

**ANALISIS BIOFISIK TANAMAN PADI DENGAN CITRA *DRONE* (UAV)
MENGUNAKAN *SOFTWARE AGISOFT PHOTOSCAN***

**ANDI ELMA IRAWATY
G 411 13 309**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**



Optimization Software:
www.balesio.com

**ANALISIS BIOFISIK TANAMAN PADI DENGAN CITRA *DRONE* (UAV)
MENGUNAKAN *SOFTWARE* AGISOFT PHOTOSCAN**

OLEH :

**ANDI ELMA IRAWATY
G 411 13 309**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknologi Pertanian**

Pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**



Optimization Software:
www.balesio.com

HALAMAN PENGESAHAN

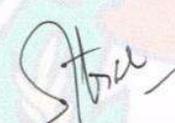
Judul : Analisis Biofisik Tanaman Padi dengan Citra Drone
(UAV) Menggunakan Software Agisoft Photoscan
Nama : Andi Elma Irawaty
Stambuk : G411 13 309
Program Studi : Teknik Pertanian
Departemen : Teknologi Pertanian

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

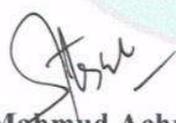

Dr. Ir. Daniel, M. Eng.Sc
NIP. 19620201199002 1 002


Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP
NIP. 19700603 199403 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen
Teknologi Pertanian

Ketua Panitia
Ujian Sarjana


Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP
NIP. 19700603 199403 1 003


Muhammad Tahir Sapsal, S.TP., M.Si
NIP. 19840716 201212 1 002



Hal Pengesahan: 2017

Andi Elma Irawaty (G411 13 309), Analisis Biofisik Tanaman Padi dengan Citra Drone (UAV) Menggunakan Software Agisoft Photoscan Dibawah bimbingan Daniel Useng dan Mahmud Achmad

ABSTRAK

Hasil pertanian yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia antara lain adalah padi. Akan tetapi, salah satu tantangan dalam membangun pertanian adalah adanya kecenderungan penurunan produktivitas lahan. Salah satu upaya pencegahannya adalah menerapkan teknologi sehingga dapat memperoleh informasi berupa data citra penggambaran kondisi fisik tanaman (ketinggian atau kerapatan) sebagai data bantuan untuk menghitung produktivitas lahan sawah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat produktivitas lahan sawah berdasarkan kondisi fisik tanaman menggunakan pengolahan data citra tiga dimensi (3D). Tahapan dari penelitian ini dimulai dari pengambilan data citra dan pengukuran lapangan, kemudian data citra akan diolah menggunakan *Software Agisoft Photoscan*. *Software Agisoft Photoscan* memanfaatkan metode stereoskopis yang mengubah data citra 2D menjadi 3D. Pengukuran dilakukan pada beberapa sampel yang memiliki varietas dan pola tanam berbeda. Kemudian dilakukan validasi data antarkedua pengukuran agar tingkat akurasi dapat diperoleh. Selain itu, dilakukan juga pengukuran dengan menggunakan data uji yang berfungsi sebagai analisis prediksi nilai pengukuran kondisi fisik tanaman. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan bahwa tingkat akurasi pengukuran menggunakan *software Agisoft Photoscan* untuk ketinggian tanaman mencapai 70%, sedangkan kerapatan tanaman mencapai tingkat akurasi sebesar 60%.

Kata kunci: Padi, Stereoskopis, Kondisi Fisik, 3D (tiga dimensi), software Agisoft Photoscan



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Selama pelaksanaan studi, penelitian maupun penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis berkat adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menghanturkan terimakasih kepada :

1. **Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng. Sc.** dan **Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP.** sebagai dosen pembimbing atas kesabaran, petunjuk dan segala arahan yang telah diberikan dari penyusunan proposal, penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai.
2. **Dr. Iqbal, S.TP, M.Si** dan **Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP** yang telah memberikan banyak masukan dan saran guna penyempurnaan skripsi saya.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi mereka yang memerlukannya demi kemajuan ilmu pengetahuan.

Makassar, Mei 2017

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tak lepas dari campur tangan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Keluarga, khususnya ayah Andi Hakim Mannangkasi dan ibu Hermanty yang telah memberikan cinta dan kasih sayang, serta do'a dan semangat sehingga memotivasi saya untuk segera menyelesaikan penelitian ini
2. Teman-teman terdekat saya Susan, Safira, Gemala, Ayu, Nugrah, Uni dan Ilmi, saudara-saudara seperjuangan yang tergabung dalam RANTAI 2013 serta keluarga kecil HIMATEPA yang tidak berhenti memberikan semangat dan saran sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat membantu dalam memajukan teknologi dan ilmu pengetahuan.

Makassar, Mei 2017

Penulis



RIWAYAT HIDUP



Andi Elma Irawaty lahir di Ujung Pandang pada tanggal 31 Oktober 1995 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan bapak Andi Hakim Mannangkasi dan ibu Hermanty.

Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan dasar pada SD Negeri Tidung Makassar pada tahun 2002 sampai tahun 2007.
2. Melanjutkan pendidikan di sekolah menengah pertama pada SMP Negeri 33Makassar pada tahun 2007 sampai tahun 2010.
3. Untuk jenjang menengah atas, pendidikan di tempuh di SMA Negeri 9Makassar pada tahun 2010 sampai tahun 2013.
4. Melanjutkan pendidikan pada Universitas Hasanuddin, Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Makassar pada tahun 2013 sampai pada tahun 2017.

Setelah lulus melalui jalur SBMPTN Tertulis tahun 2013, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknik Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar. Selama berkuliah penulis pernah menjadi salah satu pengurus HIMATEPA Periode 2015/2016, penulis juga aktif sebagai asisten di beberapa Laboratorium.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tanaman Padi.....	3
2.2. Pola Tanam	7
2.3. <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	11
2.4. Stereoskopis	12
2.5. Pemetaan Lahan	13
2.6. Registrasi Data Citra	14
2.7. <i>Software Agisoft Photoscan</i>	14
2.8. Kondisi Fisik Tanaman	16
2.9. Spesifikasi <i>Drone Modul DJI Phantom Vision 2+</i>	17
2.10. Kajian Penelitian	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Alat dan Bahan	19
Metode Penelitian	19
Bagan Alir Penelitian	22



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perkembangan Biometrik Tanaman	23
4.2. Tingkat Produktivitas Padi di Desa Alatengae, Maros.....	26
4.3. Pengolahan Data menggunakan <i>Software Agisoft Photoscan</i>	27
4.4. Perbandingan Tinggi Tanaman dan Kerapatan Tanaman pada Nilai Pengukuran dan Nilai Estimasi.	30
4.5. Estimasi Pengukuran pada Petak Uji	32
4.6. Peta Prediksi Kondisi Fisik Tanaman	33
V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36



DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1	Deskripsi Varietas Padi Ciliwung, Inpari 4 dan Inpari 23	6
2	Pengukuran data lapangan kondisi fisik tanaman padi berdasarkan hari setelah tanam (HST)	24



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1	Varietas Padi	7
2	Sistem Tanam Jajar legowo 2:1	9
3	Sistem Tanam Jajar legowo 4:1	10
4	Sistem Tanam Tegel	10
5	Sistem Tanam Benih Langsung menggunakan Atabela	11
6	Tampilan Sebuah Lahan yang Diambil dari UAV dengan Ketinggian 50 meter (95 HST)	11
7	<i>Drone Modul DJI Phantom Vision 2+</i>	17
8	Bagan Alir Penelitian	22
9	Peta Lahan Persawahan Desa Alatengae, Kabupaten Maros	23
10	Tingkat Produktivitas Padi Tiap Varietas di Desa Alatengae, Maros	26
11	Pengukuran Tinggi Tanaman menggunakan <i>Software Agisoft Photoscan</i> saat 38 HST	29
12	Pengukuran Jarak Tanaman menggunakan <i>Software Agisoft Photoscan</i> saat 19 HST	30
13	Perbandingan Tinggi Tanaman pada Nilai Pengukuran dan Nilai Estimasi	31
14	Perbandingan Jarak Tanam pada Nilai Pengukuran dan Nilai Estimasi	31
15	Persentase Akurasi Petak Uji	32
16	Peta Prediksi Kondisi Tanaman Padi	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1	Peta Dasar Lahan Persawahan Desa Alatengae, Maros	38
2	Tingkat Produktivitas Lahan Sawah Desa Alatengae, Maros	39
3	Perkembangan Biometrik Tinggi Tanaman	45
4	Pengolahan Citra Menggunakan <i>Software Agisoft Photoscan</i>	46
5	Perbandingan Tinggi Tanaman Pengukuran dan Tinggi Estimasi (38 HST, 66 HST, dan 95 HST)	52
6	Estimasi pada Petak Uji	53
7	Perbandingan Jarak Tanam Pengukuran dan Tinggi Estimasi (19 HST)	54



