



**ESTIMASI NUE (*Nitrogen Use Efficient*) PADA TANAMAN EDAMAME
DENGAN MENGGUNAKAN METODE EVALUASI NON-DESTRUKTIF**

SKRIPSI

Oleh

**Andre Prasetyo Cahyo Nugroho
NIM 151710201010**

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



**ESTIMASI NUE (*Nitrogen Use Efficient*) PADA TANAMAN EDAMAME
DENGAN MENGGUNAKAN METODE EVALUASI NON-DESTRUKTIF**

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

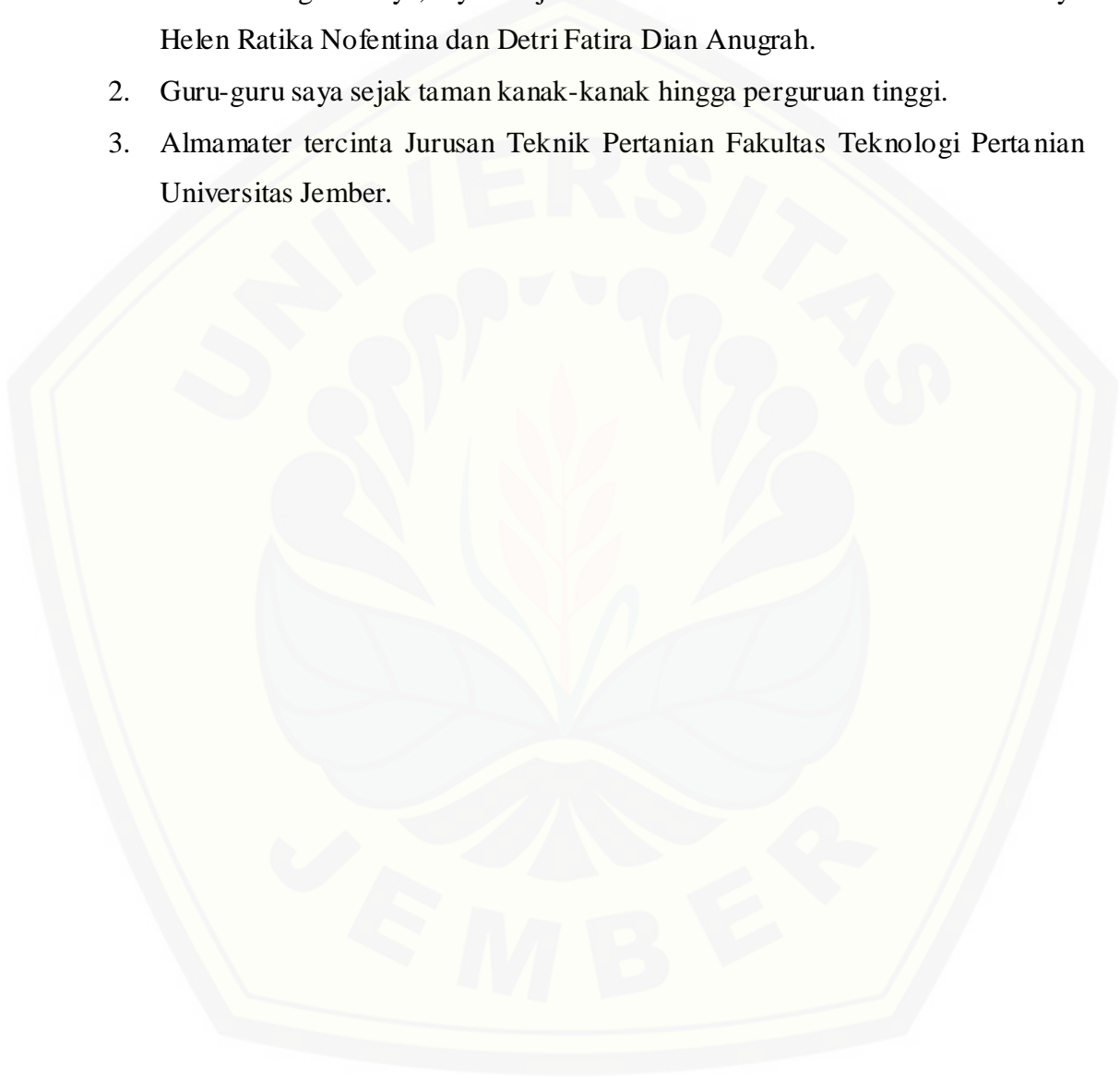
**Andre Prasetyo Cahyo Nugroho
NIM 151710201010**

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

PERSEMBAHAN

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

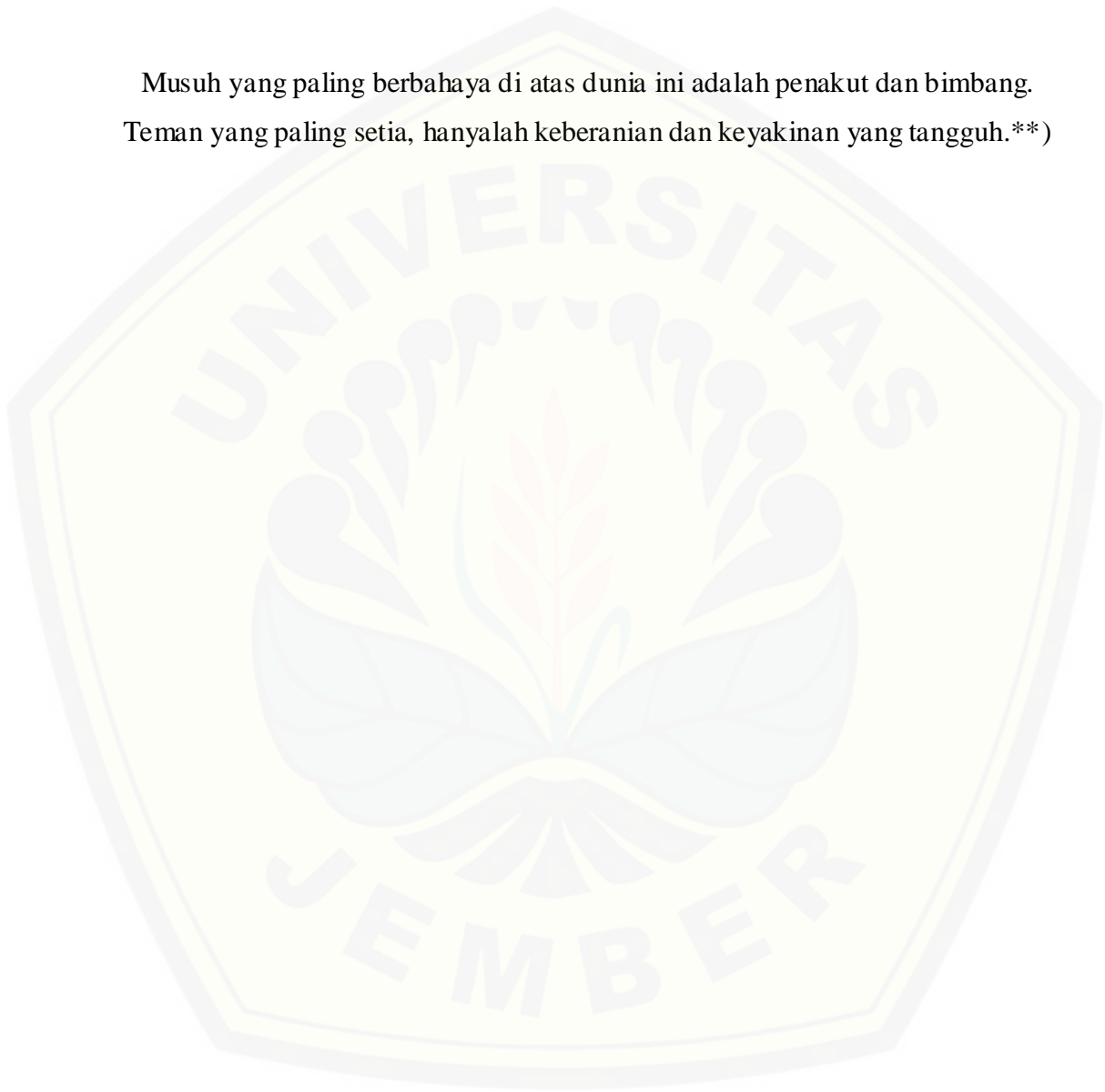
1. Kedua orang tua saya, Ayah Sujirat dan Ibu Kartini serta kedua saudara saya Helen Ratika Nofentina dan Detri Fatira Dian Anugrah.
2. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
3. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

