



**ANALISIS GAP FRACTION PADA KANOPI JATI (*Tectona grandis* Lf)  
SAAT PERALIHAN MUSIM MENGGUNAKAN METODE *DIGITAL  
COVER PHOTOGRAPHY***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**Ade Irma Damayanti**  
**NIM 151710201036**

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



**ANALISIS GAP FRACTION PADA KANOPI JATI (*Tectona grandis* Lf )  
SAAT PERALIHAN MUSIM MENGGUNAKAN METODE *DIGITAL  
COVER PHOTOGRAPHY***

**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:

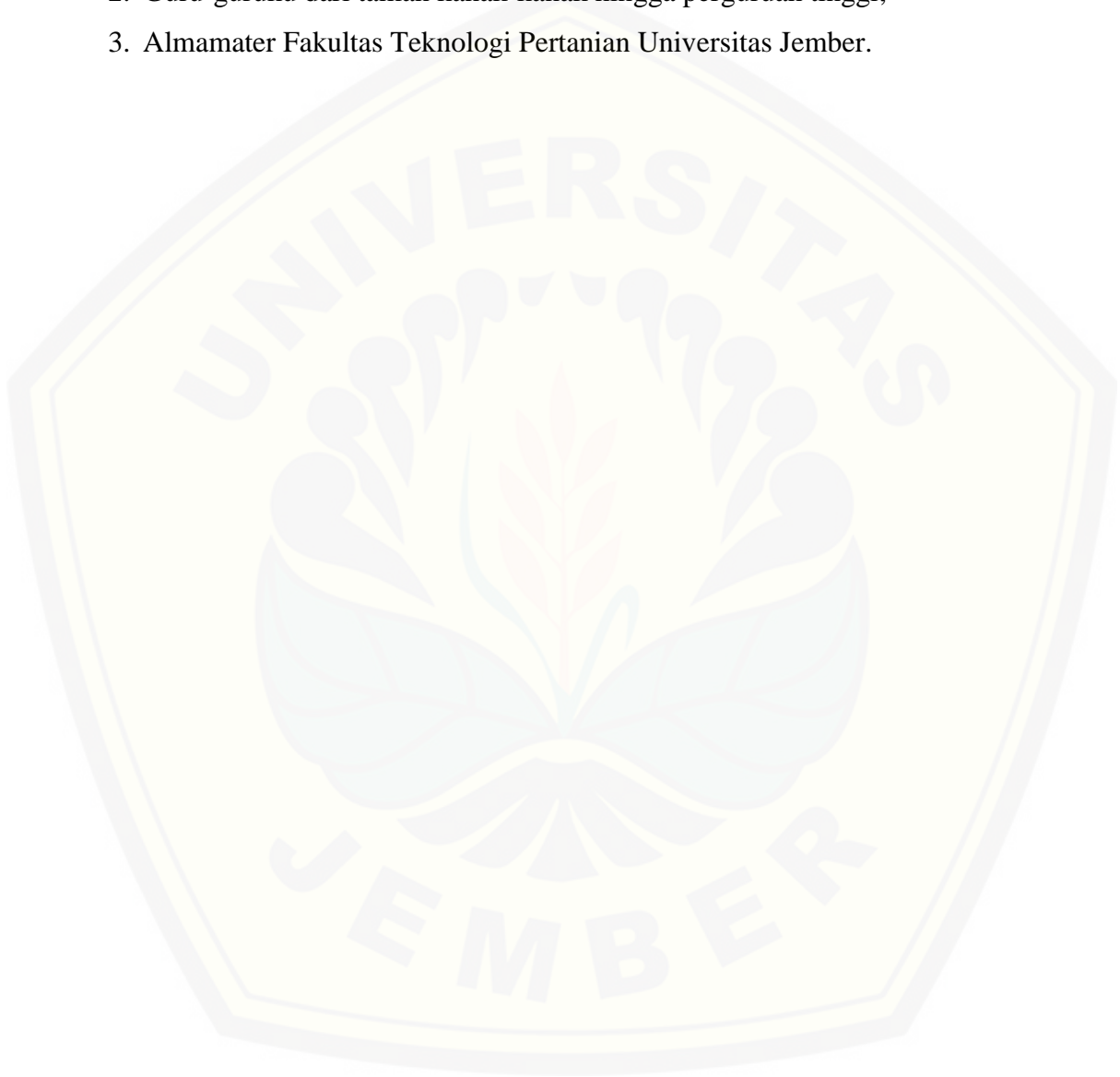
**Ade Irma Damayanti  
NIM 151710201036**

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

**PERSEMBAHAN**

Karya tulis ini saya persembahkan untuk :

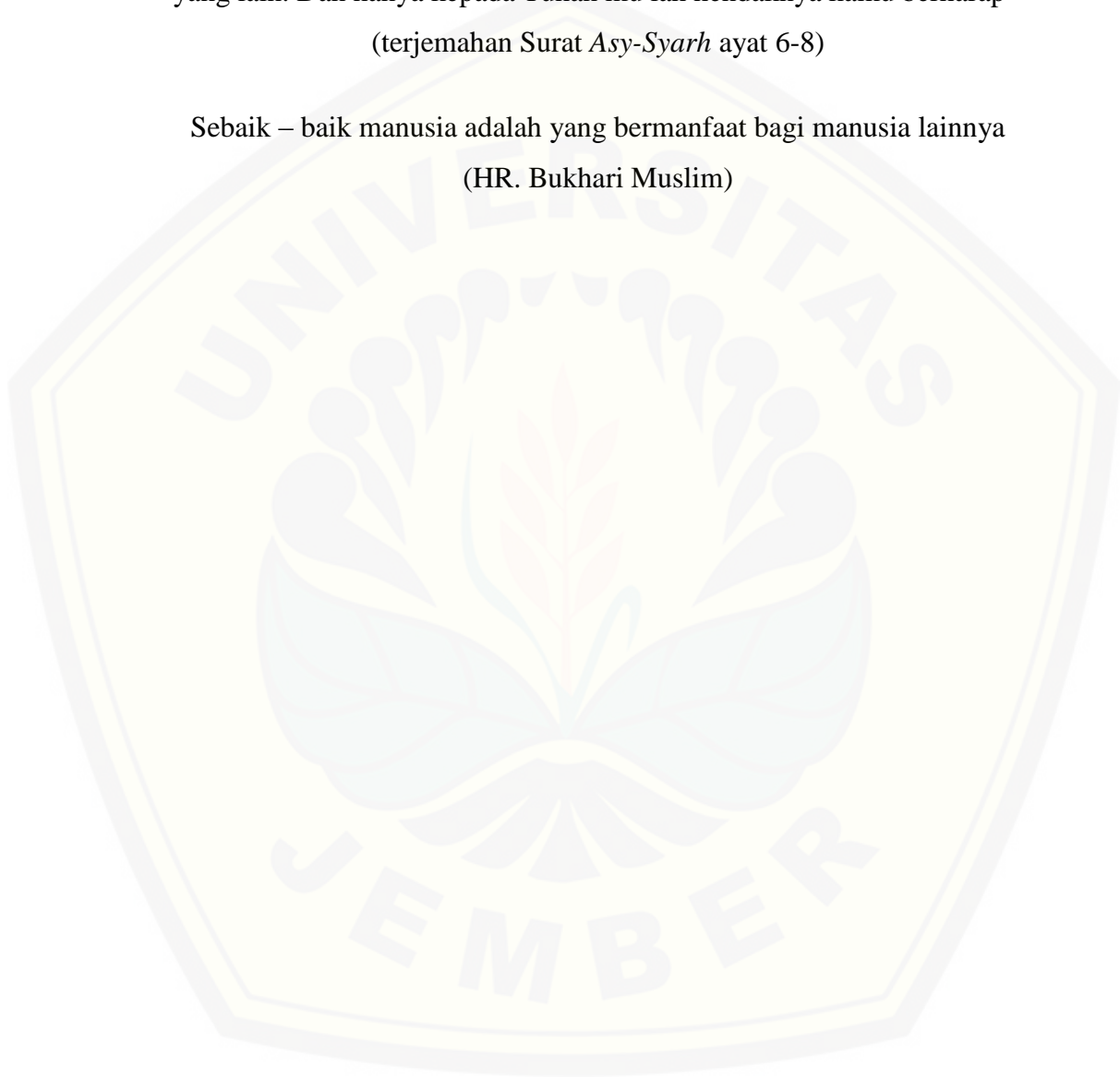
1. Kedua orang tuaku yaitu bapak Hanan Sujiono dan ibu Holifah;
2. Guru-guruku dari taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



### MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhan mu lah hendaknya kamu berharap<sup>\*)</sup>  
(terjemahan Surat *Asy-Syarh* ayat 6-8)

Sebaik – baik manusia adalah yang bermanfaat bagi manusia lainnya  
(HR. Bukhari Muslim)



---

<sup>\*)</sup>Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Ade Irma Damayanti

NIM : 151710201036

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Analisis *Gap fraction* pada Kanopi Jati (*Tectona grandis*Lf) Saat Peralihan Musim Menggunakan Metode *Digital Cover Photography*” 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, 26 Juli 2019  
Yang menyatakan,

Ade Irma Damayanti  
NIM 151710201036

**SKRIPSI**

**ANALISIS GAP FRACTION PADA KANOPI JATI (*Tectona grandis*Lf)  
SAAT PERALIHAN MUSIM MENGGUNAKAN METODE *DIGITAL  
COVER PHOTOGRAPHY***

Oleh:

**Ade Irma Damayanti**

**NIM 151710201036**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Dedy Wirawan S., S.TP., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis *Gap fraction* pada Kanopi Jati (*Tectona grandis*) Saat Peralihan Musim Menggunakan Metode *Digital Cover Photography*” telah diuji dan disahkan pada :

Hari :

Taggal :

Tempat :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.

NIP. 198410082008121002

Dr. Dedy Wirawan Soediby, STP., M. Si.

NIP. 197407071999031001

Tim penguji,

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto., M.Eng.

NIP. 196312121990031002

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.

NIP. 196809231994031009

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.

NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Analisis *Gap fraction* pada Kanopi Jati (*Tectona grandis*) Saat Peralihan Musim Menggunakan Metode *Digital Cover Photography*; Ade Irma Damayanti, 151710201036; 2019; 48 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.**

Tanaman jati merupakan tanaman yang memiliki kanopi dan terbentuk dari dedaunan serta cabang pohon, kanopi tersebut dapat digunakan untuk mengetahui estimasi perubahan musim, dari musim hujan ke musim kemarau. Estimasi tersebut diketahui dengan cara menghitung nilai *gap fraction* tanaman jati melalui teknik fotografi. Teknik fotografi yang sudah pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya yaitu teknik *Digital Hemispherical Photography* (DHP), namun teknik tersebut masih memiliki banyak kekurangan seperti proses pengolahan foto yang lama, oleh karena itu digunakan teknik fotografi yang lebih praktis yaitu *DigitalCover Photography*.

DCP merupakan merupakan metode fotografi yang mengukur *gap fraction* pada satu sudut zenith  $90^\circ$ . Tujuan penelitian ini untuk: (1) mendapatkan nilai *gap fraction* tanaman jati menggunakan metode *digital cover photography*, (2) mengetahui perubahan cuaca yang terjadi dari perhitungan *gap fraction* yang dilakukan, (3) mengetahui perbedaan nilai indeks vegetasi yang diperoleh dari data kamera RGB, *Infrared*, spektrometer dan data satelit.

Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Jember. Metode pengambilan data foto menggunakan teknik DCP, serta dilakukan pengambilan data pendukung yang meliputi data spektrometer, data citra satelit dan data cuaca harian meliputi data suhu, curah hujan, kelembaban dan intensitas cahaya. Analisis data meliputi segmentasi data citra, perhitungan *gap fraction*, perhitungan nilai indeks vegetasi, perhitungan nilai evaporasi dan eveapotranspirasi. Pemodelan yang digunakan setelah dilakukan analisis data yaitu pemodelan regresi dan korelasi. Nilai *gap fraction* yang dihasilkan



selanjutnya dilakukan perbandingan dengan data cuaca harian yang meliputi nilai evaporasi dan evapotranspirasi.

Perbandingan dilakukan untuk mengestimasi perubahan musim yang terjadi dan melihat ada dan tidaknya hubungan antara nilai *gap fraction* dengan data cuaca harian. Hasil dari perbandingan nilai *gap fraction* dengan data evapotranspirasi berbanding terbalik ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi dari kamera NIR dan RGB berturut – turut 0,693 dan 0,375. Berdasarkan perbandingan tersebut dapat dilakukan estimasi perubahan musim yaitu semakin tinggi nilai *gap fraction* maka nilai evapotranspirasi kecil karena sedikit air yang menguap yang berarti pada saat itu menandakan musim kemarau, Hal ini disebabkan karena luasnya permukaan daun dan jumlah daun, makin sempit daerah permukaan daun, makin rendah evapotranspirasi. Pada penelitian ini nilai evapotranspirasi tertinggi terjadi pada tanggal 4 Juni 2018. Sedangkan perbandingan curah hujan dan nilai *gap fraction* berbanding terbalik. Nilai indeks vegetasi pada kamera, spektrometer dan data satelit dilakukan perbandingan dengan *gap fraction* yang menjadi variabel *y*. Koefisien korelasi tertinggi dihasilkan pada indeks NDVI sebesar 0,786 pada alat spektrometer dan SAVI sebesar 0,734 pada kamera RGB.

## SUMMARY

***Gap fraction Analysis on Teak Canopies (Tectona grandis) During the Season Transition Using the Digital Cover Photography Method;*** Ade Irma Damayanti, 151710201036; 2019; 48 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember

Teak plants are plants that have a canopy and formed from leaves and branches of trees, the canopy can be used to determine the estimated changes in the season, from the rainy season to the dry season. The estimation is known by calculating the value of the *gap fraction* of teak plants through photographic techniques. Photographic technique that has already been done by the previous research is *Digital Hemispherical Photography* (DHP) technique, but this technique still has many weakness such as the long process of photo processing, therefore *Digital Cover Photography* is used as the more practical photograohic technique.

DCP is a photography method measure the *gap fraction* at one zenith angle  $90^\circ$ . The purpose of this study is to: (1) to obtain the *gap fraction* value of teak plants using the digital cover photography method, (2) find out the weather changes that occur from the fraction gap calculation performed, (3) determine the difference in vegetation index values obtained from RGB camera data, Infrared, spectrometers and satellite data

This research was conducted at the Faculty of Agricultural Technology - University of Jember. The method of retrieving photo data used DCP techniques, and the supporting data has gathered which included spectrometer data, satellite image data and daily weather data including temperature, rainfall, humidity and light intensity data. Data analysis included image data segmentation, *gap fraction* calculation, vegetation index value calculation, calculation of evaporation and eveapotranspiration values. The modeling that has been used after data analysis is regression and correlation model. The result of *gap fraction* value will be

compared to daily weather data which included evaporation and evapotranspiration value.

Comparisons are made to estimate seasonal changes that occur and to look at whether there is a relationship between the value of the *gap fraction* and daily weather data. The results of the comparison of the value of the fraction gap with evapotranspiration data are inverse that is indicated by the correlation coefficient values of NIR and RGB cameras respectively 0.693 and 0.375. Based on such comparison, estimation of seasonal changes can be made, which is the higher the value of the *gap fraction*, the smaller the evapotranspiration value because of little water evaporates which means that it indicated dry season. This is due to the leaf surface area and number of leaves, the narrower the surface area the lower evapotranspiration. Occur n this study the highest evapotranspiration value occurred on June 4, 2018. While the ratio of rainfall and *gap fraction* value was inverse. The vegetation index value on the camera, spectrometer and satellite data is compared with the *gap fraction* which became the y variable. The highest correlation coefficient is produced at the NDVI index of 0.786 in the spectrometer and SAVI of 0.734 on the RGB camera.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT., atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis *Gap fraction* pada Kanopi Jati (*Tectona grandis* Lf) Saat Peralihan Musim Menggunakan Metode *Digital Cover Photography*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

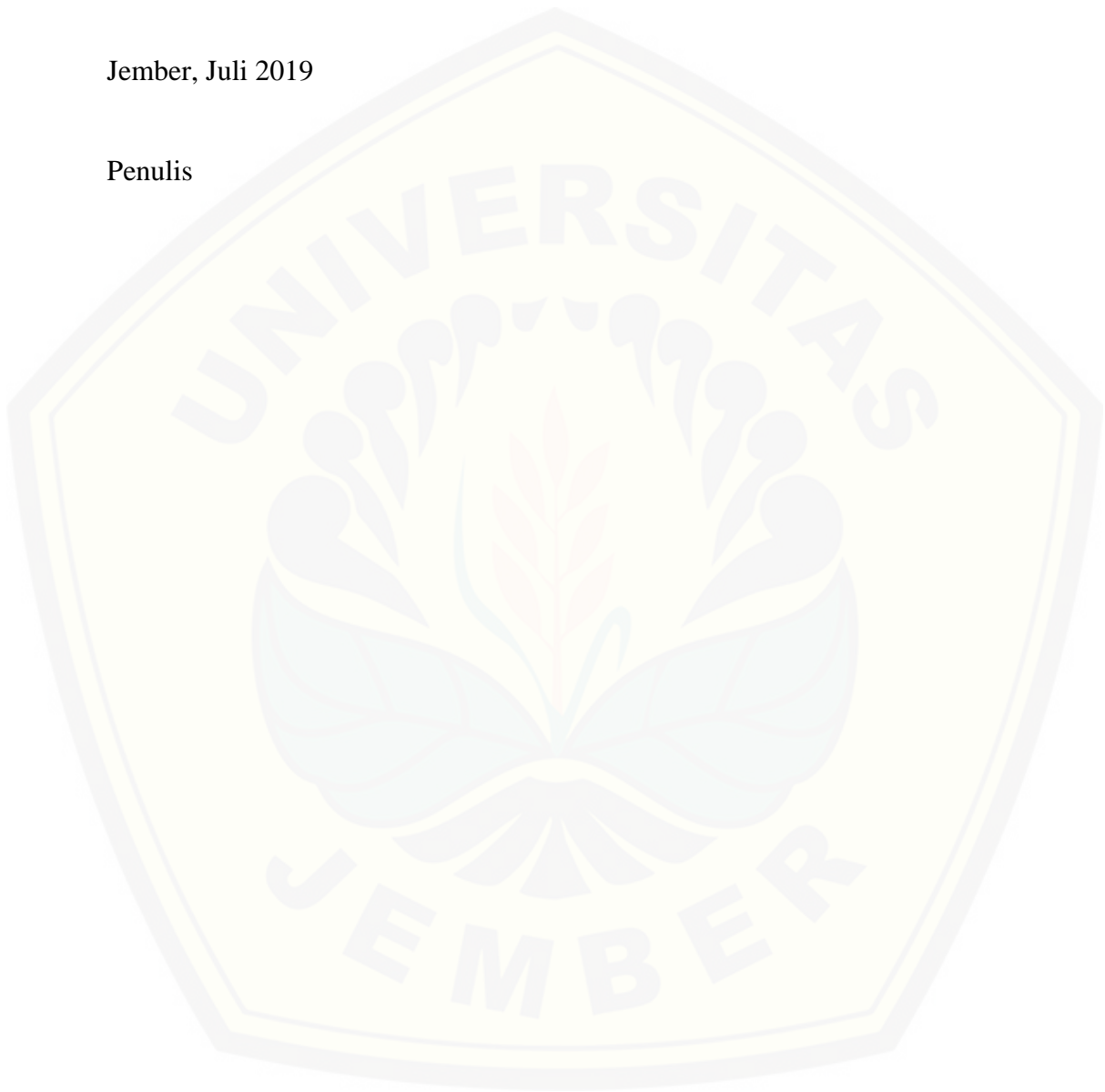
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan pikiran, serta penuh kesabaran dalam membimbing penulis, sehingga terselesaikannya karya ilmiah ini;
2. Dr. Dedy Wirawan S., S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota dan Komisi Bimbingan Teknik Pertanian yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Seluruh dosen pengampu Matakuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian;
5. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
6. Ayahanda Hanan Sujiono dan Ibunda Holifah tercinta yang senantiasa memberikan dukungan berupa semangat, material, dan do'a terbaik yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik;
7. Sahabat terbaikku Holisfiani yang sangat membantu penulis mulai dari pengambilan data hingga analisis data dengan penuh kesabaran;
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Pertanian Angkatan 2015 tercinta;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. melimpahkan rahmat dan hidayah Nya kepada mereka semua. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Juli 2019