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki lahan pertanian yang sangat luas. Selain itu, Indonesia merupakan negara agraris yang kegiatan dan hasil pertaniannya sangat berpengaruh terhadap kehidupan rakyat Indonesia. Salah satu hasil pertanian yang merupakan aspek penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia adalah padi. Padi juga merupakan sumber penghasilan terbesar bagi para petani. Karena padi merupakan hasil pertanian yang sangat berpengaruh bagi masyarakat, maka produktivitas padi perlu ditingkatkan. Akan tetapi, salah satu tantangan dalam membangun pertanian adalah adanya kecenderungan menurunnya produktivitas lahan. Hal ini dapat dicegah dengan dilakukannya upaya dalam menjaga kelestarian tanaman padi. Agar usahatani padi dapat berkelanjutan, penerapan teknologi akan sangat berpengaruh. Teknologi yang diterapkan harus memperhatikan faktor lingkungan, baik lingkungan fisik maupun lingkungan sosial.

Salah satu pencapaian usahatani padi yang produktif adalah penerapan teknologi dalam memetakan suatu lahan. Pemetaan lahan memberikan informasi mengenai lahan tersebut dengan lebih mudah, murah dan lebih akurat. Informasi yang diperoleh antara lain dapat berupa data citra penggambaran tutupan lahan yang berbeda, kondisi fisik tanaman (ketinggian atau kerapatan), bahkan perbedaan lahan sawah dengan tanaman padi fase vegetatif dan generatif. Sehingga dengan adanya informasi tersebut, dapat dilihat pertumbuhan tanaman padi secara bertahap.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukanlah penelitian ini agar dapat menganalisis varietas tanaman padi dan pola tanam sehingga dapat mempermudah dalam mengetahui tingkat produktivitas berdasarkan informasi kondisi fisik tanaman berupa ketinggian tanaman maupun kerapatan yang diperoleh dari data citra UAV dengan mengubah peta 2D (data citra) menjadi peta tiga dimensi 3D yang diperoleh dapat diolah dan dianalisis menggunakan Agisoft Photoscan.



1.2. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat produktivitas padi berdasarkan varietas dan pola tanam dengan mengidentifikasi kondisi fisik tanaman (tinggi tanaman dan kerapatan) menggunakan pengolahan data citra tiga dimensi (3D).

Kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan informasi berupa peta kondisi fisik tanaman (ketinggian tanaman dan kerapatan) padi untuk mempermudah menghitung produktivitas yang dapat dihasilkan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa*) merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Permintaan akan komoditas ini dari tahun ke tahun mengalami lonjakan sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk dengan laju pertumbuhan penduduk rata-rata 1,34% per tahun. Pembagian yang terjadi pada tanaman padi yang dapat terlihat secara visual adalah perbedaan fenotipe yang meliputi antara lain tinggi tanaman dan jumlah anakan. Perbedaan fenotipe dapat terlihat apabila tanaman padi yang ditanam di lahan budidaya memiliki tinggi yang tidak seragam dan jumlah anakan yang berbeda untuk tiap-tiap rumpun padi (BKPPP, 2009).

Perhitungan produktivitas hasil tanaman dilakukan untuk setiap satu periode musim tanam (*growing season*). Dengan demikian awal musim tanam (tanggal tanam) dan akhir musim tanam (tanggal panen) harus diketahui. Tanaman-tanaman yang memiliki pola tanam dan kalender tanam yang tetap atau teratur tidak sulit untuk mengetahui dan menentukan waktu awal dan akhir musim tanam sehingga perhitungan produktivitas hasil tanaman musiman dapat dilakukan dengan lebih mudah. Namun, tidak demikian halnya dengan tanaman dan lahan pertanian yang memiliki pola tanam dan kalender tanam yang heterogen. Pada kondisi demikian, estimasi produktivitas hasil tanaman musiman (1 periode musim tanam) pada umumnya ditentukan dengan asumsi bahwa waktu awal dan akhir musim tanam pada keseluruhan area yang menjadi objek kajian adalah sama (Sari, 2010).

Tanaman akan tumbuh dan memiliki produktivitas yang tinggi apabila menggunakan varietas yang sesuai dan sistem pertanaman yang diatur sedemikian rupa serta didukung oleh kondisi lingkungan yang sesuai. Kondisi lingkungan yang dimaksud dapat berupa penggunaan pola tanam, kandungan unsur hara mikro dan makro, keadaan lahan, maupun hama dan penyakit yang menyerang tersebut. Disisi lain penggunaan varietas unggul dan benih bermutu teknik budidaya yang baik dapat memperkecil biaya produksi dan atkan produktivitas (Budi, 2007).



a. Pola Tanam

Penerapan cara tanam pada budidaya tanaman sangat berpengaruh terhadap jumlah populasi per satuan luas dan keteraturan ruang tumbuh tanaman. Populasi tanaman persatuan luas yang optimal akan menghasilkan produksi optimal pula dan sekaligus meningkatkan produktivitas lahan. Cara tanam yang padat cenderung menghasilkan ruang tumbuh tanaman yang padat pula sehingga memungkinkan terjadinya persaingan yang tinggi antar individu tanaman. Salah satu contoh adalah persaingan dalam penggunaan cahaya, dimana pada ruang tumbuh yang sempit atau jarak tanam rapat, penggunaan cahaya secara maksimum tercapai pada awal pertumbuhan, akan tetapi pada akhirnya penampilan masing-masing tanaman secara individu menurun dan terjadi persaingan terhadap faktor-faktor tumbuh lainnya seperti air, unsur hara dan lainnya (Budi, 2007).

b. Kandungan Unsur Hara

Kesuburan tanah adalah kemampuan suatu tanah untuk menyediakan unsur hara, pada takaran dan kesetimbangan tertentu secara berkesinambungan, untuk menunjang pertumbuhan suatu jenis tanaman pada lingkungan dengan faktor pertumbuhan lainnya dalam keadaan menguntungkan. Makin tinggi ketersediaan hara, maka tanah tersebut makin subur dan sebaliknya. Kandungan unsur hara dalam tanah selalu berubah ubah, tergantung pada musim, pengolahan tanah dan jenis tanaman. Takaran rekomendasi pupuk secara umum berturut-turut sebesar urea 200 kg/Ha, SP-36 100 kg/Ha, dan HCl 100 kg/Ha (Widowati, 2004).

c. Keadaan Lahan

Pengolahan lahan ini dilakukan agar kondisi struktur tanah dapat sesuai dengan ketentuan tanah untuk ditanami padi. Lahan yang ada dipersiapkan dengan mensterilkan tanah dari rumpun rumput, mempertimbangkan kadar air, tekstur, dan solum tanah.

d. Hama dan Penyakit

ma berinteraksi dengan tanaman melalui persaingan untuk mendapatkan atau lebih faktor tumbuh yang terbatas, seperti cahaya, hara, dan air. at persaingan bergantung pada curah hujan, varietas, kondisi tanah,



kerapatan gulma, lamanya tanaman, pertumbuhan gulma, serta umur tanaman saat gulma mulai bersaing (Soerjandono, 2005).

Padi umumnya merupakan tanaman yang sensitif terhadap hama dan penyakit. Pestisida digunakan untuk menurunkan populasi hama akibat organisme pengganggu tanaman berupa hama (serangga, tungau, hewan menyusui, burung, moluska), penyakit (jamur, bakteri, virus, nematoda) serta gulma atau tumbuhan pengganggu. Golongan pestisida yang paling banyak digunakan dalam jumlah cukup besar untuk meningkatkan hasil produksi pertanian adalah herbisida, insektisida dan fungisida (Djojsumarto 2008).

