25/06/2018	14.08	13.65
26/06/2018	14.11	13.75
27/06/2018	14.12	13.89
28/06/2018	14.38	13.97
29/06/2018	14.39	14.11
30/06/2018	14.47	14.23
01/07/2018	14.52	14.36
03/07/2018	14.76	14.54

Lampiran 3. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna satelit Sentinel 2A

Tanggal	R	G	B	r	G	b	SAVI	NDVI	EVI	VARI
15/05/2018	28.67	107.83	71.33	0.138	0.519	0.343	1.140	0.840	-4.181	1.215
21/05/2018	17.33	32.50	20.83	0.245	0.460	0.295	0.638	0.675	0.745	0.523
26/05/2018	23.83	50.33	40.67	0.208	0.438	0.354	0.891	0.738	20.921	0.791
31/05/2018	34.33	63.50	42.33	0.245	0.453	0.302	0.657	0.676	0.791	0.526
05/06/2018	80.00	99.00	49.83	0.350	0.433	0.218	0.151	0.462	0.109	0.147
10/06/2018	86.17	97.67	57.83	0.357	0.404	0.239	0.205	0.446	0.068	0.091
11/06/2018	71.83	95.00	52.17	0.328	0.434	0.238	0.262	0.512	0.164	0.202
24/06/2018	49.33	67.83	30.00	0.335	0.461	0.204	0.134	0.496	0.162	0.212
25/06/2018	20.83	37.00	27.33	0.245	0.434	0.321	0.702	0.676	0.958	0.530
30/06/2018	38.50	61.50	51.17	0.255	0.407	0.338	0.712	0.658	0.960	0.471
03/07/2018	29.17	56.17	41.67	0.230	0.442	0.328	0.765	0.702	1.478	0.618

Lampiran 4. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera RGB

Tanggal	Rasio	r	g	b	NDVIr _{gb}	NDVIgr _{een}	SAVIgr _{een}	NDI	GM	SR	VA	BRA	BRA	EVIgre _{en}	OSAVIgr _{een}	SRr _{gb}
12/05/2018	1.37	0.3	0.4	0.2	0.380	0.123	0.108	0.1	0.08	1.2	0.20	0.027	0.217	0.194	0.150	0.44
13/05/2018	1.38	0.3	0.3	0.2	0.377	0.141	0.126	0.1	0.10	1.3	0.22	0.031	0.197	0.218	0.174	0.45
15/05/2018	1.40	0.3	0.4	0.2	0.399	0.174	0.157	0.1	0.13	1.4	0.26	0.038	0.206	0.175	0.216	0.43
20/05/2018	1.43	0.3	0.4	0.2	0.368	0.122	0.108	0.1	0.08	1.2	0.20	0.027	0.227	0.251	0.149	0.46
21/05/2018	1.45	0.3	0.4	0.2	0.376	0.151	0.135	0.1	0.11	1.3	0.23	0.033	0.227	0.251	0.186	0.45
018	1.45	12	54	63	0.376	0.151	0.135	49	0	56	9	0.033	0.227	0.251	0.186	4

Lampiran 4. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera RGB (lanjutan)