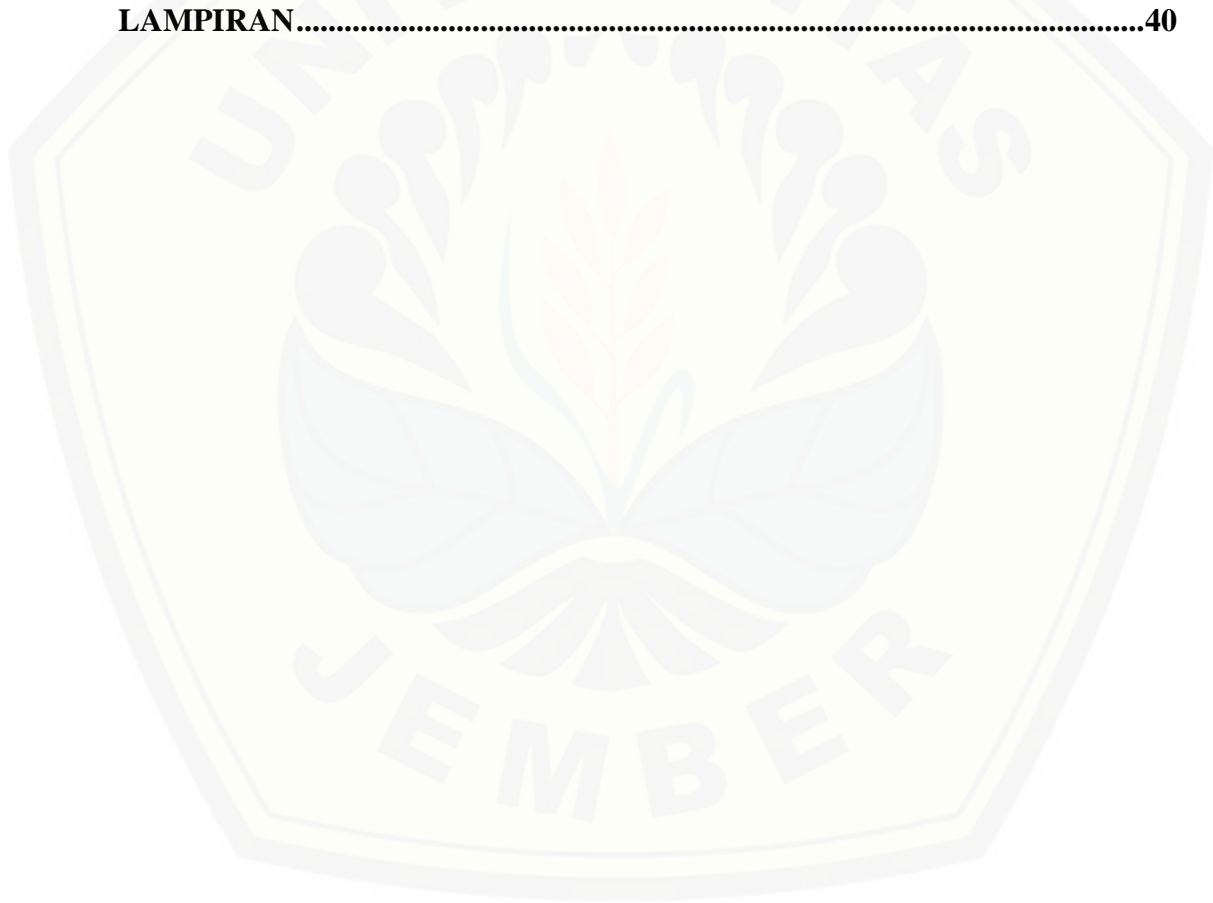
Penulis



DAFTAR ISI

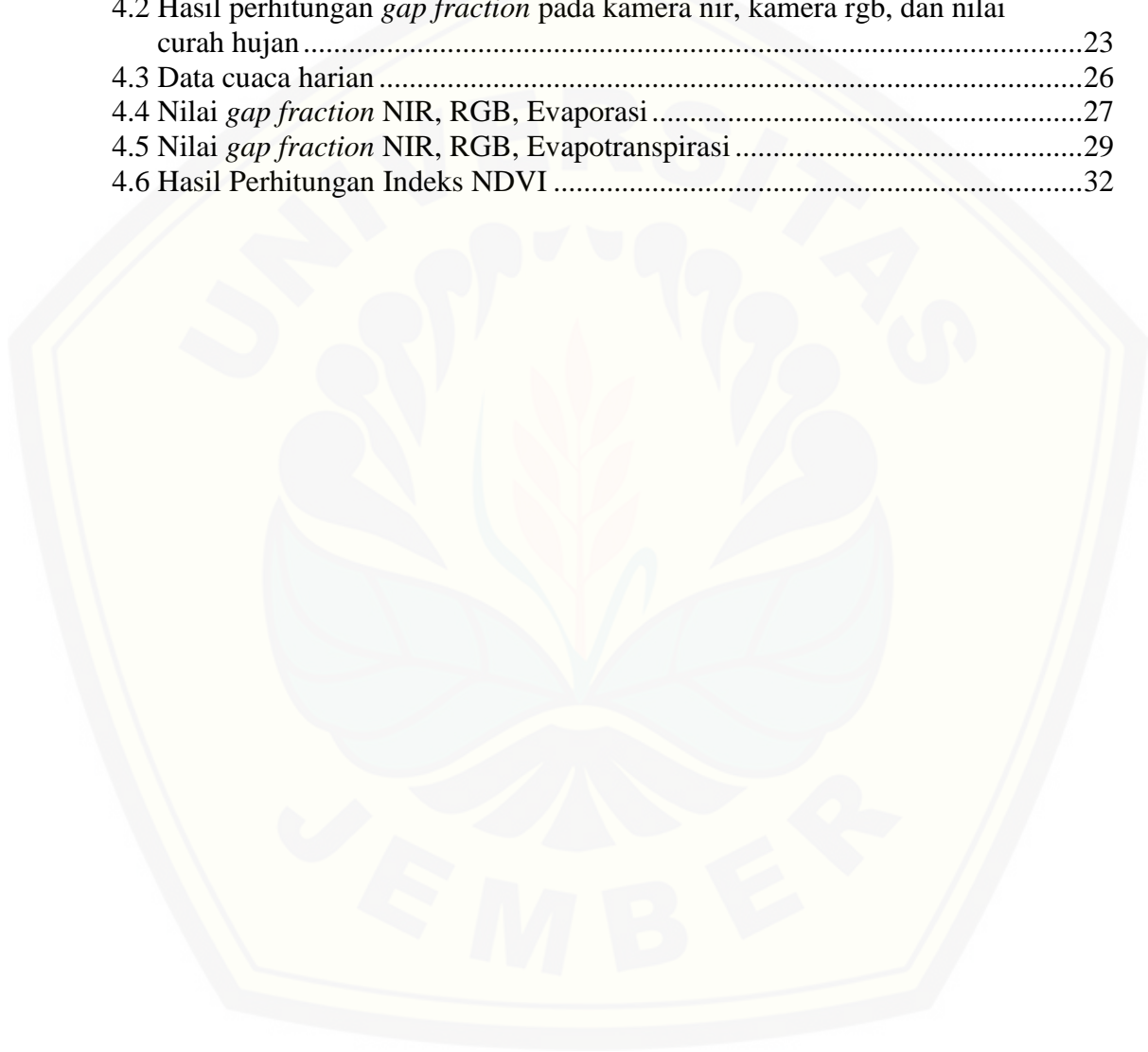
	Halaman
HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	x
PRAKATA .....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Jati .....	4
2.2 Fenologi .....	4
2.3 Fotografi.....	5
2.4 <i>Digital Cover Photography</i> .....	5
2.5 <i>Gap fraction</i> .....	6
2.6 Penginderaan Jauh .....	7
2.7 Sentinel 2A.....	7
2.8 Reflektansi .....	7
2.9 Indeks Warna .....	8
2.10 Metode <i>Tresholding</i> .....	8
2.11 Evaporasi dan Evapotranspirasi .....	8
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>11</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	11
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	11
3.3 Tahapan Penelitian .....	12
3.3.1 Survei Lokasi .....	13
3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan .....	13
3.3.3 Pengambilan Data .....	13
3.3.4 Membandingkan Data.....	12
3.4 Analisis Data.....	15

<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1 Analisis Visual</b> .....	19
<b>4.2 Rekonstruksi Gambar Langit</b> .....	20
<b>4.3 Hasil Perhitungan <i>Gap fraction</i> pada Kamera NIR, Kamera RGB dan nilai Curah Hujan</b> .....	23
<b>4.4 Data Cuaca Harian</b> .....	26
<b>4.5 Hubungan Evaporasi dengan <i>Gap fraction</i></b> .....	27
<b>4.6 Hubungan Evapotranspirasi dengan <i>Gap fraction</i></b> .....	29
<b>4.7 Perbandingan Data Spektrometer, Kamera NIR, Kamera RGB dan Satelit Menggunakan Indeks NDVI</b> .....	32
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>36</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	36
<b>5.2 Saran</b> .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>40</b>



**DAFTAR TABEL**

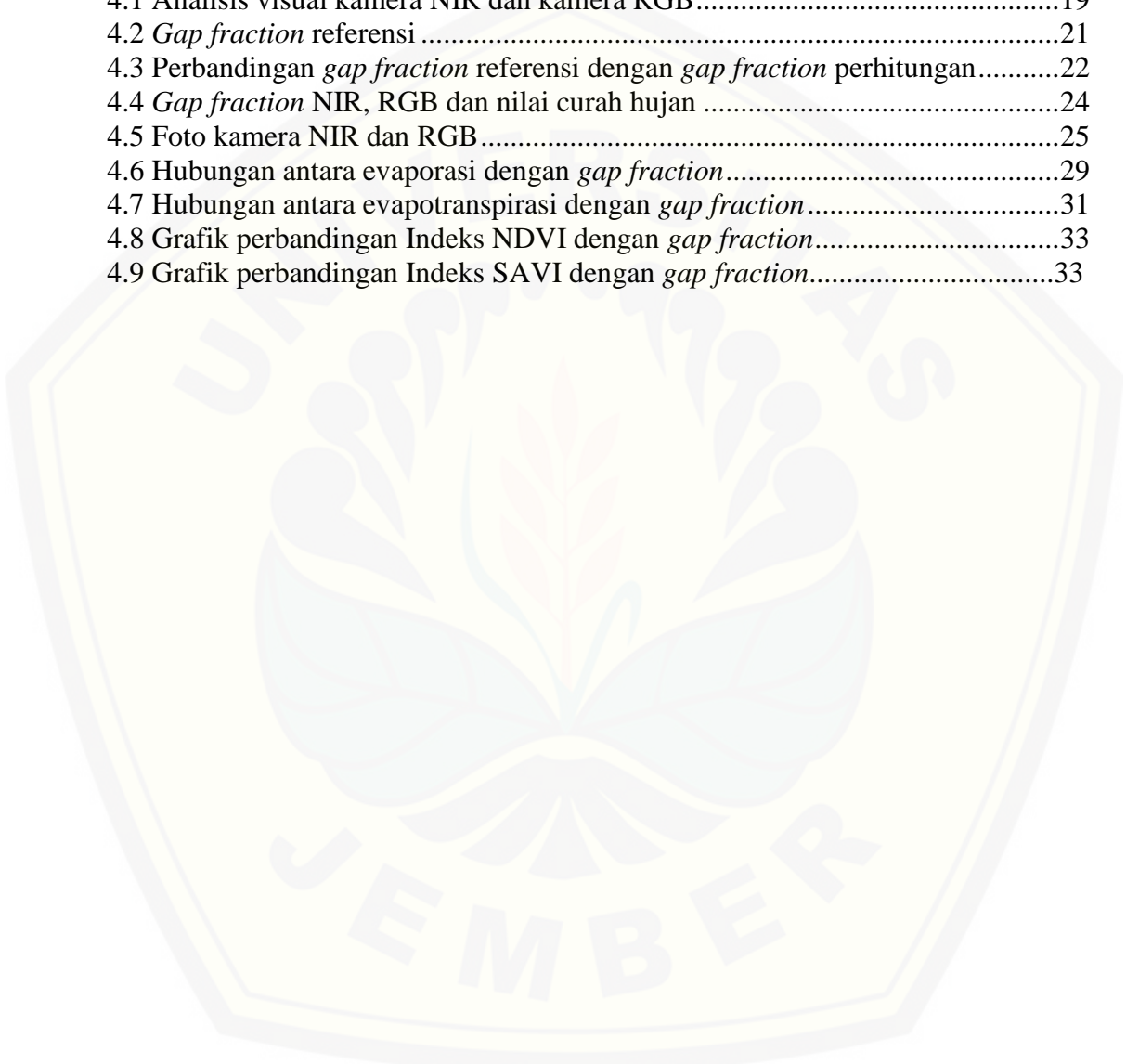
	<b>Halaman</b>
3.1 Indeks vegetasi citra Sentinel 2A.....	15
3.2 Indeks vegetasi spektrometer .....	16
3.3 Indeks vegetasi kamera RGB dan NIR .....	16
3.4 Kekuatan hubungan koefisien korelasi .....	16
4.1 <i>Gap fraction</i> referensi dengan <i>gap fraction</i> perhitungan.....	21
4.2 Hasil perhitungan <i>gap fraction</i> pada kamera nir, kamera rgb, dan nilai curah hujan .....	23
4.3 Data cuaca harian .....	26
4.4 Nilai <i>gap fraction</i> NIR, RGB, Evaporasi .....	27
4.5 Nilai <i>gap fraction</i> NIR, RGB, Evapotranspirasi .....	29
4.6 Hasil Perhitungan Indeks NDVI .....	32