Tanaman padi dapat dibedakan berdasarkan varietasnya. Semakin beragam varietas padi yang dilepas, diharapkan masyarakat pengguna dapat memilih varietas padi yang sesuai dengan kondisi spesifik lokasi dan mampu mencapai target produksi yang telah ditetapkan. Secara umum, tanaman padi dibedakan dalam 3 jenis varietas (Badan Litbang Pertanian, 2012):

2.1.1. Varietas Padi Hibrida

Varietas padi hibrida merupakan hasil dari persilangan antara dua atau lebih populasi yang memiliki spesies dan genetik (induk dan anakan) berbeda. Varietas padi hibrida adalah varietas padi yang hasilnya akan maksimal bila sekali ditanam. Tetapi bila benih keturunannya ditanam kembali maka hasilnya akan berkurang jauh. Contohnya Intani 1 dan 2, PP1, H1, Bernas Prima, Rokan, SL 8 dan 11 SHS, Segera Anak, SEMBADA B3, B5, B8 DAN B9, Hipa4, Hipa 5 Ceva, Hipa 6 Jete, Hipa 7, Hipa 8, Hipa 9, Hipa 10, Hipa 11, Long Ping (pusaka 1 dan 2), Adirasa-1, Adirasa-64, Hibrindo R-1, Hibrindo R-2, Manis-4 dan 5, MIKI-1,2,3, SL 8 SHS, SL 11 HSS.

2.1.2. Varietas Padi Lokal

Varietas padi lokal adalah varietas padi yang sudah lama beradaptasi di daerah tertentu. Sehingga varietas ini mempunyai karakteristik yang spesifik pada lokasi di daerah tersebut. Setiap varietas mempunyai keunggulan dan kelemahan. Demikian juga untuk varietas lokal. Kelemahan dan keunggulan dari varietas padi

gantung pada daerahnya masing-masing. Contoh varietas local antara lain Kebo, Dharma Ayu, Pemuda Idaman (Indramayu), Gropak, Ketan Gundelan (Malang), Merong (Pasuruan).



Tabel 1. Deskripsi Varietas Padi Ciliwung, Inpari 4 dan Inpari 23.

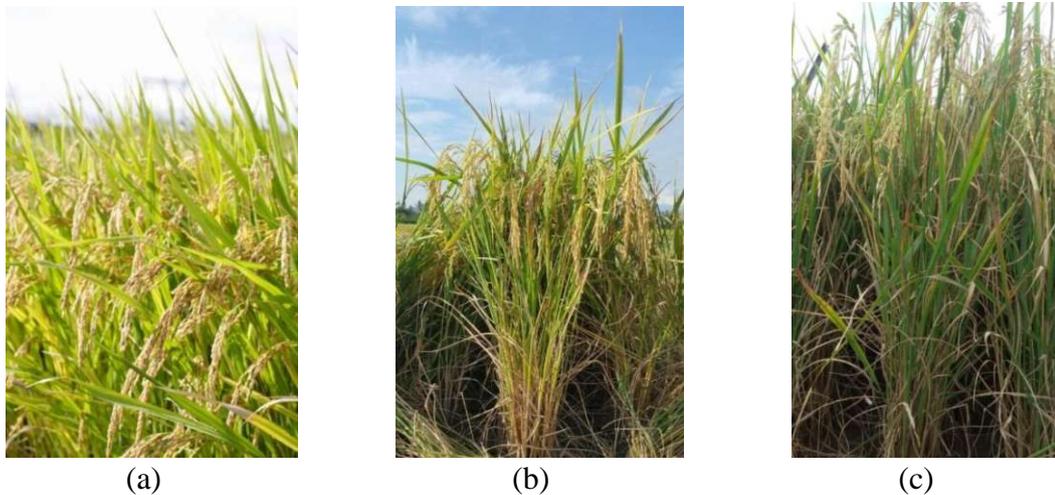
Deskripsi	Varietas Ciliwung	Varietas Inpari 4	Varietas Inpari 23
Umur tanaman	117-125 hari	115 hari	123 hari
Bentuk tanaman	Tegak	Tegak	Tegak
Tinggi tanaman	75-124 cm	75-105 cm	85-112 cm
Anakan produktif	18-25 batang	16-28 batang	
Warna kaki	Hijau	Hijau	
Warna batang	Hijau	Hijau	
Warna telinga daun	Tidak berwarna	Hijau	
Warna lidah daun	Tidak berwarna	Putih	
Muka daun	Kasar	Kasar	
Warna daun	Hijau tua	Hijau	
Posisi daun	Tegak	Tegak	Tegak
Daun bendera	Miring sampai tegak	Tegak	
Bentuk gabah	Kuning bersih, panjang dan ramping	Kuning bersih, panjang dan ramping	Kuning, gemuk dan lonjong
Kerontokan	Sedang	Sedang	Sedang
Kerebahan	Tahan	Sedang	Tahan
Tekstur nasi	Pulen	Pulen	Pulen
Kadar amilosa	22%	21.07%	17%
Bobot 1000 butir	23 gr	25 gr	
Rata-rata hasil	4.8 t/ha	6.04 t/ha	6.9 t/ha
Potensi hasil	6.5 t/ha	8.80 t/ha	9.2 t/ha
Ketahanan Hama	Tahan wereng cokelat biotipe 1,2 dan rentan wereng cokelat biotipe 3	Agak rentan terhadap hama Wereng Batang Coklat Biotipe 1,2 dan 3	Tahan terhadap wereng batang coklat biotipe 1, agak tahan terhadap biotipe 2 dan 3
Ketahanan penyakit	Agak tahan terhadap hawar daun bakteri strain IV	Agak rentan terhadap Hawar Daun Bakteri strain III dan IV serta agak rentan strain VIII, penyakit virus tungro inokulum varian 013, rentan terhadap penyakit virus tungro inokulum varian 073 dan 031	Tahan terhadap hawar daun bakteri Patotipe III, agak tahan terhadap patotipe IV dan rentan terhadap patotipe VIII.

Badan Litbang Pertanian Sukamandi, 2012.



2.1.3. Varietas Padi Unggul

Varietas padi unggul merupakan varietas padi yang menyilangkan varietas unggul lokal. Tujuannya adalah untuk menghasilkan varietas-varietas unggulan yang terbaik. Varietas padi unggul adalah varietas yang bisa berkali-kali ditanam dengan perlakuan yang baik. Hasil dari panen varietas ini bisa dijadikan benih kembali. Ada petani yang bisa menanam sampai 10 kali lebih dengan hasil yang hampir sama. Varietas padi unggul biasanya telah di lepas oleh pemerintah dengan SK Menteri Pertanian. Varietas ini telah melewati berbagai uji coba. Harga benih varietas ini murah, harganya bisa mencapai 5 ribu-10 ribu per kilo. Contoh dari varietas ini adalah Ciherang, Inpari, Cilosari, Diahsuci, Bestari, Inpari Sidenuk, Pandan Putri. Pada penelitian ini, varietas yang digunakan adalah varietas padi Ciliwung, Inpari 4 dan Inpari 23. Varietas-varietas ini sebagian besar digunakan oleh kelompok tani di Desa Alatengae karena merupakan varietas padi unggul dimana hasil panen yang diperoleh dapat dijadikan benih kembali dengan hasil yang sama. Contoh varietas padi Ciliwung, Inpari 4 dan Inpari 23 dapat dilihat pada gambar 1(a), 1(b) dan 1(c).



Gambar 1. Varietas Padi (a) Ciliwung, (b) Inpari 4, (c) Inpari 23.
(Sumber: Data primer, 2016).