Tanggal	Rasio	r	g	b	NDVIr gb	NDVIgr een	SAVIgr een	ND I	GM R	SR	VA RI	BRA VI	BRA VI-SR	EVIgre en	OSAVIgr een	SRr gb
26/05/2018	1.45	0.316	0.452	0.242	0.368	0.174	0.157	0.172	0.131	1.422	0.261	0.038	0.226	0.251	0.216	0.462
27/05/2018	1.46	0.315	0.452	0.269	0.370	0.176	0.157	0.173	0.130	1.427	0.274	0.038	0.226	0.197	0.217	0.460
28/05/2018	1.46	0.306	0.464	0.247	0.387	0.178	0.160	0.175	0.133	1.432	0.266	0.039	0.233	0.203	0.220	0.442
29/05/2018	1.47	0.313	0.422	0.249	0.374	0.178	0.160	0.175	0.133	1.432	0.266	0.039	0.211	0.191	0.220	0.456
30/05/2018	1.48	0.321	0.444	0.248	0.358	0.187	0.168	0.185	0.140	1.460	0.282	0.041	0.223	0.224	0.231	0.473
31/05/2018	1.48	0.318	0.457	0.231	0.364	0.165	0.147	0.162	0.121	1.394	0.259	0.036	0.229	0.229	0.203	0.466
01/06/2018	1.48	0.317	0.446	0.250	0.366	0.178	0.160	0.176	0.133	1.433	0.271	0.039	0.223	0.206	0.220	0.464
02/06/2018	1.48	0.323	0.459	0.251	0.353	0.176	0.157	0.173	0.130	1.427	0.274	0.038	0.230	0.208	0.217	0.478
03/06/2018	1.50	0.313	0.442	0.253	0.374	0.168	0.151	0.166	0.125	1.405	0.260	0.037	0.222	0.069	0.208	0.456
04/06/2018	1.51	0.350	0.401	0.258	0.300	0.070	0.062	0.069	0.051	1.151	0.111	0.016	0.201	0.081	0.086	0.538
05/06/2018	1.49	0.314	0.442	0.264	0.371	0.182	0.163	0.180	0.135	1.446	0.282	0.039	0.222	0.215	0.225	0.458
06/06/2018	1.48	0.315	0.446	0.248	0.370	0.168	0.150	0.166	0.123	1.405	0.266	0.036	0.224	0.219	0.207	0.460
07/06/2018	1.47	0.311	0.438	0.257	0.378	0.160	0.142	0.157	0.117	1.380	0.252	0.035	0.220	0.095	0.196	0.451

Lampiran 4. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera RGB (lanjutan)

Tanggal	Rasio	r	g	b	NDVIr gb	NDVIgr een	SAVIgr een	ND I	GM R	SR	VA RI	BRA VI	BRA VI-SR	EVIgre en	OSAVIgr een	SRr gb
08/06/2018	1.46	0.317	0.426	0.262	0.366	0.135	0.120	0.133	0.098	1.311	0.214	0.030	0.213	0.202	0.166	0.464
09/06/2018	1.45	0.307	0.423	0.252	0.386	0.126	0.112	0.124	0.092	1.289	0.202	0.028	0.212	0.185	0.155	0.443
10/06/2018	1.43	0.308	0.413	0.257	0.385	0.124	0.109	0.123	0.086	1.284	0.222	0.026	0.206	0.233	0.152	0.444
11/06/2018	1.43	0.318	0.428	0.255	0.365	0.109	0.095	0.107	0.075	1.244	0.196	0.023	0.215	0.181	0.133	0.466
24/06/2018	1.42	0.315	0.400	0.242	0.371	0.109	0.096	0.108	0.077	1.246	0.189	0.024	0.201	0.215	0.134	0.459
25/06/2018	1.42	0.315	0.420	0.271	0.370	0.124	0.108	0.122	0.086	1.284	0.220	0.026	0.211	0.195	0.152	0.460
26/06/2018	1.41	0.311	0.375	0.289	0.378	0.120	0.106	0.118	0.086	1.272	0.199	0.026	0.188	0.214	0.147	0.452
27/06/2018	1.41	0.310	0.398	0.259	0.380	0.089	0.078	0.088	0.062	1.196	0.158	0.020	0.199	0.152	0.109	0.449
28/06/2018	1.39	0.310	0.413	0.257	0.380	0.118	0.105	0.116	0.085	1.268	0.192	0.026	0.207	0.170	0.145	0.450
29/06/2018	1.39	0.320	0.400	0.293	0.361	0.134	0.118	0.133	0.095	1.311	0.231	0.029	0.200	0.193	0.164	0.470
30/06/2018	1.38	0.300	0.422	0.290	0.400	0.103	0.091	0.102	0.073	1.230	0.179	0.023	0.212	0.204	0.126	0.429
01/07/2018	1.37	0.307	0.398	0.284	0.385	0.120	0.106	0.118	0.086	1.273	0.197	0.026	0.200	0.178	0.147	0.444
03/07/2018	1.35	0.310	0.381	0.299	0.381	0.088	0.076	0.086	0.061	1.192	0.156	0.019	0.191	0.178	0.107	0.449