Orang boleh pandai setinggi langit, tapi selama ia tak menulis, ia akan hilang di dalam masyarakat dan sejarah.*)

Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang tangguh.**)



*) Syamsul. 2015. *Contoh Motto Terbaru Dalam skripsi*.
(<http://www.maribela.jarbk.webk.id/2015/03/contoh-motto-terbaru-dalam-skripsi.html>)
diakses 18 juli 2019

**) Agus Hadi Sujiwo. 2013. *Dalang Galau Ngetwit*. Jakarta: Imania.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andre Prasetyo Cahyo Nugroho

Nim :151710201010

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Estimasi NUE (*Nitrogen Use Efficient*) pada Tanaman Edamame dengan Menggunakan Metode Evaluasi Non-Destruktif ” adalah benar – benar hasil karya 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 Juli 2019
Yang menyatakan,

Andre Prasetyo Cahyo Nugroho
NIM 151710201010

SKRIPSI

**ESTIMASI NUE (*Nitrogen Use Efficient*) PADA TANAMAN EDAMAME
DENGAN MENGGUNAKAN METODE EVALUASI NON-DESTRUKTIF**

Oleh

Andre Prasetyo Cahyo Nugroho
NIM 151710201010

Pembimbing:

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Estimasi NUE (*Nitrogen Use Efficient*) pada Tanaman Edamame dengan Menggunakan Metode Evaluasi Non-Destruktif” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 24 Juli 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198410082008121002

Dr. Dedy Wirawan S., S.TP., M.Si
NIP. 197407071999031001

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.
NIP. 197211301999032001

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

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Estimasi NUE (*Nitrogen Use Efficient*) Pada Tanaman Edamame Dengan Menggunakan Metode Evaluasi Non – Destruktif; Andre Prasetyo Cahyo Nugroho, 151710201010; 2019; 30 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pertumbuhan tanaman edamame memerlukan unsur hara salah satunya adalah nitrogen. Nitrogen adalah salah satu unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal. NUE (*Nitrogen Use Efficient*) adalah nutrisi untuk membatasi produksi tanaman dan penggunaan yang efisien penting untuk keberlanjutan ekonomi dari sistem penanaman. Oleh karena itu meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen, diinginkan untuk meningkatkan hasil panen, mengurangi biaya produksi dan menjaga kualitas. Sistem pertanian yang ada saat ini hanya mengandalkan pengetahuan petani dalam mengetahui keefisien dalam pemberian pupuk nitrogen pada tanaman edamame. NUE (*Nitrogen Use Efficient*) dapat diperkirakan dengan menggunakan indeks vegetasi yaitu transformasi spektral dari dua atau lebih pita yang dirancang untuk meningkatkan kontribusi sifat vegetasi. Oleh karena itu, *ground – based remote sensing* merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengestimasi nitrogen pada tanaman edamame. Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kamera RGB, kamera NIR, *Agriino handheld tool*, dan spektrometer. Sedangkan pengukuran sifat fisik tanaman edamame meliputi tinggi tanaman edamame dan jumlah daun tanaman edamame. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil penyiraman air dan perlakuan perbedaan pupuk nitrogen pada tanaman edamame yang diukur dengan sifat fisik, mengetahui hasil pengukuran alat manakah yang paling efektif digunakan untuk estimasi perbandingan pupuk nitrogen antara kamera RGB, kamera NIR, *Agriino handheld tool*, dan spektrometer, mengetahui hasil perbandingan antara berat hasil tanaman edamame dan berbagai macam indeks vegetasi.

Penelitian ini dilakukan di lahan Agroteknopark Universitas Jember. Dengan pemberian nitrogen 0%, nitrogen 40% , nitrogen 60%, nitrogen 100%, dan nitrogen 200% dengan menggunakan tiga jenis pupuk nitrogen yaitu N, P, dan K. Pupuk N diambil dari urea, pupuk P diambil dari TSP, pupuk K diambil dari KCL. Penelitian ini menggunakan empat alat berbeda dengan metode *ground – based remote sensing*. *Agriino handheld tool* berdasarkan metode *absorbance*, sedangkan kamera RGB, kamera NIR, dan Spektrometer berdasarkan metode *reflectance*. Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai RGB citra yang direkam oleh kamera RGB, kamera NIR, dan *Agriino handheld tool* setelah itu melakukan normalisasi warna menghitung indeks vegetasi kamera dan indeks vegetasi spektrometer. Analisis uji statistik menggunakan analisis determinasi untuk mencari koefisien determinasi dan mengetahui tingkat kesesuaian hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam regresi linier. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu data jumlah daun tanaman edamame dan tinggi tanaman edamame sedangkan variabel terikat adalah data hasil citra.

Hasil analisis menunjukkan pengukuran tinggi tanaman edamame dengan perbedaan pemberian pupuk nitrogen yang terbaik terjadi pada nitrogen 60% dan jumlah daun perbedaan pemberian pupuk nitrogen yang terbaik terjadi pada nitrogen 200%. Pengukuran menggunakan kamera RGB, kamera NIR, *Agriino handheld tool*, spektrometer menghasilkan perbedaan pada nilai warna RGB dikarenakan perbedaan spesifikasi alat dan metode dalam pengambilan data. Kamera yang paling baik untuk mengestimasi pengukuran berat panen tanaman edamame dengan indeks GMR dan VARI yaitu kamera RGB karena mempunyai spesifikasi 20 MP dengan sensor CCD.

SUMMARY

Estimation of NUE (*Nitrogen Use Efficient*) in Edamame Plants Using Non – Destructive Evaluation Method; Andre Prasetyo Cahyo Nugroho, 151710201010; 2019; 30 page; The departement is Agrivurtural Engineering of Jember University.

Edamame plants in it growth needs nutrients, one of the nutrients is nitrogen. Nitrogen is one of the nutrients that needed for optimal plant of growth and development. NUE (Nitrogen Use Efficient) is a nutrient to limit plant production and efficient important use for the economic sustainability of the planting system. Therefore, to increase the efficiency of nitrogen use, hopefully to increase yields, reduce production costs and maintain quality. Agricultural system relies on the knowledge of the farmers in knowing the efficiency in providing nitrogen fertilizer in edamame plants. NUE (Nitrogen Use Efficient) can be estimated by using a vegetation index, which is a spectral transformation of two or more bands designed to increase the contribution of vegetation properties. Therefore, ground-based remote sensing is one alternative that can be used to estimate nitrogen in edamame plants. The limitation problem in this study is the data collection by using RGB camera, a NIR camera, Agriino handheld tool, and a sepektrometer. While the measurement of the physical appearance of edamame plants included the height of edamame plants and the amount of leaves of edamame plants. The purpose of this experiment was to determine the results of watering and the treatment of differences in nitrogen fertilizers on edamame plants as measured by physical appearance, knowing which measurement results were the most effective tools used to estimate nitrogen fertilizer comparisons between RGB cameras, a NIR cameras, agriino handheld tools, and a spectrometers, knowing the results of the comparison betwen of the yield weight of edamame plants and various kinds of vegetation index.