2.2. Pola Tanam

Produktivitas tanaman ditentukan oleh interaksi antara varietas, lingkungan dan pengelolaannya. Sifat fisiologis dan morfologis varietas yang ditanam adaptasi yang berbeda tergantung dari faktor lingkungan dan teknik selama dalam pertanaman. Berbeda sistem tanam akan memberikan



capaian hasil yang berbeda akibat populasi tanaman yang tidak sama. Pola tanam berfungsi sebagai salah satu upaya yang dilakukan dalam menumbuhkan suatu tanaman dengan memperhatikan kebutuhan unsur hara tanaman. Jika unsur hara tanaman kurang mencukupi, baik karena pengaruh kompetisi antartanaman, pertumbuhan gulma akibat kelembaban yang diakibatkan oleh rapatnya jarak tanaman maupun karena pembagian unsur hara yang kurang merata menyebabkan terhambatnya pertumbuhan suatu tanaman. Pola tanam juga dapat mengatur tempat pemberian irigasi pada suatu lahan yang berpengaruh pada banyak atau tidaknya air. Perbedaan metode tanam memberikan respon yang berbeda terhadap tinggi tanaman. Jarak tanam lebih rapat dan populasi lebih banyak menyebabkan terjadinya persaingan mendapatkan cahaya matahari (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2013).

Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2013), beberapa macam cara atau sistem tanam padi yaitu:

2.2.1. Jajar Legowo

Sistem tanam jajar legowo atau disingkat legowo memberikan lorong panjang yang lebih leluasa bagi petani melakukan pemeliharaan tanpa banyak mengganggu tanaman. Iklim mikro antar tanaman diperbaiki dan populasi tanaman ditingkatkan. Oleh karena itu tanaman padi berpeluang lebih tinggi produktivitasnya apabila ditanam dengan sistem legowo. Sistem tanam legowo merupakan cara tanam padi sawah dengan pola beberapa barisan tanaman yang diselingi satu barisan kosong. Tanaman yang seharusnya ditanam pada barisan yang kosong dipindahkan sebagai tanaman sisipan di dalam barisan. Pada awalnya tanam lajar legowo umum diterapkan untuk daerah yang banyak serangan hama dan penyakit. Pada baris kosong, di antara unit legowo, dapat dibuat parit dangkal. Parit dapat berfungsi untuk mengumpulkan keong mas, menekan tingkat keracunan besi pada tanaman padi atau untuk pemeliharaan ikan kecil (muda). Namun kemudian pola tanam ini berkembang untuk memberikan hasil yang lebih tinggi akibat dari peningkatan populasi dan optimalisasi ruang tumbuh bagi



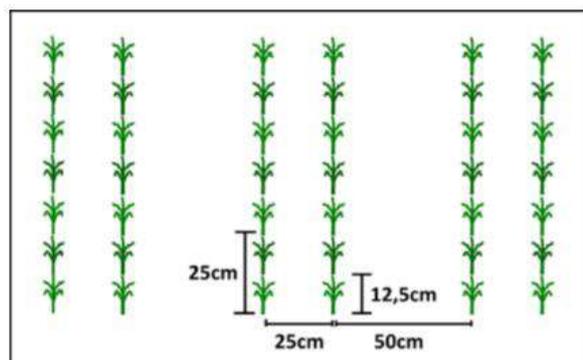
Sistem tanam jajar legowo adalah pola bertanam yang berselang-seling satu atau lebih (biasanya dua atau empat) baris tanaman padi dan satu baris

kosong. Istilah legowo di ambil dari bahasa Jawa, yaitu berasal dari kata Lego berarti luas dan Dowo berarti memanjang. Legowo di artikan pula sebagai cara tanam padi sawah yang memiliki beberapa barisan dan diselingi satu barisan kosong.

Baris tanaman (dua atau lebih) dan baris kosongnya (setengah lebar di kanan dan di kirinya) disebut satu unit legowo. Bila terdapat dua baris tanam per unit legowo maka disebut Legowo 2:1, sementara jika empat baris tanam per unit legowo disebut legowo 4:1, dan seterusnya.

a. Legowo 2:1

Sistem tanam legowo 2:1 akan menghasilkan jumlah populasi tanaman per hektar sebanyak 213.300 rumpun, serta akan meningkatkan populasi 33,31% dibanding pola tanam tegel (25 x 25) cm yang hanya 160.000 rumpun/ha. Dengan pola tanam ini, seluruh barisan tanaman akan mendapat tanaman sisipan.



Gambar 2. Sistem Tanam Jajar Legowo 2:1
(Sumber: Muhadi, 2014)

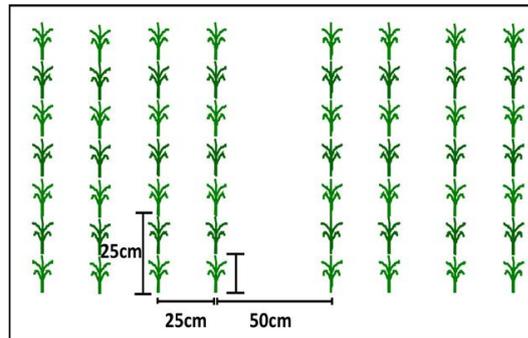
b. Legowo 4:1

Sistem tanam legowo 4:1 tipe 1 merupakan pola tanam legowo dengan keseluruhan baris mendapat tanaman sisipan. Pola ini cocok diterapkan pada kondisi lahan yang kurang subur. Dengan pola ini, populasi tanaman mencapai 256.000 rumpun/ha dengan peningkatan populasi sebesar 60% dibanding pola tegel (25 x 25) cm.

Sistem tanam legowo 4:1 tipe 2 merupakan pola tanam dengan hanya diberikan tambahan tanaman sisipan pada kedua barisan tanaman pinggir. Populasi tanaman 192.712 ± 4260 rumpun/ha dengan persentase peningkatan sebesar 20,44% dibanding pola Tegel (25 x 25) cm. Pola ini cocok



diterapkan pada lokasi dengan tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Meskipun penyerapan hara oleh tanaman lebih banyak, tetapi karena tanaman lebih kokoh sehingga mampu meminimalkan resiko kerebahan selama pertumbuhan.



Gambar 3. Sistem Tanam Jajar Legowo 4:1
(Sumber: Muhadi, 2014).

2.2.2. Tegel

Sistem tanam dengan cara ini disebut model tegel karena penempatan tanaman yang terlihat seperti susunan tegel rumah yang memiliki sisi sama seperti 25 x 25 cm atau 20 x 20 cm. Sistem tanam model tegel dapat digunakan pada varietas padi yang memiliki jumlah anakan yang relatif sedikit maupun pada lahan yang kurang subur. Sistem tanam ini menghasilkan produktivitas lebih sedikit dibandingkan sistem tanam jajar legowo karena pada sistem tanam ini tidak diselingi ruang kosong yang berfungsi untuk mengurangi serangan hama yang mengganggu pertumbuhan serta mengurangi kompetisi antartanaman.



Gambar 4. Sistem Tanam Tegel
(Sumber: Muhadi, 2014).

2.2.3. Tanam Benih Langsung (Tabela)

Sistem tanam dengan cara tanam benih langsung membutuhkan benih lebih banyak karena benih harus memiliki mutu yang baik karena sistem tanam dengan cara ini benih akan disebar, direndam terlebih dahulu selama ± 12 jam dan kemudian disemai selama ± 12 jam. Setelah itu benih akan disebar pada petak sawah



menggunakan atabela (alat tanam benih langsung) dengan jarak tertentu maupun disebar secara manual.



Gambar 5. Sistem Tanam Tabela menggunakan Atabela
(Sumber: Muhadi, 2014).

2.3. *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*

Teknologi pemetaan tanpa awak menjadi pilihan alternatif disamping teknologi pemetaan lainnya seperti pemotretan udara baik skala besar dan kecil berawak serta pemetaan berbasis satelit. Teknologi ini sangat menjanjikan untuk diaplikasikan dikembangkan dan sesuai karakteristik topografis dan geografis Indonesia. UAV biasanya dilengkapi dengan alat atau sistem pengendali terbang melalui gelombang radio, navigasi presisi (*Ground Positioning System* atau GPS dan Pengukuran *Inertial Unit*), dan elektronik kontrol penerbangan, dan peralatan kamera resolusi tinggi. UAV dapat pula dilengkapi kamera multispektral untuk penelitian pertanian. Dalam memanfaatkan UAV untuk penelitian pertanian, data yang didapatkan berupa tampilan citra. Contoh tampilan sebuah lahan yang diambil menggunakan UAV dapat dilihat pada Gambar 6 (Shofiyanti, 2011).