Lampiran 5. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera NIR

Tanggal	Rasio	r	g	b	SAVI	NDVI	BMR	Excess NIR	BMG	GMR
12/05/2018	1.41	0.318	0.331	0.351	0.183	0.411	0.033	0.687	0.019	0.028
13/05/2018	1.42	0.302	0.332	0.367	0.196	0.480	0.066	0.706	0.037	0.027
15/05/2018	1.44	0.303	0.331	0.367	0.196	0.477	0.064	0.705	0.036	0.026
20/05/2018	1.45	0.306	0.331	0.363	0.193	0.463	0.057	0.701	0.032	0.022
21/05/2018	1.45	0.311	0.331	0.357	0.189	0.440	0.046	0.695	0.026	0.027
26/05/2018	1.45	0.314	0.331	0.354	0.186	0.428	0.040	0.690	0.022	0.013
27/05/2018	1.47	0.310	0.331	0.359	0.190	0.448	0.050	0.697	0.028	0.023
28/05/2018	1.47	0.311	0.331	0.357	0.189	0.439	0.046	0.694	0.026	0.021
29/05/2018	1.48	0.311	0.332	0.358	0.189	0.444	0.048	0.697	0.028	0.014
30/05/2018	1.51	0.304	0.331	0.365	0.194	0.469	0.060	0.703	0.034	0.021
31/05/2018	1.54	0.300	0.331	0.358	0.190	0.461	0.058	0.675	0.016	0.025
01/06/2018	1.54	0.311	0.332	0.357	0.189	0.439	0.046	0.694	0.026	0.024
02/06/2018	1.54	0.305	0.332	0.365	0.194	0.468	0.060	0.704	0.034	0.023
03/06/2018	1.59	0.306	0.332	0.363	0.193	0.464	0.058	0.702	0.033	0.021
04/06/2018	1.62	0.307	0.331	0.362	0.192	0.460	0.055	0.700	0.031	0.017
05/06/2018	1.67	0.327	0.336	0.348	0.180	0.388	0.021	0.700	0.024	0.002
06/06/2018	1.60	0.313	0.331	0.355	0.187	0.432	0.042	0.693	0.024	0.004
07/06/2018	1.60	0.316	0.331	0.353	0.185	0.420	0.037	0.691	0.022	0.022
08/06/2018	1.57	0.309	0.331	0.359	0.190	0.448	0.050	0.697	0.028	0.019
09/06/2018	1.55	0.315	0.335	0.354	0.186	0.426	0.039	0.692	0.023	0.023
10/06/2018	1.53	0.306	0.331	0.363	0.193	0.463	0.057	0.701	0.032	0.023
11/06/2018	1.49	0.332	0.331	0.335	0.169	0.341	0.003	0.667	0.001	0.025
24/06/2018	1.48	0.318	0.331	0.350	0.183	0.409	0.032	0.687	0.019	0.004
25/06/2018	1.46	0.311	0.332	0.359	0.190	0.445	0.048	0.697	0.028	0.021

Lampiran 5. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera NIR (lanjutan)

Tanggal	Rasio	r	g	b	SAVI	NDVI	BMR	Excess NIR	BMG	GMR
26/06/2018	1.45	0.319	0.331	0.350	0.183	0.408	0.031	0.688	0.019	0.017
27/06/2018	1.44	0.310	0.335	0.359	0.190	0.447	0.049	0.697	0.028	0.019
28/06/2018	1.43	0.332	0.331	0.334	0.169	0.340	0.003	0.667	0.001	0.024
29/06/2018	1.42	0.329	0.331	0.336	0.170	0.348	0.006	0.666	0.001	0.026
30/06/2018	1.40	0.324	0.331	0.345	0.178	0.386	0.021	0.683	0.014	0.008
01/07/2018	1.39	0.316	0.331	0.352	0.185	0.419	0.036	0.690	0.021	0.017
03/07/2018	1.37	0.323	0.331	0.345	0.178	0.386	0.022	0.682	0.014	0.014