This experiment was conducted at the Jember University Agroteknopark divided by giving 0% nitrogen, 40% nitrogen, 60% nitrogen, 100% nitrogen, 200% nitrogen by using three types of nitrogen fertilizer namely N, P, K. N fertilizers was taken from urea, fertilizer P was taken from TSP, and K fertilizer was taken from KCL. It uses four different tools with the ground-based remote sensing method. Agriino handheld tool was based on absorbance methods while RGB, NIR and Spectrometer cameras are based on the reflectance method. Data analysis was performed by calculating the RGB values of images recorded by RGB, NIR cameras, and agriino handheld tools. And doing color normalization, calculating of camera vegetation index and vegetation index spectrometer. Statistical test analysis uses analysis of determination to find the coefficient of determination and determine the level of suitability of the relationship between the independent variable and the dependent variable in linear regression. The independent variable in this experiment was data on the number of edamame plant leaves and edamame plant height while the bound variable was the image data.

The result of the analysis showed the measurements of edamame plant height with differences in the administration of nitrogen fertilizer at 60% nitrogen and the number of leaves different from the administration of nitrogen fertilizer at 200% nitrogen. Measurements using RGB cameras, NIR cameras, agriino handheld tools, spectrometers produce differences in RGB color values because of differences in tool specifications and methods in data retrieval. The best camera was estimate the measurement of harvest weight of edamame plants with an index GMR and VARI of RFB cameras because was a 20 MP specification with a CCD sensor.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Estimasi NUE (*Nitrogen Use Efficient*) pada Tanaman Edamame dengan Menggunakan Metode Evaluasi Non-Destruktif”. 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 terimakasih kepada:

1. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Ketua Penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
4. Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc. selaku Anggota Penguji sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan kritik dan saran serta membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
7. Keluarga saya, Ayah Sujirat dan Ibu Kartini serta kedua saudara saya Helen Ratika Nofentina dan Detri Fatira Dian Anugrah yang selalu memberikan semangat dan doa setiap waktu;

8. Teman-temanku TEP-B 2015 dan teman seangkatan 2015 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terimakasih bantuan, nasihat, dan motivasinya;
9. Teman-teman kontrakan Sumatra 13 nomer 12 yang sudah memberikan semangat, bantuan, nasihat dan motivasinya dalam mengerjakan skripsi;
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini;

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 24 juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
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 Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kedelai Edamame	4
2.2 Pertumbuhan Kedelai Edamame Tingkat Pemberian Air	5
2.3 Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Edamame	5
2.4 Sitem <i>Ground Based Remote Sensing</i> (penginderaan jauh) ...	6
2.5 Kamera NIR (<i>Near Infra Red</i>)	6
2.6 Indeks Warna RGB	7
2.7 Spektrometer	7
BAB 3. METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Penelitian	9
3.3.1 Studi literature	10
3.3.2 Survei lokasi	10
3.3.3 Persiapkan alat dan bahan	10
3.3.4 Penanaman edamame	11
3.3.5 Pengambilan data dengan spektrometer	11
3.3.6 Pengambilan data tinggi tanaman dan jumlah daun	11
3.3.7 Pengambilan data dengan kamera RGB dan kamera NIR .	11
3.3.8 Pengambilan data dengan <i>agriino handheald tool</i>	11
3.3.9 Analisis data	12
3.3.10 Uji perbandingan data	12

3.4 Hasil yang Diharapkan	13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Karakteristik Pertumbuhan Edamame	14
4.1.1 Tinggi tanaman edamame	14
4.1.2 Jumlah daun tanaman edamame	15
4.2 Perbandingan Hasil <i>Image</i> Kamera RGB, Kamera NIR dan <i>Agrino Handheld Tool</i>	18
4.3 Indeks yang paling Efektif untuk Mengestimasi Nitrogen Tanaman Edamame dan Waktu Pengukuran	19
4.3.1 Waktu pengukuran paling efektif dalam mengestimasi nitrogen tanaman edamame dengan indeks vegetasi kamera RGB	19
4.3.2 Waktu pengukuran paling efektif dalam mengestimasi nitrogen tanaman edamame dengan indeks vegetasi <i>agriino handheld tool</i>	21
4.3.3 Waktu pengukuran paling efektif dalam mengestimasi nitrogen tanaman edamame dengan indeks vegetasi kamera NIR	23
4.3.4 Waktu pengukuran paling efektif dalam mengestimasi nitrogen tanaman edamame dengan indeks vegetasi kamera spectrometer	24
4.4 Hasil Perbandingan	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