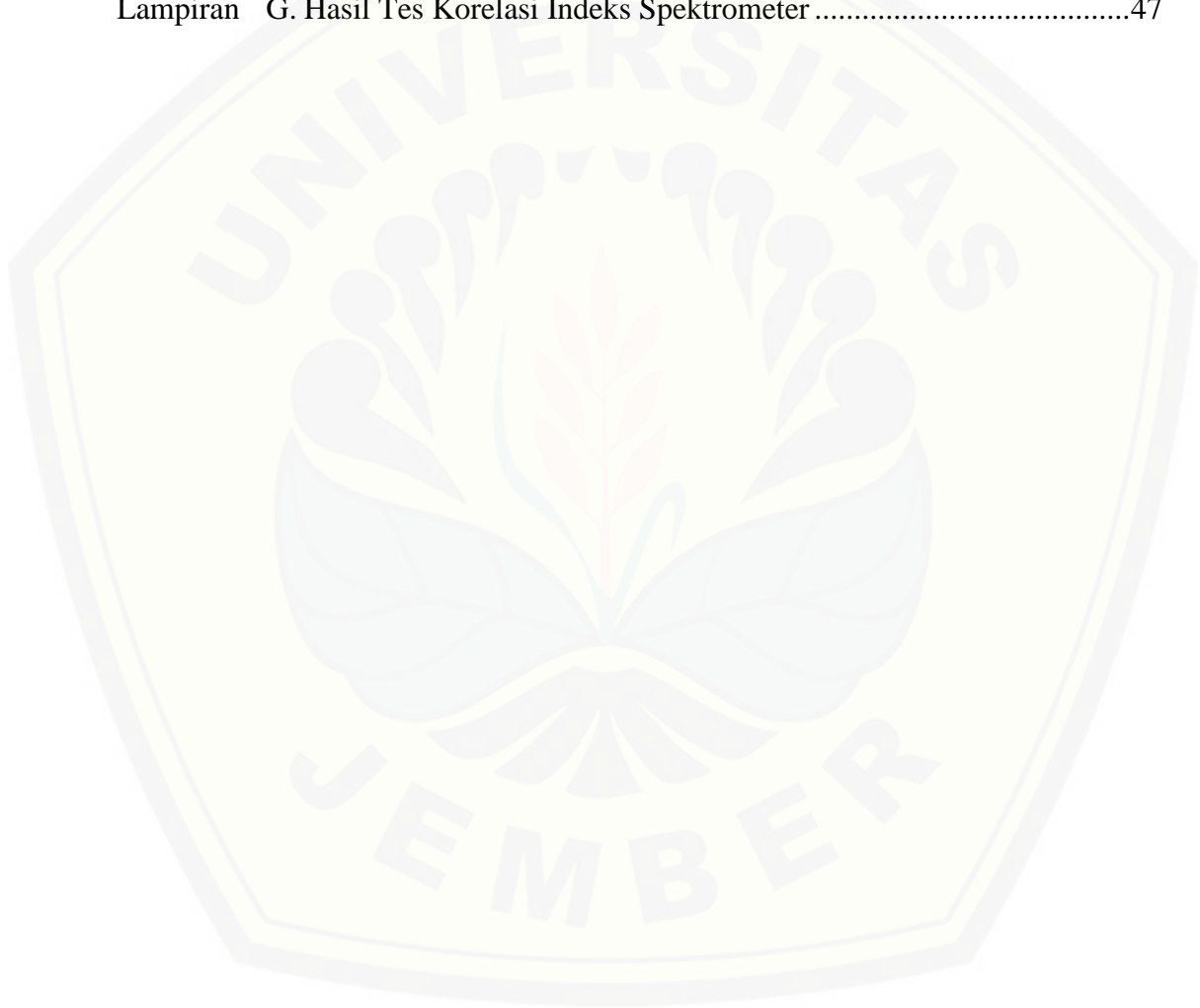
**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
2.1 Hasil foto menggunakan metode DCP .....	6
3.1 Diagram alir penelitian .....	13
4.1 Analisis visual kamera NIR dan kamera RGB.....	19
4.2 <i>Gap fraction</i> referensi .....	21
4.3 Perbandingan <i>gap fraction</i> referensi dengan <i>gap fraction</i> perhitungan.....	22
4.4 <i>Gap fraction</i> NIR, RGB dan nilai curah hujan .....	24
4.5 Foto kamera NIR dan RGB.....	25
4.6 Hubungan antara evaporasi dengan <i>gap fraction</i> .....	29
4.7 Hubungan antara evapotranspirasi dengan <i>gap fraction</i> .....	31
4.8 Grafik perbandingan Indeks NDVI dengan <i>gap fraction</i> .....	33
4.9 Grafik perbandingan Indeks SAVI dengan <i>gap fraction</i> .....	33



DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran A. Dokumentasi Penelitian.....	40
Lampiran B. Nilai <i>Gap Fraction</i> Kamera NIR dan RGB.....	41
Lampiran C. Data Cuaca Harian.....	42
Lampiran D. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna satelit Sentinel .....	43
Lampiran E. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera RGB .....	43
Lampiran F. Hasil Tes Korelasi Indeks Warna Kamera NIR .....	45
Lampiran G. Hasil Tes Korelasi Indeks Spektrometer .....	47



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jati (*Tectona grandis* Lf), merupakan pohon asli yang berkembang pesat di Asia Tenggara. Jati salah satu tanaman keras yang paling banyak ditanam di dunia, menempati 75% dari hutan tropis. Hal ini dikarenakan hingga saat ini jati merupakan komoditas kayu mewah dan berkualitas tinggi, serta dapat digunakan dalam reboisasi (Bailey dan Harjanto, 2005). Kelebihan tanaman jati tidak hanya terletak pada kualitas kayu dan nilai ekonomisnya saja tetapi pada sifat morfologisnya juga. Secara morfologis daun tanaman jati berukuran panjang 20 – 50 cm dan lebar 15 – 40 cm. Tanaman jati memiliki kanopi yang terbentuk dari dedaunan dan cabang pohon yang saling tumpang tindih sehingga menyebabkan sinar matahari sulit menembus (Sumarna, 2011).

Kanopi hutan jati dapat digunakan untuk mengetahui ekosistem hutan, ekosistem hutan merupakan interaksi antara vegetasi tanaman jati dengan perubahan cuaca yang terjadi. Sifat kanopi jati tersebut dapat dipelajari dengan ilmu fenologi. Fenologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari interaksi ekosistem hutan seperti perubahan warna dan gugur daun jati saat musim kemarau (Toda dan Richardson, 2017). Secara fenologis, tanaman jati tergolong tanaman yang menggugurkan daunnya (*deciduous*) pada saat musim kemarau antara bulan April – September, setelah gugur daun akan tumbuh lagi pada bulan Oktober – Maret, namun tumbuhnya daun jati secara umum juga ditentukan oleh kondisi musim. Perubahan dari musim hujan ke musim kemarau dapat diprediksi dengan menganalisis *gap fraction* yang melewati kanopi jati.

*Gap fraction kanopi* dapat didefinisikan sebagai sinar cahaya yang melewati kanopi tanpa menghadapi atau terhalang dedaunan dan unsur tumbuhan lainnya (Danson *et al.*, 2007). Fotografi diperlukan untuk mendapat *gap fraction* tersebut, dalam penelitian Jockheere *et al* (2005), menggunakan metode *digital hemispherical photography* untuk menggambarkan sinar cahaya atau *gap fraction* yang masuk dibawah kanopi hutan. Teknik ini menggunakan lensa mata ikan untuk menghitung sinar cahaya yang masuk dari celah tumbuhan. Namun metode

ini memiliki beberapa kekurangan seperti proses pengolahan foto yang lama, pengambilan foto hanya bisa dilakukan dijam tertentu yaitu saat matahari terbit atau terbenam. Oleh karena itu diperlukan metode yang lebih baik yaitu DCP (*Digital Cover Photography*).

DCP (*Digital Cover Photography*) merupakan merupakan metode fotografi yang mengukur *gap fraction* pada satu sudut zenith  $90^\circ$ . Metode DCP dapat menghasilkan nilai *gap fraction* yang lebih akurat dari DHP karena resolusi vertikal dari metode ini lebih tinggi, keunggulan lainnya dari metode DCP yaitu metode ini cepat dan sederhana baik dalam proses pengolahan maupun pengambilan foto, selain itu metode ini dapat diterapkan pada jam berapa saja tidak terbatas seperti metode DHP. Setelah dilakukan pengambilan data *gap fraction* menggunakan kamera RGB dan NIR, dilakukan juga pengambilan data spektrometer, dan data citra satelit untuk membandingkan indeks kerapatan vegetasi yaitu NDVI, dan SAVI. Perbandingan indeks kerapatan vegetasi tersebut bertujuan untuk melihat perubahan tingkat kehijauan yang dihasilkan saat terjadinya perubahan musim.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapakah nilai *gap fraction* yang dihasilkan dari kamera NIR dan kamera RGB menggunakan metode DCP?
2. Bagaimana estimasi perubahan cuaca dari perhitungan *gap fraction*?
3. Bagaimana perbandingan nilai indeks vegetasi yang diperoleh dari data kamera RGB, *Infrared*, spektrometer dan data satelit

## 1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi nilai *gap fraction* yang dihasilkan dari kamera NIR dan RGB, estimasi perubahan musim dari hasil perhitungan *gap fraction* dan hubungan dengan nilai evaporasi dan

evapotranspirasi serta perbandingan nilai indeks yang dihasilkan dari data kamera, spektrometer, dan satelit.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan nilai *gap fraction* dari proses perhitungan dengan menggunakan metode *digital cover photography*
2. Mengetahui perubahan cuaca yang terjadi dari perhitungan *gap fraction* yang dilakukan.
3. Mengetahui perbedaan nilai indeks data kamera RGB, *infrared*, spektrometer dan data satelit

#### 1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dijadikan referensi untuk penelitian mengenai perhitungan *gap fraction* untuk estimasi perubahan musim.
2. Memberikan informasi tentang estimasi perubahan cuaca yang terjadi.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jati

Jati (*Tectona grandis* Lf), merupakan pohon asli yang berkembang pesat di Asia Tenggara, jati salah satu tanaman keras yang paling banyak ditanam di dunia, menempati 75% dari hutan tropis (Dié *et al.*, 2015). Batang jati pada umumnya berbentuk bulat dan lurus, batang yang besar berakar dengan warna kulit agak kelabu muda dan agak tipis beralur memanjang agak ke dalam. Secara morfologis tanaman jati memiliki tinggi yang dapat mencapai sekitar 30 – 45 m. Daun tanaman jati berukuran panjang 20 – 50 cm dan lebar 15 – 40 cm, permukaannya berbulu. Daun muda (*petiola*) berwarna hijau kecokelatan, sedangkan daun tua berwarna hijau keabu – abuan (Sumarna, 2011).

Diameter batang dapat mencapai 220 cm, warna kayu teras ( bagian tengah) cokelat muda, cokelat-merah tua, atau merah-cokelat, sedangkan warna kulit kayu gubal (bagian luar teras hingga kulit) putih atau kelabu kekuningan. Tekstur kayu agak kasar dan tidak merata dan permukaan kayu licin agak berminyak. Secara fenologis, tanaman jati tergolong tanaman yang menggugurkan daunnya (*deciduous*) pada saat musim kemarau antara bulan April – September, setelah gugur daun akan tumbuh lagi pada bulan Oktober – Maret, namun tumbuhnya daun jati secara umum juga ditentukan oleh kondisi musim (Sumarna, 2011).