Lampiran 6. Hasil Tes Korelasi Indeks Spektrometer

Tanggal	Rasio	NIR(815)/RED(670)	NDVI (815&670)	NDRE (815 & 715)	NDVI (620 680 & 760-850) (full)	NDVI green (550&670)	g/r	g-r	EVI	SAVI	VARI	VARI TGI	VARI Real
12/05/2018	1.37	2.540	0.435	0.320	0.386	0.232	1.605	15262.678	-0.280	0.653	1.674	1.018	1.709
13/05/2018	1.38	2.364	0.405	0.257	0.362	0.157	1.374	12337.226	-0.514	0.608	-2.114	0.720	0.972
15/05/2018	1.40	1.349	0.149	0.312	0.107	0.099	1.219	25222.453	-0.159	0.223	-2.044	0.662	1.709
20/05/2018	1.43	2.237	0.382	0.272	0.332	0.215	1.547	14010.348	-0.284	0.573	2.511	0.604	1.334
21/05/2018	1.45	1.747	0.272	0.409	0.226	0.142	1.330	29176.749	-0.268	0.408	-1.687	0.859	1.642
26/05/2018	1.45	2.540	0.435	0.437	0.386	0.232	1.605	17128.601	-0.280	0.653	13.501	1.018	1.001
27/05/2018	1.46	5.146	0.675	0.389	0.627	0.299	1.852	16814.875	-0.775	1.012	2.825	1.095	3.460
28/05/2018	1.46	4.566	0.641	0.320	0.595	0.276	1.762	29146.309	-0.897	0.961	13.501	0.980	5.332
29/05/2018	1.47	4.844	0.658	0.396	0.617	0.266	1.726	15262.678	-1.087	0.987	-20.347	0.942	1.186
30/05/2018	1.48	5.608	0.697	0.435	0.650	0.308	1.891	17128.601	-1.060	1.046	-2.114	1.313	1.234

Lampiran 6. Hasil Tes Korelasi Indeks Spektrometer (lanjutan)

Tanggal	Rasio	NIR(815)/RED(670)	NDVI (815&670)	NDRE (815 & 715)	NDVI (620 680 & 760-850) (full)	NDVI green (550&670)	g/r	g-r	EVI	SAVI	VARI	VARI TGI	VARI Real
31/05/2018	1.48	3.468	0.552	0.461	0.505	0.209	1.529	25925.383	-0.871	0.829	1.830	1.095	2.130
01/06/2018	1.48	5.039	0.669	0.409	0.617	0.335	2.008	20060.276	-0.716	1.003	8.508	1.480	1.642
02/06/2018	1.48	4.520	0.638	0.291	0.594	0.242	1.638	19410.210	-0.861	0.957	3.015	0.543	0.947
03/06/2018	1.50	4.566	0.641	0.413	0.595	0.276	1.762	24155.244	-0.897	0.961	9.528	0.765	3.222
04/06/2018	1.51	4.819	0.656	0.389	0.608	0.291	1.821	44917.393	-0.804	0.984	33.028	0.901	4.452
05/06/2018	1.49	5.664	0.700	0.441	0.651	0.337	2.015	23242.908	-1.109	1.050	3.479	1.141	2.471
06/06/2018	1.48	3.532	0.559	0.283	0.507	0.255	1.684	42466.405	-0.642	0.838	-7.779	0.975	1.047
07/06/2018	1.47	4.230	0.618	0.396	0.562	0.292	1.823	54739.928	-0.695	0.926	4.334	1.911	1.138
08/06/2018	1.46	1.188	0.086	0.394	0.043	0.080	1.174	15176.084	-0.089	0.129	1.606	0.863	1.832
09/06/2018	1.45	2.423	0.416	0.316	0.369	0.182	1.446	31567.565	-0.447	0.624	-9.932	1.397	1.012
10/06/2018	1.43	1.835	0.294	0.276	0.243	0.175	1.424	19202.000	-0.215	0.442	0.725	0.374	1.848
11/06/2018	1.43	3.355	0.541	0.307	0.485	0.253	1.679	21091.887	-0.541	0.811	1.846	0.788	1.586
24/06/2018	1.42	1.959	0.324	0.281	0.277	0.165	1.394	31116.211	-0.296	0.486	0.358	0.576	1.035
25/06/2018	1.42	2.066	0.348	0.332	0.305	0.191	1.472	28856.790	-0.243	0.521	3.210	0.775	0.532
26/06/2018	1.41	1.971	0.327	0.283	0.280	0.160	1.382	28297.684	-0.310	0.490	2.782	0.756	0.337
27/06/2018	1.41	1.921	0.315	0.304	0.275	0.162	1.387	32444.670	-0.266	0.473	2.372	0.713	0.812
28/06/2018	1.39	2.421	0.415	0.296	0.375	0.146	1.343	37871.726	-0.554	0.623	2.398	0.718	0.997
29/06/2018	1.39	2.269	0.388	0.310	0.341	0.195	1.485	27194.115	-0.320	0.582	16.142	0.851	0.713
30/06/2018	1.38	2.137	0.362	0.312	0.321	0.152	1.358	13699.495	-0.347	0.544	2.038	0.726	0.816
01/07/2018	1.37	1.853	0.299	0.330	0.250	0.180	1.439	31445.032	-0.225	0.449	3.148	0.706	1.326
03/07/2018	1.35	2.059	0.346	0.295	0.301	0.160	1.381	16135.503	-0.315	0.519	3.877	0.636	1.789