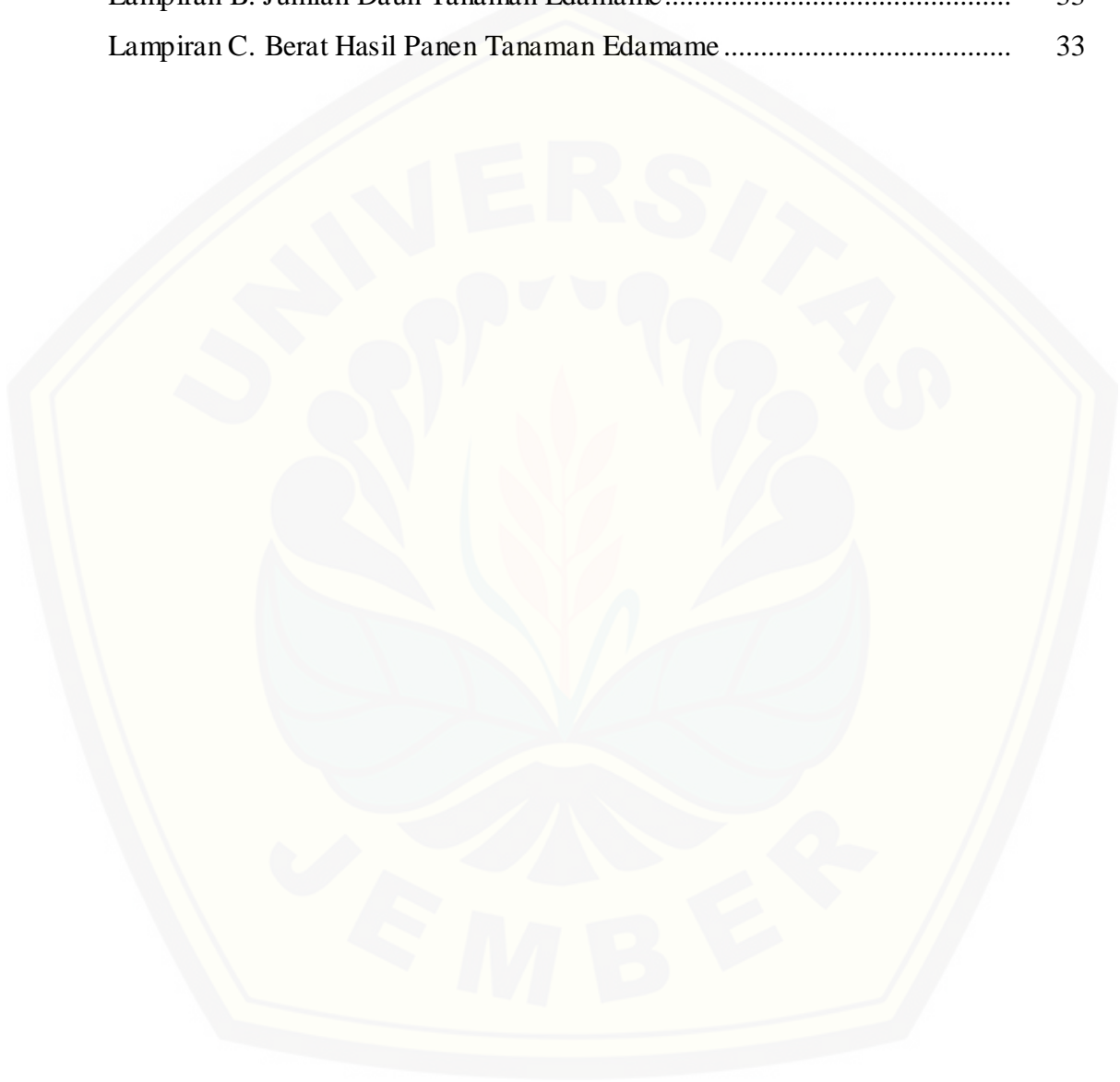
	Halaman
3.2 Prosentase pemupukan	9
3.3 Ringkasan indeks vegetasi	12
4.1 Hasil tinggi tanaman edamame	14
4.2 Jumlah daun tanaman edamame	16
4.3 Hasil analisis determinasi berat hasil panen tanaman edamame dengan indeks GMR dan VARI pada kamera RGB	19
4.4 Hasil analisis determinasi berat hasil panen tanaman edamame dengan indeks GMR dan VARI pada <i>agriino handheld tool</i>	21
4.5 Hasil analisis determinasi berat hasil panen tanaman edamame dengan indeks Excess NIRB pada kamera NIR.....	23
4.6 Hasil analisis determinasi berat hasil panen tanaman edamame dengan indeks NDVI, NDRE, dan EVI pada spectrometer	24
4.7 Hasil perbandingan indeks warna dari setiap alat dan waktu pengukuran.	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Gambar skema polibag penelitian.....	8
3.2 Gambar diagram alir penelitian.....	10
4.1 Gambar hasil tanaman 7, 14, dan 21 HST.....	15
4.2 Gambar grafik tinggi edamame dari perbedaan pemberian pupuk nitrogen	15
4.3 Gambar hasil tanaman 42, 49, dan 56 HST.....	16
4.4 Gambar grafik jumlah daun tanaman edamame dari perbedaan pemberian pupuk nitrogen.....	17
4.5 Gambar hasil image menggunakan tiga alat	18
4.6 Gambar grafik hubungan berat hasil panen edamame dengan indeks vegetasi kamera RGB	20
4.7 Gambar grafik hubungan berat hasil panen edamame dengan indeks vegetasi <i>agriino handheld tool</i>	22
4.8 Gambar grafik hubungan berat hasil panen edamame dengan indeks vegetasi kamera NIR.....	24
4.9 Gambar grafik hubungan berta hasil panen edamame dengan indeks vegetasi spectrometer.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Tinggi Tanaman Edamame	33
Lampiran B. Jumlah Daun Tanaman Edamame	33
Lampiran C. Berat Hasil Panen Tanaman Edamame	33



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Edamame adalah salah satu tanaman tropis dengan jenis sayuran. Edamame merupakan salah satu jenis kacang kedelai yang termasuk ke dalam polong – polongan (Heard, 2004). Edamame bisa dikonsumsi dalam bentuk polongan yang sudah direbus. Jenis tanaman edamame cocok ditanam di Indonesia yaitu bertempat di Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur.

Tanaman edamame dalam pertumbuhan memerlukan unsur hara salah satunya diperlukan nitrogen. Menurut Heard (2004) menyatakan bahwa nitrogen adalah salah satu unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal. Terutama pada proses pertumbuhan tinggi tanaman edamame, pertumbuhan daun dan jumlah daun lebih meningkat. Selain dipengaruhi oleh unsur hara, tinggi tanaman dan jumlah daun juga dipengaruhi oleh ketersediaan air dalam proses pertumbuhan.

Menurut Heard (2004) NUE (*Nitrogen Use Efficient*) adalah nutrisi yang paling membatasi untuk produksi tanaman dan penggunaan yang efisien penting untuk keberlanjutan ekonomi dari sistem penanaman. Oleh karena itu meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen (NUE) diinginkan untuk meningkatkan hasil panen, mengurangi biaya produksi dan menjaga kualitas lingkungan.

NUE (*Nitrogen Use Efficient*) dapat diperkirakan dengan menggunakan indeks vegetasi yaitu transformasi spektral dari dua atau lebih pita yang dirancang untuk meningkatkan kontribusi sifat vegetasi (Huete *et al.*, 2002). Indeks vegetasi didapatkan dari analisis warna RGB dari sebuah citra. Proses dalam pengambilan indeks vegetasi dengan menggunakan kamera RGB, kamera NIR, *Agriino handheld tool* tanpa bersentuhan dengan objek, area tanaman tersebut. Pengambilan hasil citra tersebut dengan metode evaluasi non – destruktif tanpa adanya kerusakan pada suatu objek dalam pengambilan data. Sehingga tanaman dalam proses pertumbuhan lebih maksimal karena tidak terjadi kerusakan dalam pengambilan data.

Menurut Indarto (2016), *Remote sensing* (penginderaan jauh) adalah metode untuk memperoleh informasi suatu objek, area, atau fenomena geografis benda di permukaan bumi tanpa harus kontak langsung dengan objek. *Ground-based remote sensing* (penginderaan jauh berbasis daratan) merupakan metode untuk mengeksplorasi proses yang terjadi di permukaan bumi. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu teknologi tepat guna yang dapat mengestimasi nitrogen secara tepat. Oleh karena itu, *ground-based remote sensing* merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk mengestimasi nitrogen tanaman edamame.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas terdapat rumusan masalah yang dapat dikembangkan sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil penyiraman air dan perlakuan perbedaan pupuk nitrogen pada tanaman edamame yang diukur dengan sifat fisik?
2. Pengukuran alat manakah yang paling efektif digunakan untuk estimasi perbandingan pupuk nitrogen antara kamera RGB, kamera NIR, *agriino handheld tool*, dan spektrometer?
3. Bagaimana hasil perbandingan berat hasil panen tanaman edamame dengan berbagai macam indeks vegetasi ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kamera RGB, kamera NIR, *Agriino handheld tool*, sepektrometer. Sedangkan pengukuran sifat fisik tanaman edamame meliputi tinggi tanaman edamame dan jumlah daun tanaman edamame.

1.4 Tujuan

Dalam penelitian ini yang ingin dicapai sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil penyiraman air dan perlakuan perbedaan pupuk nitrogen pada tanaman edamame yang diukur dengan sifat fisik.

2. Mengetahui hasil pengukuran alat manakah yang paling efektif digunakan untuk estimasi perbandingan pupuk nitrogen antara kamera RGB, kamera NIR, *Agriino handheld tool*, dan spektrometer.
3. Menentukan hasil perbandingan berat hasil panen tanaman edamame dengan berbagai macam indeks vegetasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dapat digunakan sebagai salah satu teknologi dalam penelitian menggunakan citra.
2. Bagi institusi adalah memberikan informasi mengenai hasil citra dalam estimasi nitrogen pada tanaman edamame.
3. Bagi masyarakat yaitu memberikan informasi tentang estimasi nitrogen pada tanaman edamame.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kedelai Edamame

Kedelai edamame dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Klasifikasi tanaman kedelai edamame sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L Merrill)

Secara morfologis, bagian – bagian tanaman kedelai dapat dideskripsikan sebagai berikut:

1. Akar

Akar tanaman kedelai berupa akar tunggang yang membentuk cabang – cabang akar dan memiliki bintil – bintil akar. Akar akan tumbuh ke arah bawah sedangkan cabang akar berkembang menyamping tidak jauh dari permukaan tanah. Pertumbuhan ke samping dapat mencapai jarak 40 cm, dengan kedalaman hingga 120 cm (Pitojo, 2003).