6. Tampilan Sebuah Lahan yang diambil dari UAV dengan ketinggian 50 meter (95 HST).
(Sumber: Data primer, 2016).



UAV dapat diterbangkan dibawah awan dan menghasilkan foto tanpa gangguan awan seperti yang terjadi pada citra satelit dan foto udara pesawat berawak. Pengaturan tinggi terbang UAV dapat menghasilkan resolusi foto sesuai kebutuhan. *Survey* dengan menggunakan UAV dapat menjangkau areal yang jauh lebih luas dibanding *survey* topografi darat dalam waktu yang sama, semisal *survey* topografi pada lahan seluas 500 ha membutuhkan waktu 1 bulan. Sedangkan untuk *survey* foto menggunakan UAV dengan luas lahan 500 ha membutuhkan waktu 1 hari). UAV juga tidak membutuhkan sewa landasan pacu dan parkir bandara (Shofiyanti, 2011).

2.4. Stereoskopis

Seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan teknologi di dunia ini semakin meningkat. Teknologi yang ada sekarang ini contohnya adalah televisi dengan kemampuan menampilkan gambar 3 dimensi (3D). Tetapi belum tentu semua orang dapat menikmati kecanggihan teknologi tersebut, dikarenakan harga televisi dengan kemampuan 3D tersebut sangatlah tinggi. *Anaglyph image* telah diperkenalkan sejak ratusan tahun yang lalu. Citra ini juga dikenal dengan namastereoscopic image. *Anaglyph image* merupakan citra yang akan tampak lebih timbul untuk beberapa objek sehingga tampak seperti dalam bentuk 3D. *Anaglyph image* dapat tampak dalam bentuk 3D karena setiap mata manusia memiliki sudut pandang yang berbeda (Ivan, 2012).

Penglihatan stereoskopis memungkinkan kita untuk melihat suatu objek secara simultan dari dua perspektif yang berbeda, seperti dua foto udara yang diambil dari kedudukan kamera yang berbeda, untuk memperoleh kesan mental suatu model tiga dimensi. Menurut Hadi (2007), beberapa hal yang dapat menimbulkan kesan 3D dalam proses stereoskopis adalah :

a. Penyesuaian dan pemusatan

Penyesuaian yang berupa perubahan fokus mata terhadap jarak mempunyai hubungan yang penting dengan pemusatan (*convergence*) dalam penglihatan

stereoskopis. Jika fokus mata tertuju pada objek yang dekat, maka mata akan menyempul atau memusat ke arah objek tersebut sehingga garis penglihatan dari kedua mata berpotongan pada objek. Sebaliknya bila mata difokuskan pada



objek jauh tak terhingga, maka garis-garis penglihatan mata akan sejajar atau tidak berpotongan. Sementara pada pengamatan stereoskopis, kedua belah mata harus mempertahankan garis-garis penglihatan agar tetap sejajar tetapi objek yang dilihat berjarak dekat.

b. Persepsi kedalaman (*Depth perception*)

Metode pendugaan kedalaman dapat dibedakan atas metode stereoskopik dan monoskopik. Orang yang pandangnya normal dikatakan memiliki pandangan binokuler, dan persepsi kedalaman melalui penglihatan binokuler disebut pengamatan dengan satu mata. Kemampuan mata melihat secara binokuler, maka kalau mata difokuskan ke titik tertentu yang terjadi adalah sumbu optik dua mata memusat pada titik yang memotong sebuah sudut yang disebut sudut paralaktik. Semakin jauh suatu objek semakin kecil sudut paralaktiknya dan sebaliknya. Metode pendugaan jarak dengan satu mata disebut monoskopik. Kelemahan dari metode monoskopik adalah penglihatan kedalaman hanya memungkinkan kesan kasar yang diperoleh tentang jarak ke objek. Sebaliknya, dengan metode stereoskopik diperoleh ketelitian yang lebih tinggi dalam penglihatan kedalaman yang diperoleh. Persepsi kedalaman memungkinkan pembentukan model stereo tiga dimensional.

c. Noktah yang mengapung (*Floating dot*)

Noktah mengapung pada pengamatan pasangan foto udara stereo dengan menggunakan stereoskop terjadi karena adanya kerja otak. Gejala noktah atau titik apung ini dapat diketahui dengan cara memberikan tanda atau titik pada objek yang sama pada foto kanan dan kiri.

2.5. Pemetaan Lahan

Beberapa kegiatan identifikasi dan pemantauan lahan dengan menggunakan pesawat tanpa awak telah dilakukan dan memberikan hasil yang menjanjikan. Penelitian yang dilakukan oleh Leliberte (2009) bekerjasama dengan USDA-ARS,

menunjukkan hasil yang cocok untuk tujuan klasifikasi vegetasi pada rangeland Jornada *Experimental Range*, New Mexico. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Berni (2009) menghasilkan produk kuantitatif penginderaan jauh dengan menggunakan UAV yang dilengkapi *commercial off-the-shelf* (COTS)



thermal dan sensor citra multispektral. Kalibrasi metode di laboratorium dan lapangan adalah 6-band 10 nm FWHM citra multispektral dengan RMSE sebesar 1,17% pada reflektansi tanah dan resolusi spasial <0.2 m. Untuk kamera *thermal*, metode koreksi atmosfer yang didasarkan pada model MODTRAN transfer radiasi memberikan hasil yang sesuai untuk estimasi suhu permukaan pada resolusi spasial 40 cm (Shofiyanti, 2011).

2.6. Registrasi Data Citra

Registrasi citra adalah proses sistematis untuk menempatkan citra yang terpisah dalam sebuah kerangka acuan yang sama, sehingga informasi yang dikandung oleh citra tersebut dapat diintegrasikan atau dibandingkan secara optimal. Registrasi citra adalah proses menemukan kembali titik-titik yang bersesuaian antara citra I_1 dengan citra I_2 . Citra I_2 adalah citra I_1 yang mengalami transformasi geometri antara lain translasi (*translation*), rotasi, perbesaran (*scaling*), pembalikan (*flipping*), dan penarikan (*stretching*). Registrasi citra memainkan peran utama dalam banyak aplikasi misalnya kompresi video, perbaikan kualitas video, *scene representation*, dan analisa citra medis (Wijaya, 2010).

2.7. Software Agisoft Photoscan

Software Agisoft PhotoScan merupakan salah satu software untuk mengolah fotogrametri. Software ini dapat melakukan pengolahan fotogrametri gambar digital dan menghasilkan data spasial 3D untuk digunakan dalam aplikasi GIS, budaya dokumentasi warisan, dan produksi efek visual serta untuk pengukuran tidak langsung dari objek berbagai skala. Perangkat lunak ini tersedia dalam Standar dan versi Pro, versi standar yang cukup untuk tugas-tugas media interaktif, sedangkan versi Pro dirancang untuk *authoring* konten Geographic Information System (GIS). Perangkat lunak ini dikembangkan oleh Agisoft LLC yang terletak di St. Petersburg di Rusia. Hal ini banyak digunakan oleh para arkeolog. Selain itu, software ini juga digunakan oleh banyak pemetaan yang menggunakan UAV. Metode pengolahan data citra yang digunakan oleh software ini adalah metode stereoskopis. Penglihatan stereoskopis memungkinkan kita untuk melihat suatu objek secara simultan dari dua perspektif



yang berbeda, seperti dua foto udara yang diambil dari kedudukan kamera yang berbeda, untuk memperoleh kesan mental suatu model tiga dimensi. Data mentah yang dapat ditambahkan dan diolah pada *Agisoft Photoscan* dapat berupa format TIFF, DNG, JPEG, BMP, PNG, PPM dan JPEG MPO. Pada umumnya resolusi yang diperoleh dari kamera apapun memungkinkan untuk dapat digunakan pada *software* ini, akan tetapi resolusi dari gambar yang diambil akan mempengaruhi akurasi hasil citra (Kiessling, 2013).