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	Evaporasi (ml)		Evaporasi mm
1	28	28000				50	50000	68	68000	10600	10.6	0.42	
	29	29000				100	100000	119	119000	9600	9.6	0.38	
	29	29000	28.6	28600	1.12	150	150000	168	168000	10600	10.6	0.42	0.39
	29	29000				200	200000	220	220000	8600	8.6	0.34	
	28	28000				250	250000	269	269000	9600	9.6	0.38	
2	0	0				50	50000	44	44000	6000	6	0.24	
	0	0				100	100000	94	94000	6000	6	0.24	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	146	146000	4000	4	0.16	0.20
	0	0				200	200000	196	196000	4000	4	0.16	
	0	0				250	250000	245	245000	5000	5	0.20	
3	0	0				50	50000	42	42000	8000	8	0.31	
	0	0				100	100000	93	93000	7000	7	0.28	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	143	143000	7000	7	0.28	0.28
	0	0				200	200000	194	194000	6000	6	0.24	
	0	0				250	250000	243	243000	7000	7	0.28	
4	118	118000				50	50000	154	154000	12800	12.8	0.50	
	115	115000				100	100000	204	204000	12800	12.8	0.50	
	117	117000	116.8	116800	4.59	150	150000	255	255000	11800	11.8	0.46	0.46
	116	116000				200	200000	306	306000	10800	10.8	0.42	
	118	118000				250	250000	357	357000	9800	9.8	0.39	

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan (lanjutan)

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	Evaporasi (ml)		Evaporasi mm
5	14	14000	13.4	13400	0.53	50	50000	53	53000	10400	10.4	0.41	0.38
	14	14000				100	100000	103	103000	10400	10.4	0.41	
	12	12000				150	150000	154	154000	9400	9.4	0.37	
	14	14000				200	200000	203	203000	10400	10.4	0.41	
	13	13000				250	250000	256	256000	7400	7.4	0.29	
6	16	16000	17.2	17200	0.68	50	50000	58	58000	9200	9.2	0.36	0.30
	17	17000				100	100000	109	109000	8200	8.2	0.32	
	18	18000				150	150000	160	160000	7200	7.2	0.28	
	18	18000				200	200000	210	210000	7200	7.2	0.28	
	17	17000				250	250000	261	261000	6200	6.2	0.24	
7	46	46000	45.6	45600	1.79	50	50000	85	85000	10600	10.6	0.42	0.39
	43	43000				100	100000	135	135000	10600	10.6	0.42	
	46	46000				150	150000	186	186000	9600	9.6	0.38	
	47	47000				200	200000	235	235000	10600	10.6	0.42	
	46	46000				250	250000	287	287000	8600	8.6	0.34	
8	0	0	0	0	0.00	50	50000	40	40000	10000	10	0.39	0.31
	0	0				100	100000	92	92000	8000	8	0.31	
	0	0				150	150000	142	142000	8000	8	0.31	
	0	0				200	200000	193	193000	7000	7	0.28	
	0	0				250	250000	244	244000	6000	6	0.24	