2. Batang

Batang tanaman kedelai berasal dari poros janin sedangkan bagian atas porosi berakhir dengan epikotil yang amat pendek, dan hipokotil merupakan bagian batang kecambah. Titik tumbuh epikotil akan membentuk daun dan kucup ketiak. Pada saat tanaman kedelai sangat muda atau setelah menjadi kecambah dan saat keping biji belum jauh maka batang kedelai dapat dibedakan menjadi dua bagian. Bagian batang di bawah keping biji yang masih belum lepas disebut hipokotil. Sedangkan bagian atas keping disebut epikotil (Rida, 2003).

3. Daun

Daun kedelai ialah daun majemuk berwarna hijau, hijau tua atau hijau kekuningan tergantung varietasnya. Daun kedelai mempunyai ciri – ciri antara lain helai daun oval dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga. Daun ini berfungsi sebagai alat untuk proses asimilasi (Irwan, 2006).

4. Bunga

Bunga kedelai mempunyai bentuk bunga kupu – kupu dan mempunyai dua mahkota dan dua kelopak bunga (Adie, 2006). Bunga berwarna putih, ungu atau ungu pucat dan menyerbuk sendiri. Tanaman kedelai memiliki bunga sempurna yaitu pada tiap kuntum bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan alat kelamin jantan (benang sari) (Rukamana, 1996).

5. Biji

Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat. Pengelompokan ukuran biji kedelai berbeda antar negara, di Indonesia kedelai berukuran besar, sedang dan kecil jika memiliki > 14 g/100 biji, $10-14$ g/100 biji dan < 10 g/100 biji. Kulit biji dengan kotiledon terdapat lapisan endosperm (Adie, 2006).

2.2 Pertumbuhan Kedelai Edamame Tingkat Pemberian Air

Tanaman kedelai membutuhkan sejumlah air setiap fase pertumbuhan dan perkembangnya. Pengaruh kekurangan air yang terjadi pada fase generatif lebih menekan hasil dibandingkan bila kekurangan air yang terjadi pada fase vegetatif. Jika kekurangan air pada fase pembungaan kedelai akan menyebabkan gagalnya pembentukan polong. Kedelai merupakan tanaman yang tidak tahan dengan kekeringan dan penggenangan air. Kondisi air tanah yang baik untuk tanaman kedelai adalah air tanah dalam kapasitas lapang sejak tanaman tumbuh hingga polong berisi penuh (Anis *et al.*, 2015) .

3.3 Pengukuran Pertumbuhan Tanaman Edamame

Menurut (Anis *et al.*, 2015), Pertumbuhan tanaman edamame terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat akar, panjang akar, dan jumlah

bintil akar. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan pada saat berumur 8, 15, 23, 32, dan 40 hari setelah tanam. Sedangkan luas daun, berat akar, panjang akar dan jumlah bintil akar di lakukan saat pemanenan.

2.4 Sistem *Ground Based Remote Sensing* (Penginderaan Jauh)

Remote sensing (penginderaan jauh) merupakan ilmu pengetahuan untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, area, gejala melalui analisis data yang dapat diperoleh tanpa adanya kontak langsung dengan obyek dan area. *Remote sensing* satu – satunya cara untuk menghasilkan data yang cepat, intensif, cukup akurat, dan penilaian skala besar (Taylor dan Mishra, 2014)

Secara umum *remote sensing* digunakan untuk menyatakan identifikasi rupa bumi dengan analisis radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi. Setiap obyek pada permukaan bumi memantulkan sebagian energi elektromagnetik yang mengenai obyek tersebut. Secara khusus satelit dalam penginderaan jauh yaitu hanya sebagai wahana yang membawa sensor – sensor pencitraan untuk melakukan tugas tersebut. Sehingga disebut dengan satelit penginderaan jauh (Govender *et al.*, 2017).

Ground based Remote Sensing ialah sebuah alat yang memiliki tujuan mengeksplorasi dimana proses atmosfer dari permukaan bumi. *Ground based remote sensing* berguna untuk pengindraan jauh ataupun yang menggunakan tripod dalam pengambilan data. Teknik-teknik *ground-based* lebih sesuai untuk pengukuran-pengukuran yang terlokalisasi dan untuk penelusuran data yang terdeteksi dari jarak jauh (Govender *et al.*, 2017).

2.5 Kamera NIR (*Near Infra Red*)

Menurut Kondo dan Ting (1998). Banyak peneliti telah mencoba menggunakan teknologi *Near Infra Red* (NIR) untuk mengukur kandungan gula dan asam mangga. Teknologi NIR dapat digunakan untuk pengukuran kandungan gula beberapa macam buah contohnya tomat, buah persik, dan buah apel. Teknologi ini telah dikembangkan oleh negara – negara maju untuk diaplikasikan dalam mesin- mesin sortasi ataupun pengendalian mutu produk pertanian.

2.6 Indeks Warna RGB

Menurut Arief dan Ahmad (2014). Pada beberapa standar yang ada, citra pada umumnya merupakan tampilan suatu titik yang berbeda pada ruang tiga dimensi. Salah satunya standar yang digunakan pada citra antara lain RGB (*Red, Green, Blue*) dan HLS (*Hue, Luminosity, Saturation*). Standar warna pada citra berwarna yang akan digunakan adalah RGB yang memiliki tiga indeks warna yang terdiri dari merah, hijau, biru. Untuk transformasi RGB menjadi RGB yang dinormalisasi dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$\text{Normalisasi warna merah} \quad r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{Normalisasi warna hijau} \quad g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\text{Normalisasi warna biru} \quad b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots (3.3)$$

2.7 Spektrometer

Spektrometer adalah alat untuk mengukur reflektansi dari permukaan daun. Pengukuran spektrometer pada daun dilakukan dengan menggunakan *Ocean Optic*. Spektrometer ini menggunakan HL-2000 halogen sebagai sumber cahaya. Untuk mengukur refleksi permukaan daun, dengan menggunakan refleksi serat optik untuk mengkalibrasi pemantulan daun (Putra dan Soni, 2017).

Refleksi yang dikalibrasikan yaitu sebagai persentase pantulan spektral. Dalam setiap pengukuran spektrum rata – rata dicatat 10 scan. Untuk setiap tanaman edamame, pengukuran spektrum reflektansi diambil pada satu titik untuk diambil datanya (Putra dan Soni, 2017).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2019. Penelitian ini bertempat di lahan Agroteknopark Universitas Jember. Obyek dalam penelitian ini yaitu tanaman edamame.

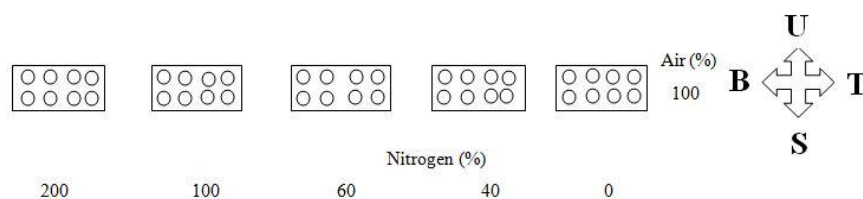
3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Kamera digital RGB dan NIR
- Penggaris pengukur tinggi tumbuhan
- Laptop
- Software* Image J
- Software* Microsoft Excel
- Spektrometer
- Argiino handheld tool*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini memerlukan 40 biji edamame. Biji edamame ditanam di polybag sebanyak 40 biji polybag. Dalam penelitian ini ditanaman 40 biji karena dalam skema penelitian ini dibagi menjadi lima plot yang berisikan delapan polybag. Setiap polybag ditanami satu biji edamame supaya penyerapan nitrogen lebih berpengaruh dibandingkan satu polybag ditanami dua biji edamame.