### 2.2 Fenologi

Definisi Fenologi adalah ilmu tentang periode fase-fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan. Berlangsungnya fase-fase tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, seperti lamanya penyinaran, suhu dan kelembaban udara (Davi *et al.*, 2011). Fenologi adalah kalender peristiwa penting dalam sejarah kehidupan tumbuh-tumbuhan yang menyangkut pertumbuhan tunas, penguguran daun, waktu berbunga dan waktu berbuah. Tujuan fenologi adalah untuk mencatat perkembangan secara umum dari tumbuhan dan hewan yang dipengaruhi oleh iklim dan cuaca pada lokasi tertentu (Hidayati *et al.*, 2013).

Pengamatan fenologi pohon bermanfaat untuk kajian perubahan iklim (Rosenzweig *et al.*, 2007). Menurut Jamsari (2007) bahwa fenologi pohon dapat memberikan informasi yang sangat penting bagi perluasan pengetahuan tentang pohon itu sendiri maupun untuk kepentingan perkembangan ilmu pengetahuan. Fenologi pohon adalah waktu terjadinya suatu peristiwa alami pada pohon.

### 2.3 Fotografi

Istilah fotografi berasal dari dua kata Yunani *phos* dan *graphie*. *Phos* berarti cahaya, sementara *graphie* berarti melukis atau menggambar. Dengan demikian, berdasarkan akar katanya fotografi diartikan sebagai “melukis atau menggambar dengan menggunakan media kamera dengan memanfaatkan sumber cahaya” (Bull, 2010).

Menurut Maynard (1997), fotografi merupakan sains (atau lebih tepatnya seni) menghasilkan gambar dengan menggunakan aktivitas penandaan (*marking*) pada suatu permukaan sensitif dengan menggunakan bantuan cahaya. Proses penandaan itu melibatkan peran teknologi optis - kimiawi (dalam fotografi analog) atau optis - elektronik (dalam fotografi digital). Fotografi ditandai dengan adanya aspek cahaya, proses penandaan, dan permukaan yang sensitif.

### 2.4 Digital Cover Photography

*Digital Cover Photography* (DCP) adalah sebuah metode tidak langsung yang digunakan untuk mengukur tutupan kanopi dan indeks luas daun (Hwang *et al.*, 2016). DCP merupakan metode fotografi yang mengukur fraksi celah pada satu sudut zenit. Sudut zenit yang dimaksud ketika berada diposisi tegak lurus yang melewati titik pusat bumi ke arah atas sampai memotong titik terbawah pada bola langit. DCP adalah metode yang sederhana, cepat dan nyaman dan karena itu, sangat cocok pengukuran tidak langsung skala besar yang dilakukan secara rutin dan pemantauan atribut kanopi hutan (Chianucci dan Cutini, 2012). Gambar 2.1 merupakan hasil foto menggunakan metode *Digital Cover Photography*.



Gambar 2.1 Hasil foto menggunakan metode DCP (Sumber: Hwang *et al*, 2016)

## 2.5 Gap fraction

*Gap fraction* adalah variabel penting yang mengatur interaksi antara cahaya dan vegetasi dan membutuhkan pemodelan akurat untuk memprediksi iklim, aktivitas fotosintesis atau refleksi kanopi (Frank *et al*, 2005). *Gap Fraction* dapat didefinisikan dalam hal probabilitas probe sempit tanpa batas berpotongan dengan unsur daun saat menembus kanopi dengan arah yang ditentukan oleh sudut zenit dan azimut (Van Gardingen *et al*, 1999).

*Gap fraction kanopi* dapat didefinisikan sebagai probabilitas sinar cahaya yang melewati kanopi tanpa menghadapi atau terhalang dedaunan dan unsur tumbuhan lainnya. *Gap fraction kanopi* kemungkinan sinar tidak akan memotong elemen kanopi dalam arah tertentu. Teknik ini merupakan alat yang praktis untuk diterapkan secara tidak langsung, teknik tersebut dapat diterapkan tidak hanya untuk mengetahui kanopi pada tanaman saja tetapi dapat diterapkan untuk mengetahui struktur baris atau pohon, struktur kanopi, termasuk jumlah dan orientasi dedaunan (Danson *et al*, 2007).

Menurut Jockheere *et al* (2005), *Gap fraction* didefinisikan yaitu sebagian langit yang tidak terhalang oleh elemen kanopi, dapat dengan mudah dihitung dengan sudut zenith dan azimuth yang berbeda. *Gap fraction* dilakukan dengan menghitung jumlah piksel langit dan piksel vegetasi seperti rumus berikut:

$$T = \frac{P_s}{P_s + P_{ns}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

$T$  : *Gap fraction*



*Ps* : piksel langit  
*Pns* : piksel vegetasi

## 2.6 Penginderaan Jauh

Menurut Indarto (2015), penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, luasan, atau tentang fenomena melalui analisis data yang diperoleh dari sensor. Dalam hal ini sensor tidak berhubungan langsung dengan objek atau benda yang menjadi target. Platform yang dipakai untuk aplikasi penginderaan jauh meliputi sensor darat, pesawat udara, dan satelit. Pada penginderaan jauh menggunakan satelit, sensor dipasang pada satelit (*spacecraft*) yang mengitari orbit bumi.

## 2.7 Sentinel 2A

Sentinel 2A adalah satelit yang digunakan untuk memberikan informasi seperti citra vegetasi, dan kedalaman air di daerah pesisir. Sentinel 2A dapat diaplikasikan dibidang pertanian seperti:

1. pemantauan keamanan pangan,
2. estimasi produksi pertanian, pemantauan luas tanaman untuk statistik pertanian
3. konservasi keanekaragaman hayati di hutan, konservasi tanah (Danson *et al.*, 2007).

## 2.8 Reflektansi

Reflektansi adalah cahaya yang terpantul atau terhambur dari zat padat, cair atau gas sebagai fungsi panjang gelombang. Jika suatu bahan disinari, cahaya yang keluar menjauhi bahan tidak semata - mata berasal dari pemantulan oleh permukaan luar saja, akan tetapi cahaya juga bisa berasal dari fraksi cahaya yang berhasil lolos masuk ke dalam bahan, terpantul dan terhambur berulang kali oleh butiran - butiran bahan dan akhirnya keluar lagi dari permukaan semula menjauhi bahan. (Danson *et al.*, 2007)

## 2.9 Indeks Warna

Menurut Pramana (2017), salah satu kunci untuk mengolah warna dalam pengolahan citra adalah menentukan model warna yang sesuai dengan persepsi manusia terhadap warna. Model warna RGB merupakan model warna pokok aditif, yaitu warna dibentuk dengan mengkombinasikan energi cahaya dari ketiga warna pokok dalam berbagai perbandingan. Model warna RGB dapat juga dinyatakan dalam bentuk indeks warna RGB dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks warna merah } r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Indeks warna hijau } g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Indeks warna biru } b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.4)$$

## 2.10 Metode *Thresholding*

Proses pengolahan citra pada penelitian ini yaitu segmentasi dengan menggunakan metode *Thresholding*, *thresholding* merupakan salah satu teknik segmentasi yang baik digunakan untuk citradengan perbedaan nilai intensitas yang signifikan antara latar belakang dan objek utama.

Segmentasi citra itu sendiri merupakan proses pengolahan citra yang bertujuan memisahkan (*region*) objek dengan wilayah latar belakang agar objek mudah dianalisis dalam rangka mengenali objek yang banyak melibatkan persepsi visual (Pramana, 2017).

## 2.11 Evaporasi dan Evapotranspirasi

Evaporasi adalah suatu kejadian perubahan fase cair menjadi fase gas uap air dan dipindahkan dari permukaan source ke atmosfer. Selain dikendalikan oleh faktor - faktor fisik seperti ketersediaan evaporasi juga ditentukan oleh aktifitas pemindahan massa uap air. Evaporasi dapat berlangsung pada badan air (*water body*) seperti laut, danau, sungai, rawa dan tanah, permukaan basah (basah dapat artikan sebagai penutupan air murni atau larutan garam), dan rongga stomata daun. Pemisahan istilah biasanya dilakukan antara evaporasi dan evapotranspirasi. Evaporasi menjelaskan kehilangan air dari tanah bersih (tanpa vegetasi) dan air

bebas. Pada areal bervegetasi air diuapkan dari permukaannya melalui jaringan tanaman dan rongga stomata daun. Karena tahap akhir pemindahan uap air dari stomata daun ke atmosfer dikendalikan oleh keterbukaan stomata, maka evaporasi dari areal bervegetasi selain dipengaruhi oleh faktor fisik juga dikendalikan oleh faktor fisiologi yang disebut transpirasi. Pada kenyataannya di alam, penguapan dari permukaan tanah dan tanaman terjadi bersama-sama serta sulit dipisahkan sehingga menimbulkan konsep evapotranspirasi yang merupakan gabungan evaporasi dan transpirasi (Dwijoseputro, 1980).

Transpirasi adalah evaporasi air dari tumbuhan termasuk gerakan air melalui seluruh kesatuan tanah, tumbuhan dan atmosfer. Hilangnya air dari daun melalui evaporasi menyebabkan tambahan air diserap batang dan melewati akar dalam bentuk kolom yang kontinyu. Kejadian yang jarang terjadi bila transpirasi sangat lambat terutama bila tanah lembab dan level air atmosfer tinggi, air didorong lewat tumbuhan oleh tekanan akar (Dwijoseputro, 1980).

Menurut Dwijoseputro (1980), hilangnya molekul-molekul air dari tubuh tanaman sebagian besar adalah melewati daun. Hal ini disebabkan karena luasnya permukaan daun dan juga karena daun-daun itu lebih tersentuh udara dari pada bagian-bagian lain dari suatu tanaman. Faktor-faktor tanaman yang mempengaruhi evapotranspirasi yaitu

1. penutupan stomata, sebagian besar transpirasi terjadi melalui stomata karena kutikula secara relatif tidak tembus air, dan hanya sedikit transpirasi yang terjadi apabila stomata tertutup. Jika stomata terbuka lebih lebar, lebih banyak pula kehilangan air tetapi peningkatan kehilangan air ini lebih sedikit untuk masing-masing satuan penambahan lebar stomata Faktor utama yang mempengaruhi pembukaan dan penutupan stomata dalam kondisi lapangan ialah tingkat cahaya dan kelembaban.
2. jumlah dan ukuran stomata, jumlah dan ukuran stomata, dipengaruhi oleh genotipe dan lingkungan mempunyai pengaruh yang lebih sedikit terhadap transpirasi total daripada pembukaan dan penutupan stomata.
3. jumlah daun, makin luas daerah permukaan daun, makin besar evapotranspirasi.

4. penggulungan atau pelipatan daun, banyak tanaman mempunyai mekanisme dalam daun yang menguntungkan pengurangan transpirasi apabila persediaan air terbatas.



### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada 12 Mei – 03 Juli 2018. Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Jember, Kecamatan Sumpalsari, Kabupaten Jember.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

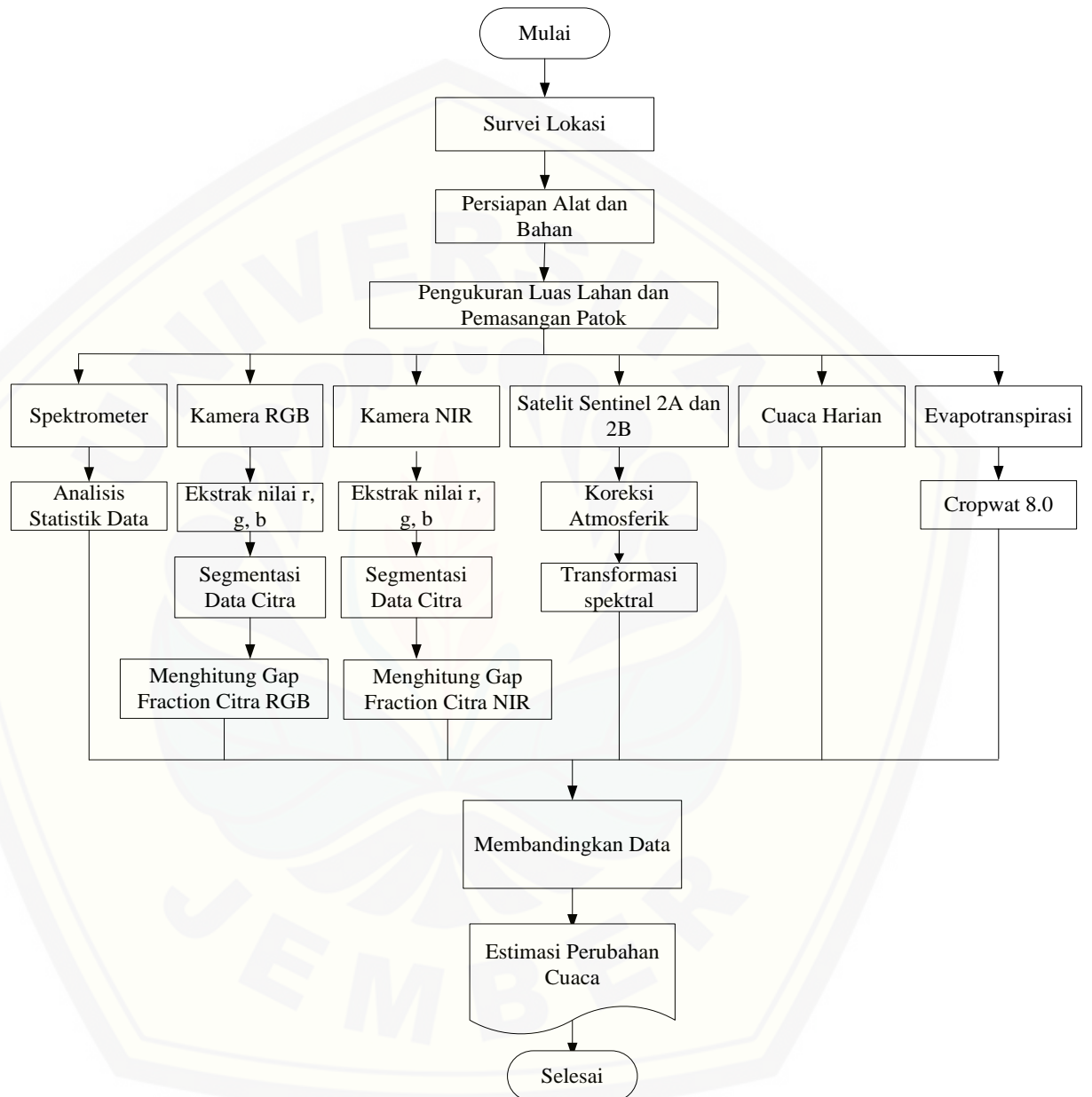
Alat digunakan pada penelitian ini

- a. *Software ImageJ*;
- b. *Software QGIS*;
- c. *Microsoft Excel 2007*;
- d. Kamera RGB canon ixus 160 20 MP, digunakan untuk mengambil data citra pada tanaman jati;
- e. Kamera *infrared*, canon ixus 160 20 MP, digunakan untuk mengambil data citra pada tanaman jati;
- f. Spektrometer digunakan untuk mengukur panjang gelombang tanaman jati;
- g. Personal computer, digunakan untuk menganalisis data;

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kebun jati dengan luas 115,33 x 50,25 m<sup>2</sup>, dan citra yang dihasilkan dari satelit, kamera digital, kamera *infrared* dan data dari spektrometer.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan prosedur kerja yang dilakukan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut ini:

### 3.3.1 Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk menentukan plotting pengambilan data. Plotting pengambilan data dilakukan secara berurutan di 12 titik, setiap titik memiliki jarak tanam 1,70m x 1,85m.

### 3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan adalah sebagai berikut.

1. menyiapkan roll meter, patok sebanyak 12 dan palu,
2. menyiapkan spektrometer dan menghubungkan dengan personal komputer,
3. menyiapkan kamera RGB dan NIR, atur setting ISO 200 pada kamera NIR,
4. menyiapkan Software ImageJ, ENVI 5.3 dan *microsoft excel* untuk pengolahan data.

### 3.3.3 Pengambilan Data

Tahapan pengambilan data penelitian adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan data spektrometer, dilakuka dengan tahapan:
  - a. membuka aplikasi *CheckTr*,
  - b. melakukan pengaturan pada aplikasi,
  - c. mengambil data spektrometer langit,
  - d. mengambil data spektrometer tanaman jati,
  - e. menganalisis data spektrometer pada *Microsoft Excel* untuk menghitung nilai panjang gelombang.
2. Tahap kedua pengambilan data foto kamera RGB dan NIR, dilakukan dengan tahapan:
  - a. pengambilan foto dilakukan dengan menggunakan metode DCP dengan cara kamera dihadapkan keatas,
  - b. pengambilan foto dilakukan sebanyak tiga kali di setiap patok,
  - c. setting ISO 200 pada kamera NIR,
  - d. analisis ekstrak nilai r, g, b foto dari kamera RGB dan NIR menggunakan *ImageJ*,
  - e. segmentasi foto dari kamera RGB dan NIR menggunakan *ImageJ* dengan metode *thresholding* untuk membedakan objek langit dan objek vegetasi,
  - f. menghitung *gap fraction*.

3. Pengambilan data citra satelit, dilakukan dengan tahapan:
  - a. membuka web copernicus <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>,
  - b. mensetting tanggal untuk pengambilan citra yang akan didownload,
  - c. memilih daerah yang akan di download,
  - d. melakukan koreksi atmosferik data citra satelit pada QGIS,
  - e. melakukan tranformasi spektral atau menghitung nilai indeks vegetasi pada QGIS menggunakan *tool band calculator*.
4. Pengambilan data cuaca harian, dilakukan dengan tahapan:
  - 1) Pengambilan data cuaca harian
    - a. pengambilan data cuaca harian dilakukan dengan cara mendownload data cuaca harian meliputi suhu minimum dan maksimum, kelembaban udara, dan intensitas cahaya dari server;
  - 2) Pengambilan data evaporasi dan curah hujan
    - a. mengukur volume akhir pada botol dan nilai curah hujan,
    - b. menambahkan volume air sampai dengan volume awal,
    - c. menghitung nilai evaporasi.
5. Pengambilan data evapotranspirasi, dilakukan dengan tahapan:
  - a. membuka program *cropwat 8.0*,
  - b. memilih *channel Climate/Et<sub>o</sub>*,
  - c. membuat lembar kerja baru dengan mengklik icon new dan memilih *Daily Et<sub>o</sub> Penman Monteith*,
  - d. melakukan setting dengan memilih *Et<sub>o</sub> penman calculated from temperature data*,
  - e. melakukan pengisian data klimatologi berupa data *country* (negara dimana data klimatologi berasal, *station* (stasiun klimatologi pencatat), *latitude* (tinggi tempat stasiun pencatat), *longitude* (letak lintang utara/selatan), data suhu maksimum dan minimum,
  - f. memasukkan suhu minimum dan maksimum pada lembar kerja, maka akan didapatkan nilai *Et<sub>o</sub>*.



3.3.4 Membandingkan Data

Melakukan perbandingan data, data yang dibandingkan yaitu indeks dari ketiga data kamera RGB, NIR dan satelit. Perbandingan data dilakukan dengan mengkorelasikan antara rasio tnaaman jati yang merupakan menjelaskan tentang nilai karbon dengan indeks vegetasi.

3.3.5 Estimasi Perubahan Cuaca

Estimasi perubahan cuaca dapat dilakukan setelah menghitung nilai *gap fraction* tanaman jati dan dikorelasikan dengan nilai evapotranspirasi. Nilai evapotranspirasi itu sendiri dihitung menggunakan *cropwat-8.0* dengan metode *Penman – Monteith*

3.4 Analisis Data

Berikut merupakan analisis data yang digunakan pada penelitian ini:

- a. Menghitung nilai *gap fraction* pada kamera NIR dan RGB menggunakan rumus menurut Jockheere (2005):

$$T = \frac{Ps}{Ps+Pns} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

- T* : *Gap fraction* untuk rentang sudut zenith dengan rata – rata  $\theta$  dan resolusi sudut  $\alpha$
- Ps* : piksel langit
- Pns* : piksel vegetasi

- b. Menghitung nilai indeks vegetasi dari kamera RGB, NIR, spektrometer dan satelit dengan menggunakan rumus:

- 1) Rumus yang digunakan untuk perhitungan indeks vegetasi satelit pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Indeks vegetasi citra Sentinel 2A

No	Indeks Vegetasi	Formula
1	<i>Normalized Difference Vegetation Indeks</i>	$NDVI = \frac{NIR-red}{NIR+red}$
2	<i>Soil Adjusted Vegetation Index-Green</i>	$SAVI\ green = \frac{1,5 \times (NIR-red)}{(NIR+r)+ 0,5}$
3	<i>Enhanced Vegetation Index-Green</i>	$EVI\ green = \frac{NIR-red}{NIR+C1xred-C2 \times blue+L}$

Sumber : Lonita *et al*, (2015).

- 2) Rumus yang digunakan untuk perhitungan indeks vegetasi spektrometer pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Indeks vegetasi spektrometer

No	Indeks vegetasi	Formula
1	NIR(815)/Red(670)	$\frac{NIR}{r}$
2	NDRE (815/670)	$\frac{(NIR - RE)}{(NIR + RE)}$
3	NDVIgreen (550&670)	$\frac{(NIRb - Red)}{(NIRb + Red)}$
4	SR (550&670)	$g/r$
5	GMR (550&670)	$g - r$
6	EVIspect,	$\frac{(NIR - Red)}{(NIR + 6 \times Red - 7.5 \times Blue + 1)}$
7	SAVISpect,	$\frac{(1.5 \times (NIR - Red))}{(NIR + Red + 0.5)}$
8	VARIspect	$\frac{(Green - Red)}{(Green + Red + Blue)}$
9	VARI <sub>TGI</sub>	$\frac{(Green_{TGI} - Red_{TGI})}{(Green_{TGI} + Red_{TGI} - Blue_{TGI})}$

Sumber: (Putra dan Soni, 2017).