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan (lanjutan)

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	Evaporasi (ml)		Evaporasi mm
9	147	147000				50	50000	185	185000	12200	12.2	0.48	
	146	146000				100	100000	235	235000	12200	12.2	0.48	
	147	147000	147.2	147200	5.79	150	150000	286	286000	11200	11.2	0.44	0.42
	149	149000				200	200000	338	338000	9200	9.2	0.36	
	147	147000				250	250000	388	388000	9200	9.2	0.36	
10	0.5	500				50	50000	42	42000	8500	8.5	0.33	
	0.5	500				100	100000	92	92000	8500	8.5	0.33	
	0.5	500	0.5	500	0.02	150	150000	143	143000	7500	7.5	0.29	0.31
	0.5	500				200	200000	192	192000	8500	8.5	0.33	
	0.5	500				250	250000	244	244000	6500	6.5	0.26	
11	0	0				50	50000	40	40000	10000	10	0.39	
	0	0				100	100000	91	91000	9000	9	0.35	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	140	140000	10000	10	0.39	0.36
	0	0				200	200000	191	191000	9000	9	0.35	
	0	0				250	250000	242	242000	8000	8	0.31	
12	0	0				50	50000	40	40000	10000	10	0.39	
	0	0				100	100000	90	90000	10000	10	0.39	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	140	140000	10000	10	0.39	0.37
	0	0				200	200000	191	191000	9000	9	0.35	
	0	0				250	250000	242	242000	8000	8	0.31	

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan (lanjutan)

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	Evaporasi (ml)		Evaporasi mm
13	0	0				50	50000	38	38000	12000	12	0.47	0.39
	0	0				100	100000	90	90000	10000	10	0.39	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	141	141000	9000	9	0.35	
	0	0				200	200000	190	190000	10000	10	0.39	
	0	0				250	250000	241	241000	9000	9	0.35	
14	0	0				50	50000	38	38000	12000	12	0.47	0.44
	0	0				100	100000	88	88000	12000	12	0.47	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	138	138000	12000	12	0.47	
	0	0				200	200000	190	190000	10000	10	0.39	
	0	0				250	250000	240	240000	10000	10	0.39	
15	0	0				50	50000	40	40000	10000	10	0.39	0.38
	0	0				100	100000	91	91000	9000	9	0.35	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	141	141000	9000	9	0.35	
	0	0				200	200000	189	189000	11000	11	0.43	
	0	0				250	250000	241	241000	9000	9	0.35	
16	0.5	500				50	50000	40	40000	10500	10.5	0.41	0.32
	0.5	500				100	100000	90	90000	10000	10	0.39	
	0.5	500	0.5	500	0.02	150	150000	142	142000	8000	8	0.31	
	0.5	500				200	200000	193	193000	7000	7	0.28	
	0.5	500				250	250000	245	245000	5000	5	0.20	

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan (lanjutan)

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	Evaporasi (ml)		Evaporasi mm
17	0	0				50	50000	39	39000	11000	11	0.43	0.39
	0	0				100	100000	90	90000	10000	10	0.39	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	140	140000	10000	10	0.39	
	0	0				200	200000	191	191000	9000	9	0.35	
	0	0				250	250000	241	241000	9000	9	0.35	
18	0	0				50	50000	37	37000	13000	13	0.51	0.46
	0	0				100	100000	88	88000	12000	12	0.47	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	139	139000	11000	11	0.43	
	0	0				200	200000	188	188000	12000	12	0.47	
	0	0				250	250000	240	240000	10000	10	0.39	
19	0	0				50	50000	37	37000	13000	13	0.51	0.47
	0	0				100	100000	87	87000	13000	13	0.51	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	138	138000	12000	12	0.47	
	0	0				200	200000	189	189000	11000	11	0.43	
	0	0				250	250000	239	239000	11000	11	0.43	
20	0	0				50	50000	40	40000	10000	10	0.39	0.35
	0	0				100	100000	90	90000	10000	10	0.39	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	141	141000	9000	9	0.35	
	0	0				200	200000	192	192000	8000	8	0.31	
	0	0				250	250000	242	242000	8000	8	0.31	