Penelitian edamame ini di buat 5 plot dengan perbedaan pemberian nitrogen dengan masing-masing pemberian nitrogen dengan 5 variasi yaitu 0%, 40%, 60%, 100%, 200% masing – masing berisikan 8 polybag berikut peta skema penelitian edamame dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Skema polybag penelitian

Berdasarkan gambar skema penelitian di atas bisa dijelaskan bahwa perlakuan pemupukan berbeda dari masing – masing plot. Perlakuan pemupukan bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan masing- masing plot. Penyiraman dilakukan setiap hari sekali pada pukul 16:00 WIB penyiraman dilakukan pada sore hari dimana pada waktu sore hari lebih mempengaruhi tanaman dalam pertumbuhan. Penyiraman ini dengan 100% jika diliterkan yaitu sebesar 0,9 liter. Metode cara menentukan penyiraman air yaitu menyiapkan 1 sampel tanah kering sebanyak 1 kg, kemudian tanah tersebut dimasukan pada botol air mineral berukuran 1,5 liter yang telah dilubangi dengan menggunakan paku berukuran sedang pada bagian bawah botol. Kemudian diberi air sebanyak 1 liter dan tunggu selama 24 jam dari pukul 06:00 pagi sampai pukul 06:00 pagi besok harinya sampai air menetes. Setelah itu menghitung air yang tertahan dalam tanah dengan mengurangi air input dikurangi air output.

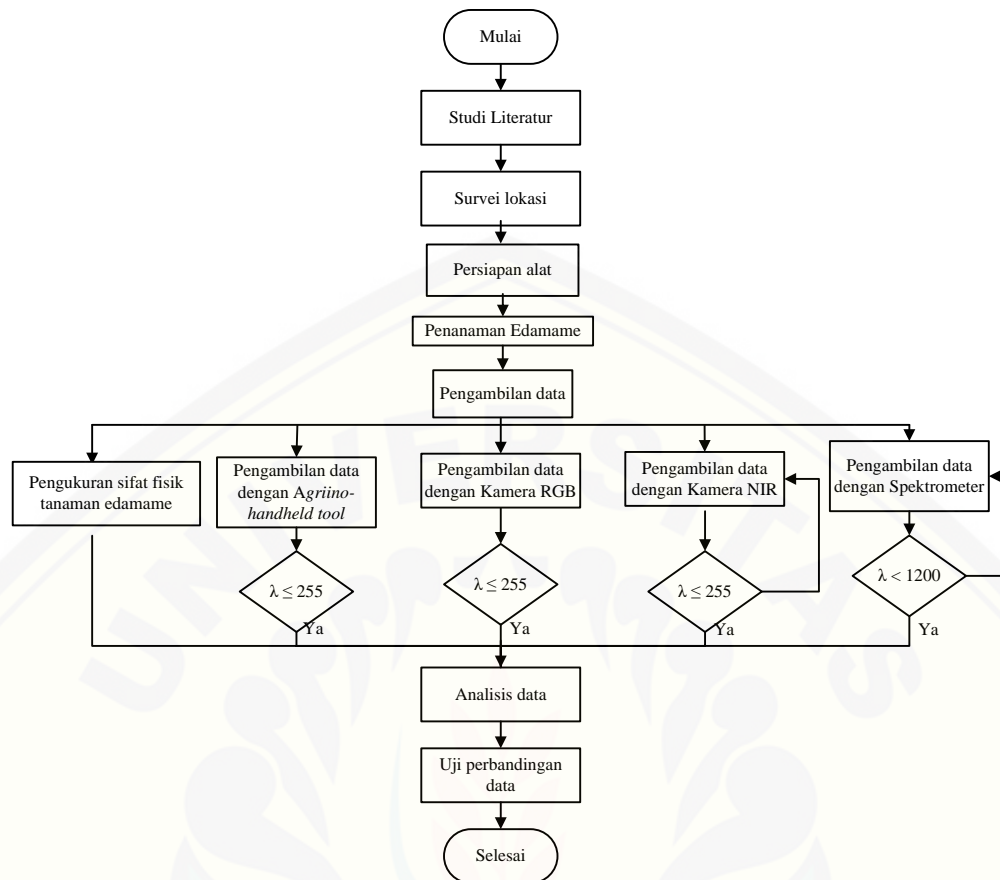
Pemupukan tanaman edamame dalam penelitian ini menggunakan 3 jenis yaitu N, P, K. Pupuk N diambil dari urea, pupuk P dari TSP, pupuk K diambil dari KCL. Penelitian ini membedakan pemberian dosis pupuk N dan pupuk P sedangkan pupuk K pemberian dosis setiap plot sama. Untuk melihat persentase pemupukan N, P, dan K dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 Persentase pemupukan

Prosentase pemupukan	N(gram)	P(gram)	K(gram)
0%	0	7,5	15
40%	5	7,6	15
60%	7,5	7,7	15
100%	12,5	7,8	15
200%	25	7,9	15

3.3 Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

Berdasarkan diagram alir di atas, tahapan penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut.

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi tentang penelitian estimasi NUE (*Nitrogen Use Efficient*) pada tanaman edamame dengan menggunakan metode non-destruktif dari berbagai sumber dan literatur seperti buku dan jurnal

3.3.2 Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk menentukan lokasi menanam biji edamame dan titik pengambilan data. Survei ini dilakukan untuk menentukan lokasi yang akan dipilih berdasarkan kriteria pengambilan data jauh dari pepohonan yang tinggi sehingga pengambilan image tidak ada bayangan pepohonan.

3.3.3 Persiapkan Alat dan Bahan

Persiapan alat yaitu kamera RGB, kamera NIR, *agriino handheld tool*, dan spektrometer, penggaris, buku, dan alat tulis. Serta mempersiapkan bahan baku seperti biji tanaman edamame, tanah, polybag.

3.3.4 Penanaman Edamame

Penanaman edamame ditanam di polybag berukuran 20 cm x 20 cm, dengan tanah seberat 4 kg. penanaman dibagi menjadi 5 plot masing-masing plot berisi delapan polybag setiap polybag berisi satu biji tanaman edamame.

3.3.5 Pengambilan Data dengan Alat Spektrometer

Pengambilan data dengan menggunakan spektrometer dengan jarak ketinggian 1,5 meter di atas tanaman edamame dengan menggunakan USB 2000 *Ocean Optik*. Spektrometer ini memiliki informasi spectral antara 350 dan 1000 nm dengan resolusi 1,5 nm. Pengambilan data ini untuk mengukur intensitas gelombang warna pada hasil citra.

3.3.6 Pengambilan Data Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Pengukuran sifat fisik tanaman edamame meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun edamame. Untuk mengukur tinggi tanaman menggunakan penggaris sedangkan untuk jumlah daun dengan menghitung perhelai daun setiap batang tanaman edamame. Pengukuran sifat fisik meliputi tinggi dan jumlah daun untuk mengetahui hasil dari perbedaan pemupukan pada tanaman edamame.

3.3.7 Pengambilan Data dengan Menggunakan Kamera RGB dan Kamera NIR

Pengambilan data citra dengan menggunakan kamera RGB dan kamera NIR dengan jarak ketinggian 1,5 meter di atas tanaman edamame. Hasil citra kamera RGB dan kamera NIR untuk mengetahui tingkat kehijauan tanaman dengan menggunakan berbagai macam indeks vegetasi.