- 3) Rumus yang digunakan untuk perhitungan indeks vegetasi satelit pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Indeks vegetasi kamera RGB dan NIR

No	Indeks Vegetasi	Formula	Peruntukan
1	<i>Normalized Difference Vegetation Indeks-RGB</i>	$NDVI_{rgb} = \frac{(g+b)-r}{(g-b)+r}$	Kamera RGB
2	<i>Red</i>	$r = \frac{R}{(R+G+B)}$	Kamera RGB & NIR
3	<i>Green</i>	$g = \frac{G}{(R+G+B)}$	Kamera RGB & NIR
4	<i>Blue</i>	$b = \frac{B}{(R+G+B)}$	Kamera RGB & NIR
5	<i>Normalized Difference Vegetation Indeks-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>Normalized Different Index</i>	$NDI = \frac{g-r}{g+r+0,01}$	Kamera RGB
8	<i>Green Mnius Red</i>	$GMR = g - r$	Kamera RGB & NIR

Lanjutan Tabel 3.3 Indeks vegetasi kamera RGB dan NIR

No	Indeks Vegetasi	Formula	Peruntukan
9	<i>Simple Ratio</i>	$SR = \frac{g}{r}$	Kamera RGB
10	<i>Visible Atmospherically Resistant Index</i>	$VARI = \frac{g-r}{g+r-b}$	Kamera RGB
11	<i>Blue-Red Adjusted Vegetation Indeks</i>	$BRAVI = \frac{N(g-r)}{(g+r+N)}$	Kamera RGB
12	<i>BRAVI – Simple Ratio</i>	$BRAVI - SR = \frac{N \times g}{r+N}$	Kamera RGB
13	<i>Enhanced Vegetation Index-Green</i>	$\frac{2,5 \times (g - r)}{g + 6 \times r - 7,5 \times b + 1}$	Kamera RGB
14	<i>Optimized Soil Adjusted Vegetation Indeks-Green</i>	$OSAVI \text{ green} = \frac{1,5 \times (g-r)}{(g+r)+0,16}$	Kamera RGB
15	<i>Simple Ratio Intensity RGB</i>	$SR \text{ rgb} = \frac{r}{g+b}$	Kamera RGB
16	<i>Noise Adjusted Vegetation Index</i>	$SAVI \text{ cam} = \frac{(1,5N)(b-r)}{(b+r+0,5N)}$	Kamera NIR
17	<i>Normalized Difference Vegetation Indeks</i>	$NDVI \text{ cam} = \frac{b-r}{b+r}$	Kamera NIR
18	<i>Blue Minus Red</i>	$BMR = b - r$	Kamera NIR
19	<i>Excess NIR</i>	$Excess \text{ NIR} = 2b - g - r$	Kamera NIR
17	<i>Blue Minus Green</i>	$BMG = b - g$	Kamera NIR

L = faktor koreksi (0,5); N = intensitas noise (r+b/255).  
 Sumber: (Putra dan Soni, 2017).

c. Menghitung nilai Evapotranspirasi Standar secara umum dengan menginput nilai suhu minimum dan maksimum menggunakan *cropwat-8.0* dengan metode *Penman – Monteith* (Allen *et al*, 1998).

d. Menghitung nilai evaporasi dan curah hujan

Alat yang digunakan untuk mendapatkan nilai evaporasi dan curah hujan yaitu botol plastik, dengan cara menghitung luas penampang botol yang berbentuk lingkaran dan mengukur volume air yang tertampung pada botol. Berikut merupakan rumus perhitungan evaporasi dan curah hujan:

1) Luas penampang botol:

$$\begin{aligned}
 L &= \pi \times r^2 \dots\dots\dots(3.5) \\
 &= 3,14 \times (90)^2 \\
 &= 3,14 \times 8100 \\
 &= 25.434 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Curah hujan} = \frac{V}{L} \text{ (mm/hari) .....(3.6)}$$

$$3) \text{ Evaporasi} = \frac{(V_1 - V_0) + CH}{L} \text{ (mm/hari) ..... (3.7)}$$

e. Pemodelan yang digunakan didasarkan pada regresi dan korelasi yaitu nilai dari *gap fraction* dengan evapotranspirasi dan perbandingan nilai indeks NDVI, dan SAVI. Regresi yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah regresi linear sederhana. Hasil dari perhitungan akan memberikan tiga alternatif, yaitu:

- 1) Bila  $r = 0$  atau mendekati 0, maka korelasi antar kedua variabel sangat lemah atau tidak terdapat hubungan antara variabel X terhadap variabel Y.
- 2) Bila  $r = +1$  atau mendekati +1, maka korelasi antar kedua variabel adalah kuat dan searah, dikatakan positif.
- 3) Bila  $r = -1$  atau mendekati -1, maka korelasi antar kedua variabel adalah kuat dan berlawanan arah, dikatakan negatif. Tabel 3.1 berikut ini merupakan kekuatan hubungan koefisien korelasi,

Tabel 3.4 kekuatan hubungan koefisien korelasi

Nilai Koefisien Korelasi	Keterangan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,699	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2010

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut

1. Nilai *gap fraction* terendah pada kamera NIR 0,27 dan pada kamera RGB 0,22. Nilai *gap fraction* tertinggi pada kamera NIR 0,45 dan pada kamera RGB 0,31. Tinggi rendahnya nilai *gap fraction* (gf) dipengaruhi oleh banyak sedikitnya sinar cahaya yang masuk melalui kanopi tumbuhan.
2. Estimasi perubahan cuaca dilakukan dengan cara mengkorelasikan *gap fraction* dengan evaporasi dan evapotranspirasi. Nilai evapotranspirasi berbanding terbalik dengan nilai *gap fraction*, semakin tinggi nilai *gap fraction* maka nilai evapotranspirasi kecil karena sedikit air yang menguap yang berarti pada saat itu menandakan musim kemarau, Hal ini disebabkan karena luasnya permukaan daun dan jumlah daun, makin sempit daerah permukaan daun, makin rendah evapotranspirasi. Pada penelitian ini nilai evapotranspirasi tertinggi terjadi pada tanggal 4 Juni 2018
3. Nilai indeks vegetasi pada kamera, spektrometer dan data satelit dilakukan perbandingan dengan *gap fraction* daun jati yang menjadi variabel y. Koefisien korelasi tertinggi dihasilkan pada indeks NDVI dan SAVI kamera RGB.

### 5.2 Saran

Proses analisis gambar sebaiknya menggunakan software selain *imageJ* untuk melihat perbedaan hasil segmentasi yang dihasilkan, selanjutnya dilakukan perhitungan *gap fraction*, dan melihat nilai *gap fraction* yang dihasilkan dengan cara segmentasi menggunakan software lain berbeda atau tidak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.G., L. S. Pereira, D. Raes.. 1998. Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, Rome.
- Bailey, J. D. dan N. A. Harjanto. 2005. Teak (*tectona grandis* L.) tree growth, stem quality and health in coppiced plantations in java, indonesia. *New Forests*. 30(1):55–65.
- Bull, S. 2010. Photography. *Routledge Introductions to Media and Communications*. 10(2):47-58.
- Chianucci, F. dan A. Cutini. 2012. Estimation of canopy properties in deciduous forest with digital hemispherical and cover photography. *Agricultural and Forest Meteorology*. 168 (3):130-139
- Danson, F. M., D. Hetherington, F. Morsdorf, B. Koetz, dan B. Allgöwer. 2007. Forest canopy *Gap fraction* from terrestrial laser scanning. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 4(1):157–160.
- Dié, A., M. De Ridder, P. Cherubini, F. N. Kouamé, A. Verheyden, P. Kitin, B. B. Toirambe, J. Van Den Bulcke, J. Van Acker, dan H. Beeckman. 2015. Tree rings show a different climatic response in a managed and a non-managed plantation of teak (*tectona grandis*) in west africa. *IAWA Journal*. 36(4):409–427.
- Dwidjoseputro, D. 1980. Pengantar fisiologi tumbuhan. Jakarta : Gramedia.
- Dye, P., dan D. Versfeld. (2007). Managing the hydrological impacts of South African plantation forests: An overview. *Forest Ecology and Management*, 251(2):121–128.
- Frananda, H., Hartono dan R. H. Jatmiko. 2015. Komparasi Indeks Vegetasi Untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove Kawasan Segoro Anak Pada Kawasan Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi Jawa Timur. *Majalah Ilmiah*. 17(2):113-123.
- Frank, T. D., S. A. Tweddale, dan S. J. Lenschow. 2005. Non-Destructive Estimation of Canopy *Gap Fractions* and Shrub Canopy Volume of Dominant Shrub Species in the Mojave Desert. *Journal of Terramechanics*. 42(3–4). 2005. 231–244.
- Hidayati, F., F. Ishiguri, K. Iizuka, K. Makino, Y. Takashima, S. Danarto, W. W. Winarni, D. Irawati, M. Na'iem, dan S. Yokota. 2013. Variation in tree

growth characteristics, stress-wave velocity, and pilodyn penetration of 24-year-old teak (*tectona grandis*) trees originating in 21 seed provenances planted in indonesia. *Journal of Wood Science*. 59(6):512–516.

Hwang, Y., Y. Ryu, H. Kimm, C. Jiang, M. Lang, C. Macfarlane, dan O. Sonnentag. 2016. Correction for light scattering combined with sub-piksel classification improves estimation of *Gap fraction* from *Digital Cover Photography*. *Agricultural and Forest Meteorology*. 222(2):32–44.

Indarto. 2014. *Teori dan Praktek Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Andi.

Jamsari. 2007. Fenologi Perkembangan Bunga dan Buah Spesies *Uncaria gambir*. 8(22):141-148

Jonckheere, I., K. Nackaerts, B. Muys, dan P. Coppin. 2005. Assessment of automatic *gap fraction* estimation of forests from digital hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology*. 132:96-114.

Lonita, B. I., Y. Prasetyo, dan Hani'ah. 2015. Analisis Perubahan Luas dan Kerapatan Hutan Menggunakan Algoritma Ndvi (Normalized Difference Vegetation Index) Dan Evi (Enhanced Vegetation Index) Pada Citra Landsat 7 Etm+ Tahun 2006, 2009, Dan 2012. *Jurnal Geodesi*. 4(3):112-120

Maynard, P. (1997). *The Engine of VisualizatioThinking through Photography*. London: Cornell University Press.

Pramana, C. 2017. Implementasi Metode Thresholding dan Metode Regionprops Untuk Mendeteksi Marka Jalan Secara Live Video. 70:31-33.

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 & Technology*. 81:148-156

Rosenzweig, C., G. Casassa, D. J. Karoly, A. Imeson, C. Liu, A. Menzel, S. Rawlins, T. L. Root, B. Seguin, dan P. Tryjanowski. 2007. Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 249(1):79–131.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta : Rajawali

Sumarna, Y. 2011. *Panduan Budidaya dan Prosepek Bisnis*. Yogyakarta: Penebar Swadaya.

Tabuni, Y., J. Viekson dan J. Rogi. 2017. Pendugaan Evapotranspirasi Bulanan Tanaman Padi Sawah dengan Menggunakan Model Simulasi Tanaman di Kabupaten Jayawijaya Provinsi Papua. *Jurnal Agroteknologi*. 5(2):2-12

- Toda, M. dan A. D. Richardson. 2017. Estimation of plant area index and phenological transition dates from digital repeat photography and radiometric approaches in a hardwood forest in the northeastern United States. *Agricultural and Forest Meteorology*. 132(3):1-10
- Van Gardingen, P. R., G. E. Jackson, S. Hernandez-Daumas, G. Russell, dan L. Sharp. 1999. Leaf area index estimates obtained for clumped canopies using hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology*. 94(3-4):243-257
- Wikan, Muhamad. 2015. Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Kajian Tutupan Lahan sebelum dan Pasca Erupsi Gunung Merapi tahun 2010. Skripsi. Yogyakarta ; Fakultas Geografi UGM
- Yoshifuji, N., K. Tanaka, dan N. Tanaka. (2006). Inter-annual variation in growing season length of a tropical seasonal forest in northern Thailand. *Forest Ecology and Management*. 229, 333-339.