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan (lanjutan)

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	Evaporasi (ml)		Evaporasi mm
21	0	0				50	50000	39	39000	11000	11	0.43	0.39
	0	0				100	100000	89	89000	11000	11	0.43	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	140	140000	10000	10	0.39	
	0	0				200	200000	191	191000	9000	9	0.35	
	0	0				250	250000	242	242000	8000	8	0.31	
22	0	0				50	50000	40	40000	10000	10	0.39	0.39
	0	0				100	100000	90	90000	10000	10	0.39	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	140	140000	10000	10	0.39	
	0	0				200	200000	191	191000	9000	9	0.35	
	0	0				250	250000	240	240000	10000	10	0.39	
23	0	0				50	50000	36	36000	14000	14	0.55	0.46
	0	0				100	100000	88	88000	12000	12	0.47	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	139	139000	11000	11	0.43	
	0	0				200	200000	189	189000	11000	11	0.43	
	0	0				250	250000	240	240000	10000	10	0.39	
24	0	0				50	50000	39	39000	11000	11	0.43	0.41
	0	0				100	100000	89	89000	11000	11	0.43	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	140	140000	10000	10	0.39	
	0	0				200	200000	189	189000	11000	11	0.43	
	0	0				250	250000	241	241000	9000	9	0.35	

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan (lanjutan)

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	evaporasi (ml)		evaporasi mm
25	0	0				50	50000	42	42000	8000	8	0.31	0.26
	0	0				100	100000	93	93000	7000	7	0.28	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	143	143000	7000	7	0.28	
	0	0				200	200000	194	194000	6000	6	0.24	
	0	0				250	250000	245	245000	5000	5	0.20	
26	0	0				50	50000	37	37000	13000	13	0.51	0.46
	0	0				100	100000	88	88000	12000	12	0.47	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	138	138000	12000	12	0.47	
	0	0				200	200000	189	189000	11000	11	0.43	
	0	0				250	250000	240	240000	10000	10	0.39	
27	0	0				50	50000	40	40000	10000	10	0.39	0.39
	0	0				100	100000	89	89000	11000	11	0.43	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	140	140000	10000	10	0.39	
	0	0				200	200000	190	190000	10000	10	0.39	
	0	0				250	250000	241	241000	9000	9	0.35	
28	1	1000				50	50000	40	40000	11000	11	0.43	0.38
	1	1000				100	100000	91	91000	10000	10	0.39	
	1	1000	1	1000	0.04	150	150000	142	142000	9000	9	0.35	
	1	1000				200	200000	192	192000	9000	9	0.35	
	1	1000				250	250000	242	242000	9000	9	0.35	

Lampiran 7. Data Evaporasi dan Curah Hujan (lanjutan)

Hari ke-	Curah Hujan (ml)	CH (mm ³)	Rerata volume CH (ml)	Volume CH (mm ³)	Rata-rata CH (mm)	Evaporasi						Evaporasi Rata-rata (mm)	
						Volume awal (ml)	Volume awal (mm ³)	Volume akhir ml	Volume akhir (mm ³)	Selish V (mm ³)	evaporasi (ml)		evaporasi mm
29	20	20000				50	50000	63	63000	8600	8.6	0.34	
	22	22000				100	100000	113	113000	8600	8.6	0.34	
	22	22000	21.6	21600	0.85	150	150000	163	163000	8600	8.6	0.34	0.32
	22	22000				200	200000	213	213000	8600	8.6	0.34	
	22	22000				250	250000	265	265000	6600	6.6	0.26	
30	0	0				50	50000	41	41000	9000	9	0.35	
	0	0				100	100000	91	91000	9000	9	0.35	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	142	142000	8000	8	0.31	0.31
	0	0				200	200000	193	193000	7000	7	0.28	
	0	0				250	250000	243	243000	7000	7	0.28	
31	0	0				50	50000	41	41000	9000	9	0.35	
	0	0				100	100000	91	91000	9000	9	0.35	
	0	0	0	0	0.00	150	150000	142	142000	8000	8	0.31	0.32
	0	0				200	200000	193	193000	7000	7	0.28	
	0	0				250	250000	242	242000	8000	8	0.31	