Data mentah atau citra yang dimasukkan dalam *software* ini harus memiliki sudut pengambilan cukup tegak agar nilai x dan y pada dimensi yang terdapat pada piksel dapat diketahui sehingga pengkalibrasian kamera tidak harus dilakukan karena koefisien estimasi kalibrasi kamera dapat dimodelkan sendiri oleh *software* tersebut. Akan tetapi jika sudut pengambilan citra terlalu lebar, maka untuk pengkalibrasian kamera harus dimasukkan data atau program kalibrasi agar hasil rekonstruksi yang baik dapat diperoleh (Kiessling, 2013).

Citra 2D yang dimasukkan dalam *software* ini akan diolah struktur objeknya sehingga pengolahan 3D menggunakan *software* ini dapat dilakukan. Dalam pengolahan menggunakan *software* ini, parameter yang dapat diberikan adalah nilai x , nilai y , koordinat dunia nyata z dari pusat kamera proyeksi, pandangan lurus dan sudut kamera. *Photoscan* dapat mengikat titik secara otomatis berdasarkan pencocokan titik koordinat sehingga dapat diketahui posisi kamera pada setiap gambar sehingga posisi kamera dari gambar dapat terbentuk dan terlihat citra 3D. Pada tahap ini juga dapat dilakukan penyelarasan untuk setiap gambar agar gambar yang dihasilkan dapat digunakan pada *software* lain. Pada tahap *dense point cloud* gambar-gambar yang memiliki tekstur dapat dimodelkan sehingga terbentuk gambar 3D sesuai keadaan atau objek sebenarnya. Gambar 3D dapat dibentuk dari banyak *point cloud* yang saling bertampalan dan terdapat pada setiap gambar 2D setelah dilakukan *image matching*. Setelah terbentuk *dense point cloud* yang berbentuk titik-titik, dilanjutkan dengan tahap pembentukan *mesh* yang berupa garis-garis saling terhubung berdasarkan *dense point cloud* yang terbentuk (Kiessling, 2013).



2.8. Kondisi Fisik Tanaman

Produktivitas suatu penanaman padi merupakan hasil akhir dari pengaruh interaksi antara faktor genetik varietas tanaman dengan lingkungan dan pengelolaan melalui suatu proses fisiologik tanaman dalam bentuk pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari perubahan kondisi fisik tanaman yang berupa tinggi tanaman atau kerapatan) (Latifah, 2004).

2.8.1. Tinggi atau Tegakan Tanaman

Pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan dari jumlah dan dimensi pohon, baik diameter maupun tinggi yang terdapat pada suatu tegakan. Pertumbuhan keatas (tinggi) merupakan pertumbuhan primer (*initial growth*), sedangkan pertumbuhan ke samping (diameter) disebut pertumbuhan sekunder (*secondary growth*). Pertumbuhan tegakan didefinisikan sebagai perubahan ukuran dan sifat terpilih tegakan (dimensi tegakan) yang terjadi selama periode waktu tertentu, sedangkan hasil tegakan merupakan banyaknya dimensi tegakan yang dapat dipanen yang dikeluarkan pada waktu tertentu. Perbedaan antara pertumbuhan dan hasil tegakan terletak pada konsepnya yaitu produksi biologis untuk pertumbuhan tegakan dan pemanenan untuk hasil tegakan. Pengukuran tinggi atau tegakan tanaman yaitu pengukuran jarak terpendek antara suatu titik pada puncak tertinggi tanaman (titik lain pada tanaman) dengan titik proyeksinya pada bidang datar (permukaan tanah) (Louise, 2016).

2.8.2. Kerapatan Tanaman

Kerapatan tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Populasi dan jarak antar tanaman sangat menentukan tingginya laju pertumbuhan dan tingkat produktivitas lahan. Jumlah tanaman dan pengaturan jarak tanam di lahan harus diatur sedemikian rupa, sehingga sistem perakaran dapat memanfaatkan unsur hara tanah secara maksimal. Demikian pula kanopi tanaman sedapat Kerapatan populasi tanaman terkait dengan pemanfaatan ruang media tumbuh (Akbar, 2011).

rapatan rendah menyebabkan pemanfaatan sumberdaya lingkungan tidak tetapi kerapatan tinggi menyebabkan tingginya tingkat kompetisi pertumbuhan individu terhambat. Susunan daun juga jangan terlalu



rapat, karena kemungkinan berpengaruh jelek pada hasil mutu yang disebabkan oleh penaungan yang berlebihan. Selain itu, kerapatan juga berhubungan dengan pola tanam pada suatu lahan (Akbar, 2011).

2.9. Spesifikasi *DRONE Modul DJI Phantom Vision 2+*

DJI Phantom 2 Vision sebuah pesawat tanpa awak mampu mengangkat kamera untuk mengambil gambar melalui udara dan dikendalikan dengan menggunakan *remote control*. *DJI Phantom 2 Vision* dilengkapi dengan paket kamera. *Drone* tersebut bahkan bisa ditambah *filter* dengan ukuran 46 mm. Jarak maksimum untuk mengamati gambar dari kamera mencapai 300 meter, menggunakan *Wifi Repeater*. *Drone* ini memiliki fitur *autopilot* GPS dan mampu terbang selama 25 menit menggunakan baterai 5200Ah. Harga dari satuan *drone* ini mencapai hingga Rp. 20.000.000. Contoh *Drone Modul DJI Phantom 2+* dapat dilihat pada Gambar 7. Aplikasi sistem yang dapat digunakan untuk mengoperasikan *drone* ini antara lain iOS version 6.1 atau di atasnya maupun *Android system* versi 4.0 atau di atasnya. Sedangkan Perangkat untuk menggunakan *drone* ini yang disarankan adalah *iPhone 4s*, *iPhone 5*, *iPhone 5s*, *iPod touch 4*, *iPod touch 5*, *iPad 3*, *iPad 4*, *iPad mini*. Untuk sejenis *android* disarankan menggunakan *Samsung Galaxy S3*, *Samsung Galaxy S4*, *Samsung Note 2*, *Samsung Note 3* atau *handphone* yang memiliki konfigurasi serupa (*DJI User Manual*).



Gambar 7. *Drone Modul DJI Phantom Vision 2+*
(Sumber: *DJI User Manual*)

2.10. Kajian Penelitian



ah satu penelitian yang membahas atau melakukan pengolahan citra 3D oleh P.J. Zarco-Tejada, R. Diaz-Varela, V. Angileri, dan P. Loudjani judul kuantifikasi ketinggian pohon menggunakan citra beresolusi sangat

tinggi yang diperoleh dari sebuah kendaraan udara tak berawak (UAV) dengan metode foto-rekonstruksi 3D otomatis. Penelitian tersebut menggunakan sampel pada dua wilayah yang ditumbuhi beberapa pohon menggunakan citra beresolusi tinggi. Dari citra 2 dimensi yang diperoleh, dapat dilakukan rekonstruksi citra 3D secara otomatis dengan cara menempatkan *Real-Time Kinematic* (RTK) yang berasal dari GPS. Artinya koordinat titik dapat diperoleh secara *Real time* dalam Koordinat UTM ataupun Lintang dan Bujur tanpa melalui pemrosesan *baseline*. Kamera yang digunakan adalah untuk mendeteksi warna infra merah (CIR) yang dihubungkan dengan GPS RTK (2 buah GPS yang menjadi *base* untuk menangkap sinyal dari satelit dan *rover* untuk menangkap sinyal suatu wilayah). Validasi yang dilakukan dari kamera RGB dengan deteksi warna infra merah (CIR) memperoleh hasil $R^2 = 0.83$, rata-rata kuadrat dari nilai estimasi dan nilai aktual adalah 35 cm, rata-rata kesalahannya adalah 11.5 % (Tejada, 2014).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu & Tempat

Penelitian Analisis Biofisik Tanaman Padi dengan Citra Drone (UAV) Menggunakan *software Agisoft Photoscan* dilaksanakan mulai pada Bulan Mei sampai Bulan Agustus 2016 di Wilayah Desa Alatengae, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *laptop*, GPS, *software Agisoft Photoscan*, *software ArcGIS*, *software GIS Sputnik*, Citra Fotografik *vertical UAV*, patok, meteran tali rafia, dan *DRONE Modul DJI Phantom 2+*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah peta dasar lahan petakan sawah, sampel rumpun padi dan peta hasil panen petakan sawah.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian Analisis Biofisik Tanaman Padi dengan Citra Drone (UAV) Menggunakan *software Agisoft Photoscan* ini dilakukan dengan metode stereoskopis. Langkah-langkah kerja metode ini adalah sebagai berikut:

3.3.1. Pengalibrasian Kamera dan Orientasi Jalur Terbang

Pengalibrasian kamera dilakukan agar dapat menentukan posisi kamera dalam mengambil data citra objek. Dimana, pengkalibrasian ini dapat mengorientasi atau mengarahkan kamera sehingga memiliki jalur terbang yang teratur dengan tujuan memudahkan penganalisisan sesuai urutan jalur foto. Ketinggian kamera dalam mengambil data citra adalah 50 meter.