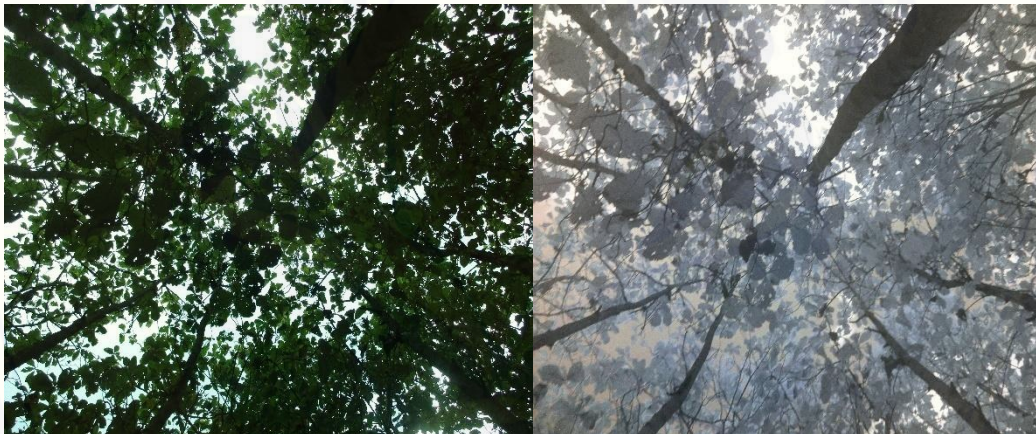
## LAMPIRAN

## Lampiran A. 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 B. Nilai Gap Fraction Kamera NIR dan RGB**

Tanggal	Gap NIR	Gap RGB
12/05/2018	0.29	0.24
13/05/2018	0.30	0.25
15/05/2018	0.30	0.25
20/05/2018	0.31	0.26
21/05/2018	0.31	0.26
26/05/2018	0.31	0.27
27/05/2018	0.32	0.27
28/05/2018	0.32	0.27
29/05/2018	0.33	0.28
30/05/2018	0.34	0.28
31/05/2018	0.35	0.28
01/06/2018	0.35	0.28
02/06/2018	0.35	0.29
03/06/2018	0.37	0.29
04/06/2018	0.38	0.31
05/06/2018	0.40	0.31
06/06/2018	0.38	0.30
07/06/2018	0.38	0.30
08/06/2018	0.36	0.28
09/06/2018	0.36	0.27
10/06/2018	0.35	0.27
11/06/2018	0.33	0.27
24/06/2018	0.33	0.27
25/06/2018	0.32	0.26
26/06/2018	0.31	0.25
27/06/2018	0.31	0.25
28/06/2018	0.30	0.25
29/06/2018	0.29	0.25
30/06/2018	0.29	0.24
01/07/2018	0.28	0.24
03/07/2018	0.27	0.24

**Lampiran C. Data Cuaca Harian**

Tanggal	Suhu minimum (°C)	Suhu maksimum (°C)	Kelembaban relatif (%)	Intensitas Cahaya (jam)	Curah Hujan (mm/hari)	Evaporasi (mm/hari)	Evapotranspirasi (mm/hari)
12/05/2018	26.02	30.22	79.53	0.23	1.12	0.39	3.19
13/05/2018	27.29	30.53	85.38	0.23	0.00	0.20	2.92
15/05/2018	27.32	30.68	89.67	0.23	0.00	0.28	2.91
20/05/2018	27.32	30.72	89.76	0.23	4.59	0.46	2.87
21/05/2018	27.39	30.76	89.93	0.23	0.53	0.38	2.87
26/05/2018	27.46	30.99	90.65	0.23	0.68	0.30	2.86
27/05/2018	27.48	30.99	90.67	0.23	1.79	0.39	2.85
28/05/2018	27.50	30.99	90.93	0.23	0.00	0.31	2.84
29/05/2018	27.64	30.99	91.03	0.23	5.79	0.42	2.79
30/05/2018	27.68	31.05	91.09	0.23	0.02	0.31	2.75
31/05/2018	27.73	31.19	91.35	0.24	0.00	0.36	2.7
01/06/2018	27.74	31.23	91.50	0.24	0.00	0.37	2.65
02/06/2018	27.74	31.30	91.61	0.24	0.00	0.39	2.59
03/06/2018	27.74	31.30	91.65	0.24	0.00	0.44	2.5
04/06/2018	27.75	31.38	91.69	0.24	0.00	0.38	2.44
05/06/2018	27.61	31.38	90.59	0.24	0.02	0.32	2.91
06/06/2018	27.53	31.23	90.57	0.24	0.00	0.39	2.67
07/06/2018	27.47	30.99	90.16	0.23	0.00	0.46	2.74
08/06/2018	27.45	30.99	90.03	0.23	0.00	0.47	2.74
09/06/2018	27.45	30.99	90.00	0.23	0.00	0.35	2.74
10/06/2018	27.45	30.99	89.87	0.23	0.00	0.39	2.74
11/06/2018	27.45	30.99	89.84	0.23	0.00	0.39	2.74
24/06/2018	27.45	30.99	89.84	0.23	0.00	0.46	2.75
25/06/2018	27.45	30.99	89.84	0.23	0.00	0.41	2.75
26/06/2018	27.45	30.99	89.84	0.23	0.00	0.26	2.75
27/06/2018	27.45	30.98	89.84	0.23	0.00	0.46	2.75
28/06/2018	27.45	30.98	89.84	0.23	0.00	0.39	2.75
29/06/2018	27.45	30.96	89.84	0.23	0.04	0.38	2.75
30/06/2018	27.43	30.92	89.84	0.23	0.85	0.32	2.75
01/07/2018	27.37	30.92	89.84	0.23	0.00	0.31	2.81
03/07/2018	27.21	30.92	88.57	0.23	0.00	0.32	2.83

**Lampiran D. Hasil Perhitungan 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 E. Hasil Perhitungan Indeks Warna Kamera RGB**

Tanggal	r	g	b	NDVI <sub>rgb</sub>	NDVI <sub>green</sub>	SAVI <sub>green</sub>	NDI	GMR	SR	VARI	BRAVI	BRAVI-SR	EVI <sub>green</sub>	OSAVI <sub>green</sub>	SR <sub>rgb</sub>
12/05/2018	0.310	0.432	0.272	0.380	0.123	0.108	0.121	0.087	1.280	0.207	0.027	0.217	0.194	0.150	0.449
13/05/2018	0.311	0.394	0.262	0.377	0.141	0.126	0.139	0.103	1.329	0.226	0.031	0.197	0.218	0.174	0.452
15/05/2018	0.301	0.410	0.257	0.399	0.174	0.157	0.172	0.131	1.423	0.263	0.038	0.206	0.175	0.216	0.430
20/05/2018	0.316	0.454	0.263	0.368	0.122	0.108	0.120	0.087	1.277	0.202	0.027	0.227	0.251	0.149	0.462
21/05/2018	0.312	0.454	0.263	0.376	0.151	0.135	0.149	0.110	1.356	0.239	0.033	0.227	0.251	0.186	0.454

## Lampiran E. Hasil Perhitungan Indeks Warna Kamera RGB (lanjutan)

Tanggal	r	g	b	NDVIrgb	NDVIgreen	SAVIgreen	NDI	GMR	SR	VARI	BRAVI	BRAVI-SR	EVIgreen	OSAVIgreen	SRrgb
26/05/2018	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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
08/06/2018	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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

**Lampiran E. Hasil Perhitungan Warna Kamera RGB (lanjutan)**

Tanggal	r	g	b	NDVI <sub>rgb</sub>	NDVI <sub>green</sub>	SAVI <sub>green</sub>	NDI	GMR	SR	VARI	BRAVI	BRAVI-SR	EVI <sub>green</sub>	OSAVI <sub>green</sub>	SR <sub>rgb</sub>
30/06/2018	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	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	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 F. Hasil Perhitungan Indeks Warna Kamera NIR**

Tanggal	r	g	b	SAVI	NDVI	BMR	Excess NIR	BMG	GMR
12/05/2018	0.318	0.331	0.351	0.183	0.411	0.033	0.687	0.019	0.028
13/05/2018	0.302	0.332	0.367	0.196	0.480	0.066	0.706	0.037	0.027
15/05/2018	0.303	0.331	0.367	0.196	0.477	0.064	0.705	0.036	0.026
20/05/2018	0.306	0.331	0.363	0.193	0.463	0.057	0.701	0.032	0.022
21/05/2018	0.311	0.331	0.357	0.189	0.440	0.046	0.695	0.026	0.027
26/05/2018	0.314	0.331	0.354	0.186	0.428	0.040	0.690	0.022	0.013
27/05/2018	0.310	0.331	0.359	0.190	0.448	0.050	0.697	0.028	0.023
28/05/2018	0.311	0.331	0.357	0.189	0.439	0.046	0.694	0.026	0.021
29/05/2018	0.311	0.332	0.358	0.189	0.444	0.048	0.697	0.028	0.014
30/05/2018	0.304	0.331	0.365	0.194	0.469	0.060	0.703	0.034	0.021
31/05/2018	0.300	0.331	0.358	0.190	0.461	0.058	0.675	0.016	0.025
01/06/2018	0.311	0.332	0.357	0.189	0.439	0.046	0.694	0.026	0.024
02/06/2018	0.305	0.332	0.365	0.194	0.468	0.060	0.704	0.034	0.023
03/06/2018	0.306	0.332	0.363	0.193	0.464	0.058	0.702	0.033	0.021
04/06/2018	0.307	0.331	0.362	0.192	0.460	0.055	0.700	0.031	0.017
05/06/2018	0.327	0.336	0.348	0.180	0.388	0.021	0.700	0.024	0.002
06/06/2018	0.313	0.331	0.355	0.187	0.432	0.042	0.693	0.024	0.004

**Lampiran F. Hasil Perhitungan Indeks Warna Kamera NIR (lanjutan)**

Tanggal	R	g	b	SAVI	NDVI	BMR	Excess NIR	BMG	GMR
07/06/2018	0.316	0.331	0.353	0.185	0.420	0.037	0.691	0.022	0.022
08/06/2018	0.309	0.331	0.359	0.190	0.448	0.050	0.697	0.028	0.019
09/06/2018	0.315	0.335	0.354	0.186	0.426	0.039	0.692	0.023	0.023
10/06/2018	0.306	0.331	0.363	0.193	0.463	0.057	0.701	0.032	0.023
11/06/2018	0.332	0.331	0.335	0.169	0.341	0.003	0.667	0.001	0.025
24/06/2018	0.318	0.331	0.350	0.183	0.409	0.032	0.687	0.019	0.004
25/06/2018	0.311	0.332	0.359	0.190	0.445	0.048	0.697	0.028	0.021
26/06/2018	0.319	0.331	0.350	0.183	0.408	0.031	0.688	0.019	0.017
27/06/2018	0.310	0.335	0.359	0.190	0.447	0.049	0.697	0.028	0.019
28/06/2018	0.332	0.331	0.334	0.169	0.340	0.003	0.667	0.001	0.024
29/06/2018	0.329	0.331	0.336	0.170	0.348	0.006	0.666	0.001	0.026
30/06/2018	0.324	0.331	0.345	0.178	0.386	0.021	0.683	0.014	0.008
01/07/2018	0.316	0.331	0.352	0.185	0.419	0.036	0.690	0.021	0.017
03/07/2018	0.323	0.331	0.345	0.178	0.386	0.022	0.682	0.014	0.014

**Lampiran G. 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
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



**Lampiran G. 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
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