Lampiran 8. Data Cuaca Harian

Tanggal	Metode ARIMA			
	Suhu udara (°C)	Kelembaban relatif (%)	Intensitas Cahaya (jam)	Curah Hujan (mm/hari)
12/05/2018	27.48	89.93	0.23	0.77
13/05/2018	27.74	90.67	0.23	0.72
15/05/2018	27.68	90.93	0.24	0.87
20/05/2018	27.46	91.35	0.24	0.87
21/05/2018	27.39	91.61	0.24	0.26
26/05/2018	27.32	91.65	0.24	0.80
27/05/2018	27.29	91.50	0.24	0.78
28/05/2018	27.32	79.53	0.23	0.63
29/05/2018	26.02	85.38	0.23	0.87
30/05/2018	27.50	91.69	0.23	0.10
31/05/2018	27.74	91.09	0.23	0.87
01/06/2018	27.73	90.65	0.23	0.87
02/06/2018	27.74	89.67	0.23	0.87
03/06/2018	27.64	91.03	0.23	0.87
04/06/2018	27.75	89.76	0.23	0.87
05/06/2018	27.61	90.16	0.23	0.87
06/06/2018	27.47	90.57	0.23	0.87
07/06/2018	27.53	88.57	0.24	0.87
08/06/2018	27.21	90.03	0.24	0.87
09/06/2018	27.37	90.59	0.23	0.87
10/06/2018	27.43	90.00	0.23	0.75
11/06/2018	27.45	89.87	0.23	0.77
24/06/2018	27.45	89.84	0.23	0.77

Lampiran 8. Data Cuaca Harian (lanjutan)

Tanggal	Metode ARIMA			
	Suhu udara (°C)	Kelembaban relatif (%)	Intensitas Cahaya (jam)	Curah Hujan (mm/hari)
25/06/2018	27.45	89.84	0.23	0.77
26/06/2018	27.45	89.84	0.23	0.77
27/06/2018	27.45	89.84	0.23	0.77
28/06/2018	27.45	89.84	0.23	0.77
29/06/2018	27.45	89.84	0.23	0.77
30/06/2018	27.45	89.84	0.23	0.77
01/07/2018	27.45	89.84	0.23	0.77
03/07/2018	27.45	89.84	0.23	0.77

Lampiran 9. Data Perbandingan Indeks Vegetasi

Tanggal	Rasio	NDVI				SAVI Green			
		Kamera RGB	Kamera NIR	Spektrometer	Sentinel 2A	Kamera RGB	Kamera NIR	Spektrometer	Sentinel 2A
15/05/2018	1.40	0.174	0.477	0.099	0.693	0.157	0.196	0.223	3.386
21/05/2018	1.45	0.151	0.440	0.142	0.699	0.135	0.189	0.408	3.398
26/05/2018	1.45	0.174	0.428	0.232	0.782	0.157	0.186	0.653	3.564
31/05/2018	1.48	0.165	0.461	0.209	0.750	0.147	0.190	0.829	3.500
05/06/2018	1.49	0.182	0.388	0.337	0.813	0.163	0.180	1.050	3.626
10/06/2018	1.43	0.124	0.463	0.175	0.752	0.109	0.193	0.442	3.504
11/06/2018	1.43	0.109	0.341	0.253	0.795	0.095	0.169	0.811	3.590
24/06/2018	1.42	0.109	0.409	0.165	0.775	0.096	0.183	0.486	3.550
25/06/2018	1.42	0.124	0.445	0.191	0.752	0.108	0.190	0.521	3.504
30/06/2018	1.38	0.103	0.386	0.152	0.741	0.091	0.178	0.544	3.482
03/07/2018	1.35	0.088	0.386	0.160	0.735	0.076	0.178	0.519	3.470