3.3.2. Pengambilan Data Citra Berbagai Arah dan Pengambilan Data Lapangan

Perekaman dan pengambilan data citra menggunakan *DRONE Modul DJI Phantom 2+* dengan ketinggian tertentu. Pengambilan data citra juga dilakukan dalam berbagai arah agar mendapat gambar 2D dari banyak sisi sehingga proses

pod dapat dilakukan. Selain itu pengambilan data dilakukan dengan waktu setiap dua minggu untuk satu kali pengambilan. Untuk pengukuran di lapangan, diukur kondisi fisik sampel berupa tiga rumpun padi dalam



setiap petak (jumlah keseluruhan 9 petak untuk 3 varietas) yang dirata-ratakan sehingga dapat diasumsikan bahwa data yang diukur adalah sama dalam satu petak tersebut. Sampel akan diukur kondisi fisiknya secara langsung serta pengambilan dilakukan sekitar dua minggu sekali. Nilai pengukuran yang akan diolah pada saat umur tanaman mencapai 38 HST, 66 HST dan 95 HST. Pengukuran dilakukan pada ketiga waktu tersebut karena perkembangan yang ingin dilihat adalah pada setiap bulan. Pengukuran tinggi tanaman diukur dari ujung pangkal batang yang tertanam pada tanah hingga tegakan yang paling tinggi. Berdasarkan pengukuran lapangan pada 95 HST, diklasifikasikan tinggi tanaman ke dalam tiga varietas, yaitu:

- a. Inpari 23 : 85 cm – 89 cm
- b. Inpari 4 : 81 cm – 84 cm
- c. Ciliwung : 75 cm – 78 cm

Pengukuran kerapatan tanaman, diukur menggunakan meteran atau penggaris pada jarak antar rumpun tanaman padi pada beberapa pola tanam.

3.3.3. Tahap *Alignment*

Tahap ini dapat melakukan proses pencocokan citra atau *image matching* sehingga dapat diketahui posisi kamera pada setiap gambar sehingga posisi kamera dari gambar dapat terbentuk. pada tahap ini juga dapat dilakukan penyelarasan untuk setiap gambar agar gambar yang dihasilkan dapat digunakan pada *software* lain.

3.3.4. Tahap Membentuk *Dense Point Cloud*

Pada tahap *dense point cloud* gambar-gambar yang memiliki tekstur dapat dimodelkan sehingga terbentuk gambar 3D sesuai keadaan atau objek sebenarnya. Gambar 3D dapat dibentuk dari banyak *point cloud* yang saling bertampalan dan terdapat pada setiap gambar 2D setelah dilakukan *image matching*.

3.3.5. Tahap Analisis Objek

Tahap ini dilakukan dengan cara memasukkan data yang berasal dari *software Agisoft Photoscan* ke *software GIS Sputnik* agar kondisi fisik (tinggi dan jarak tanam) dapat diukur. Pada tahap ini, sebelum memasukkan data ke *software GIS Sputnik* terlebih dahulu dilakukan *Georeferencing* agar titik



koordinat wilayah yang akan dianalisis sesuai dengan letak koordinat di permukaan bumi.

3.3.6. Membandingkan Hasil Pengukuran Sampel dan Hasil Analisis dari *Software Agisoft Photoscan*

Setelah dilakukan analisis pada sampel yang diperoleh dari lapangan berupa rumpun padi, hasil analisis tersebut akan dibandingkan dengan hasil analisis yang dilakukan pada *software*. Untuk membandingkan hasil tersebut di gunakan parameter ketinggian dan kerapatan (jarak tanam) yang diperoleh dari hasil analisis *software* dan pengukuran sampel.

3.3.7. Mengukur Parameter pada Petak Uji

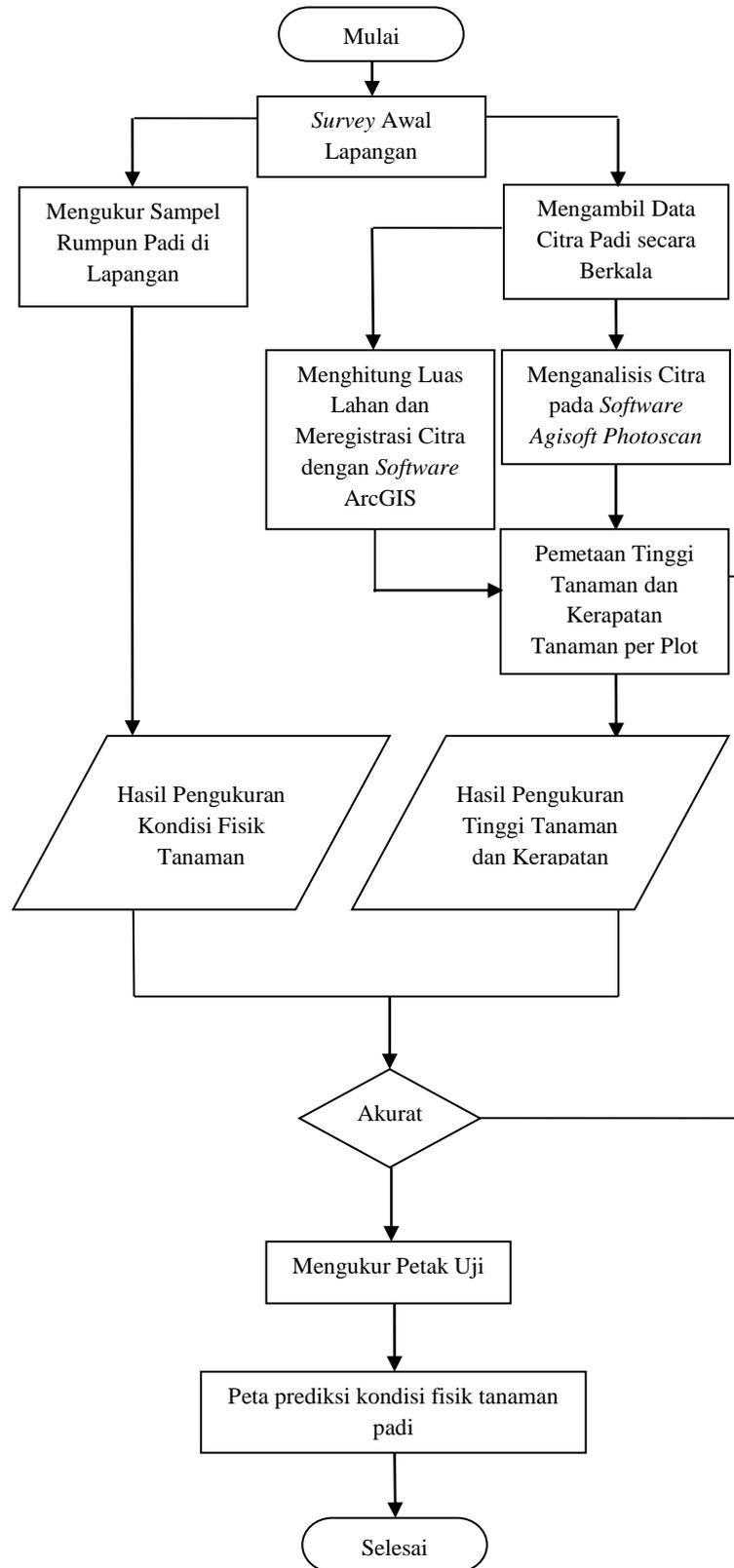
Setelah dilakukan perbandingan nilai pengukuran, selanjutnya dengan menggunakan *software Agisoft Photoscan* dilakukan pengukuran terhadap data uji pada beberapa petak sawah sebagai pembuktian bahwa *software* dapat mengidentifikasi varietas dengan melihat nilai hasil pengukuran yang masuk kedalam klasifikasi tinggi tanaman setiap varietas. Kemudian hasil nilai pengukuran jarak tanam akan mengidentifikasi bentuk pola tanam yang telah digunakan pada lahan sawah tersebut. Setelah diketahui nilai parameter kondisi fisik dari keduanya, produktivitas tanaman padi pada lahan sawah dapat diketahui berdasarkan kelompok varietasnya.