3.3.8 Pengambilan Data dengan Menggunakan *Agriino Handheld Tool*

Pengambilan data menggunakan *Agriino handheld tool* dilakukan dengan cara menjepit daun tanaman edamame. *Agriino handheld tool* memiliki resolusi kamera sebesar 1.3 MP dan lampu LED sebagai sumber cahaya yang dapat dihubungkan dengan smartphone menggunakan *software* *Agriino 1.0* (Agrimart, 2018). *Agriino handheld tool* digunakan pada penelitian ini dikarenakan dapat menghasilkan citra yang memanfaatkan teknologi *ground-based remote sensing*

dengan metode *absorbance*. Citra yang direkam menggunakan *agriino handheld tool* harus mempunyai panjang gelombang (λ) kurang dari atau sama dengan 255 (≤ 255), karena jika mempunyai nilai diatas 255 maka citra tersebut jenuh.

3.3.9 Analisis Data

Ada tiga perhitungan yang dilakukan dalam analisis data yaitu sebagai berikut;

1. Menghitung nilai indeks kamera RGB, kamera NIR, dan *Agriino handheld tool* dengan menggunakan software Image J. Untuk mengetahui nilai indeks tingkat kehijauan pada tanaman edamame.
2. Menghitung nilai indeks warna kamera RGB, kamera NIR, *handheld tool*, indeks spektrometer yaitu sebagai berikut;

Tabel 3.3 Ringkasan Indeks Vegetasi

No	Indeks Vegetasi	Bagian	Sumber
1	$GMR = g - r$	Kamera	Wang <i>et al.</i> (2013)
2	$VARI = \frac{g - r}{g + r + N}$	Kamera	Gitelson <i>et al.</i> (2002)
3	$NDVI (815\&670) = \frac{NIRb - Red}{NIRb + Red}$	Spektrometer	Rouse (1974)
4	$NDRE (815\&715) = \frac{NIRa - Red}{NIRa + Red}$	Spektrometer	Barnes <i>et al.</i> (2000)
5	$EVI_{spect} = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + 6 \times Red - 7.5 \times Blue + 1)}$	Spektrometer	Huete <i>et al.</i> (2002)
6	Excess NIRB = 2B - G - R	NIR-R Kamera	Putra dan Soni (2017)

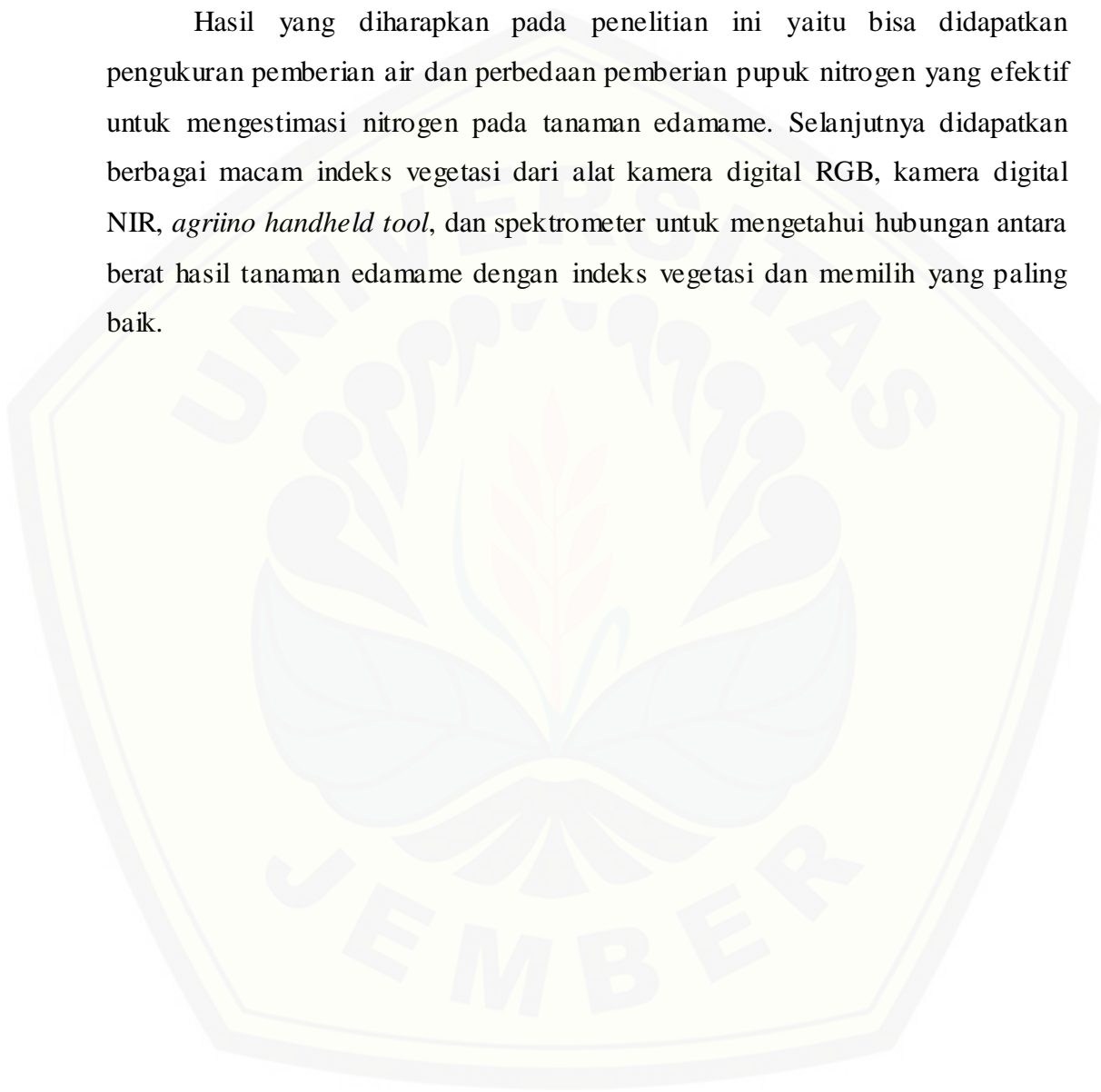
3.3.10 Uji perbandingan data

Analisis CCR (*Correlated Component Regression*) bertujuan untuk mencari nilai koefisien determinasi R^2 untuk menunjukkan nilai dari perbandingan berat hasil panen edamame dengan berbagai macam indeks kamera RGB, kamera NIR, *Agriino handheld tool* dan spektrometer. Serta tinggi tanaman edamame dan jumlah daun edamame. CCR (*Correlated Component Regression*) adalah metode regresi baru yang memberikan prediksi yang dapat diandalkan bahkan dengan data yang ada hubungannya linear. CCR menggunakan komponen berkorelasi $K < P$, sebagai pengganti prediktor P untuk memprediksi variabel hasil. CCR

diperlukan karena regresi biasa hanya dapat memasukkan tidak lebih dari 6 data (Magidson, 2013)

3.4 Hasil yang Diharapkan

Hasil yang diharapkan pada penelitian ini yaitu bisa didapatkan pengukuran pemberian air dan perbedaan pemberian pupuk nitrogen yang efektif untuk mengestimasi nitrogen pada tanaman edamame. Selanjutnya didapatkan berbagai macam indeks vegetasi dari alat kamera digital RGB, kamera digital NIR, *agriino handheld tool*, dan spektrometer untuk mengetahui hubungan antara berat hasil tanaman edamame dengan indeks vegetasi dan memilih yang paling baik.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan penelitian yang telah dijelaskan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil perlakuan pemberian air 100% dan perbedaan pemberian pupuk nitrogen pada tinggi tanaman edamame dengan N 60% memiliki hasil R^2 0,880 dengan persamaan $y = -0,009x^2 + 853,9x - 2E + 07$. Pada jumlah daun edamame N 200% memiliki hasil R^2 0,991 dengan persamaan $y = -0,107x^2 + 9381,x - 2E + 08$. Dari hasil perlakuan tersebut penyiraman air 100% dan dosis pupuk N 60% dan N 200% yang paling baik, dikarenakan air merupakan salah satu faktor terjadinya foto sintesis sehingga mengakibatkan pertumbuhan jumlah daun lebih meningkat. Begitu juga sebaliknya adanya unsur hara yang diserap oleh tanaman sangatlah cukup untuk pertumbuhan tinggi tanaman edamame.
2. Pengukuran hasil *image* menggunakan kamera RGB, kamera NIR, *agriino handheld tool*, spektrometer mengalami perbedaan dari delapan kali pengukuran kamera RGB dengan indeks GMR nilai R^2 0,7867, *agriino handheld toll* indeks GMR nilai R^2 0,4087, kamera NIR indeks Excess NIRB nilai R^2 0,7448 jadi dengan menggunakan kamera RGB nilainya sangat signifikan dibandingkan dengan alat yang lainnya.
3. Kamera digital RGB paling efektif dengan indeks GMR dan VARI dalam pengukuran untuk mengetahui berat hasil panen edamame dibandingkan dengan indeks kamera NIR, *agriino handheld tool* dan spectrometer. Karena kamera RGB mempunyai spesifikasi kamera sebesar 20 MP dengan sensor CCD. Sensor CCD memiliki kelebihan yaitu pada resolusi yang tinggi dan ketersediaan cahaya yang lemah

5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya lebih banyak lagi variasi untuk perbandingan perlakuan pemberian nitrogen dan uji laboratorium supaya mendapatkan informasi data yang lebih detail dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M dan Muchlish. 2006. *Biologi Tanaman Kedelai*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Adie, M. M dan Krisnawati, A. 2007. *Biologi Tanaman Kedelai*. Hlm 45-73 Dalam Kedelai, Teknik Produksi dan Pengembangan, disunting oleh Sumarno, Suyanto, Adi Widjono, Hermanto, dan Husni Kasim. Pusat Penelitian dan Tanaman Pangan. Bogor. 521 hlm.
- Agrimart. 2018. *Manual Book Mobile-Based Plant Nutrients Sensing System*. CV. Agrimart Pasar Tani Indonesia.
- Arief, M.B dan Ahmad, 2014. Analisis Distribusi Intensitas RGB Citra Digital Untuk Klasifikasi Biji Jagung Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Fisika Dan Aplikasi*. Volume 10. Nomer. 3. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. JL Arief Rahman Hakim. surabaya 60111.
- Assad, M., dan Yasin, M. 2014. Kajian Pemupukan N, P dan K Terhadap Produktivitas Jagung Hibrida di Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo. Prosiding Seminar Nasional “Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi”. Banjarbaru.
- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Anis, K., A, Rahayu., dan S. A. Adimihardja. 2015. Perbandingan Pertumbuhan dan produksi Kedelai Edamame (*Glycine max(L.) Merr*) pada Berbagai Dosis Pupuk Organik dan Pupuk Buatan. Volume 1. Nomer. 1. Universitas Djuanda Bogor. JL. Tol Ciawi 16720
- Barnes, E. M., T. R. Clarke., S. E. Richards., P. D. Colaizzi., J. Haberl., dan M. Kostrzewski. 2000. *Coincident detection of crop water stress, nitrogen status and canopy density using ground based multispectral data*. In Proceedings of the fifth international conference on precision agriculture.
- Gitelson, A. A., Y. J. Kaufman., R. Strak., dan D. Rundquit. 2002. *Novel Algorithms for Remote Estimation of Vegetation Fraction*. Remote Sensing of Environment. 80: 76-87.
- Govender, M., P. J. Dye., I. Weiersbye., E. Witkowski., dan F. Ahmed. 2009. *Review of commonly used remote sensing and ground-based technologies to measure plant water stress*. Water SA. 35(March 2016).
- Heard, J. 2004. *Nutrient Uptake And Removal Patterns In High Yielding*

- Manitoba Corn Manitoba Agriculture*. (<http://www.maize.corncob.htm>).
- 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.
- Irwan, A. 2006. *Budidaya Tanaman Kedelai*. Retrieved Desember 18, 2015, from <http://www.wawanshoot.com>. [Diakses 18 April 2019]
- Indarto. 2016. *Pengindraan Jauh Metode Analisis dan Interpretasi Citra Satelit*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
- Kondo, N., dan Ting, 1998. *Robotics For Bioproduction System. The Society Of Agricultural Engineering, Foods, and Biological System (ASAE) Book. St. Joseph, USA*.
- Magidson, J. 2010. Correlated Component Regression: A Prediction / Classification Methodology for Possibly Many Features. Belmont MA: Statistical Innovations
- NASA Earth Observatory. 2000. *Measuring Vegetation (NDVI & EVI)*. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation>. [Diakses 10 Mei 2019].
- Pitojo, S.2003. *Benih Kedelai*. Yogyakarta: Kanisus.
- Putra, B. T. dan P. Soni. 2017. Evaluating nir-red and nir-red edge.
- Rida, Z.2003. *Pengaruh Kultivar dan Jenis Rhizobium terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
- Rukamana, R.1996. *Kedelai : Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisus
- Rouse, J. W., R. H. Hass., J. A. Schell., dan D. W. Deering. 1974. *Monitoring Vegetation Systems In The Great Plains with ERTS*. Remote Sensing. NASA: 309-317.
- Taylor, P. dan D. R. Mishra. 2014. *Giscience & remote sensing coastal remote sensing*. (August):37–41.
- Tania, N., Astina., dan S. Budi. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Semi pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*. 1 (1): 10- 15.

Wang, Y., D. Wang., G. Zhang., dan J. Wang. 2013. *Estimating nitrogen status of rice using the image segmentation of G-R thresholding method*. Field Crops Research. 149: 33-39.



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Tinggi Tanaman Edamame

Tabel A.1 Data tinggi tanaman edamame

Air	Pengukuran	28/01/2019	04/02/2019	11/02/2019	18/02/2019	25/02/2019	04/03/2019	11/03/2019	18/03/2019
plot 100%	N 200%	5.8	15.5	19.0	19.3	19.6	20.8	20.8	20.8
	N 100%	5.3	14.8	17.6	17.5	18.4	20.1	20.2	20.4
	N 60%	5.9	15.0	15.6	17.9	18.3	19.9	19.9	19.9
	N 40%	5.1	14.9	17.7	19.0	18.2	20.6	20.6	20.6
	N 0%	5.5	15.9	18.9	20.4	20.1	21.4	21.4	21.4

Lampiran B. Jumlah Daun Tanaman Edamame

Tabel B.2 Data jumlah daun tanaman edamame

air	Pengukuran	28/01/2019	04/02/2019	11/02/2019	18/02/2019	25/02/2019	04/03/2019	11/03/2019	18/03/2019
plot 100%	N 200%	16	64	106	149	168	168	168	168
	N 100%	15	64	134	157	153	155	158	160
	N 60%	15	61	112	89	116	116	116	116
	N 40%	16	61	82	95	124	124	124	124
	N 0%	16	64	101	117	128	128	128	128

Lampiran C. Berat Hasil Panen Tanaman Edamame

Tabel C.3 Data berat hasil panen tanaman edamame

Air	Pupuk Nitrogen	Berat Hasil Panen Edamame
100%	N 200%	95
	N 100%	96
	N 60%	68
	N 40%	57
	N 0%	62