3.3.8. *Output*

Output penelitian ini berupa peta prediksi kondisi fisik tanaman padi yang membentuk hamparan pada kabupaten Maros.



3.4. Bagan Alir Penelitian



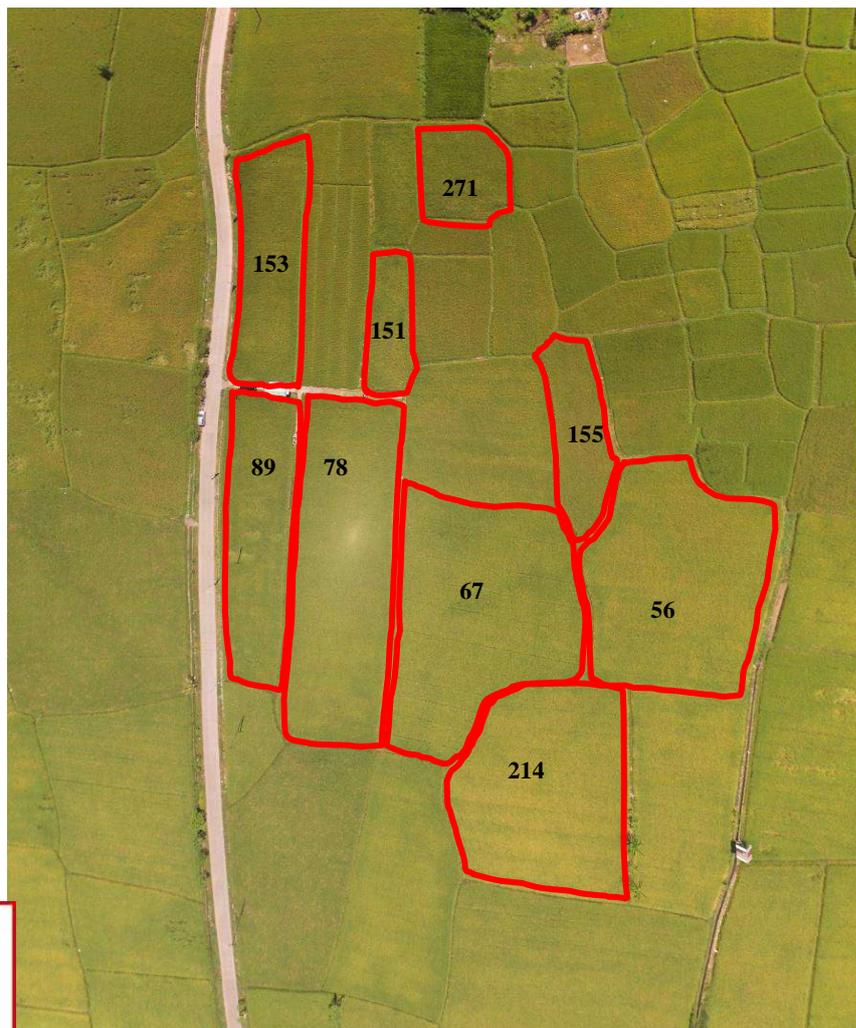
Gambar 8. Bagan Alir Penelitian



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perkembangan Biometrik Tanaman

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan pengukuran lapangan mengenai ketinggian tanaman dan kerapatan tanaman padi pada bermacam-macam varietas. Parameter yang diukur tersebut dilakukan di lapangan secara langsung dan menggunakan sembilan sampel tanaman padi yang bervariasi Ciliwung, Inpari 4 dan Inpari 23. Ketiga varietas tersebut merupakan varietas yang banyak ditanam oleh Kelompok Tani Desa Alatengae Maros pada musim tanam kedua dalam satu tahun atau dilaksanakan pada bulan Mei 2016 hingga masa panen bulan Agustus 2016. Peta dasar lahan persawahan di Desa Alatengae, Kabupaten Maros dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta lahan persawahan Desa Alatengae, Kabupaten Maros.



Varietas tanaman padi yang menjadi sampel untuk penelitian adalah varietas Inpari 23 pola tanam legowo 2:1 (petak sawah 78, 89 dan 153), Inpari 23 Tegel (petak sawah 151, 153, 155), Inpari 4 tegel (petak sawah 56 dan 214) dan Ciliwung tegel (petak sawah 67) yang dapat dilihat pada Gambar 9. Tabel 2 menyajikan perkembangan kondisi fisik pada tanaman padi yaitu tinggi tanaman pada saat 38 HST, 66 HST dan 95 HST serta pengukuran jarak tanam pada umur 19 HST.

Tabel 2. Pengukuran data lapangan kondisi fisik tanaman padi berdasarkan hari setelah tanam (HST)

Varietas	Pola Tanam	Kondisi Fisik Tanaman			
		Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)			Jarak Tanam saat 19 HST (cm)
		38 HST	66 HST	95 HST	
Inpari 4	Tegel	55,4	73	81,9	28x20
Inpari 23	Tegel	54,9	69,8	78	30x20
Inpari 23	Legowo 2:1	59,3	74,4	86,1	40x25x20
Ciliwung	Tegel	43,7	65,7	77,1	25x25

Hasil pengukuran pada Tabel 2 menunjukkan nilai tinggi tanaman yang berbanding lurus dengan umur tanaman (Hari Setelah Tanam atau HST). Hal tersebut menandakan tanaman padi mengalami pertumbuhan yang dilihat dengan meningkatnya jumlah tinggi tanaman. Sesuai dengan Louise (2016), yang menyatakan bahwa pertumbuhan didefinisikan sebagai penambahan dari jumlah dan dimensi pohon, baik diameter maupun tinggi yang terdapat pada suatu tegakan. Pertumbuhan merupakan pertumbuhan primer (*initial growth*), sedangkan pertumbuhan ke samping (diameter) disebut pertumbuhan sekunder (*secondary growth*).

Tabel 2 juga memperlihatkan tinggi tanaman padi dengan berbagai varietas. Diperlihatkan pada nilai pengukuran 95 HST di Tabel 2 bahwa tinggi tegakan tanaman tertinggi yang diukur pada fase pematangan berturut-turut adalah varietas Inpari 23 pola tanam legowo 2:1, Inpari 4 tegel, Inpari 23 tegel dan Ciliwung

ini sesuai dengan Badan Litbang Pertanian Sukamandi (2012), yang menyatakan bahwa tinggi tegakan tanaman padi saat mencapai fase pematangan



pada varietas Inpari 23 adalah 85-112 cm, Inpari 4 mencapai 75-105 cm dan varietas Ciliwung sekitar 75-124 cm.

Tabel 2 juga menyajikan pengukuran data lapangan mengenai kondisi fisik tanaman yang berupa kerapatan tanaman. Kerapatan tanaman merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Jarak tanam menggambarkan kerapatan tanaman terhadap tanaman lainnya. Kerapatan tanaman berhubungan dengan pola tanam yang digunakan untuk menanam benih padi. Tabel 2 menunjukkan bahwa dilakukan pengukuran jarak tanam pada umur 19 HST dengan nilai jarak pengukuran 40x25x20 cm untuk pola tanam jajar legowo 2:1. Sedangkan untuk pola tanam tegel, petani menggunakan jarak yang bervariasi seperti 28x20 cm, 30x20 cm dan 25x25 cm.

Dilihat dari nilai rata-rata ketinggiannya varietas Inpari 23 legowo 2:1 memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan Inpari 23 tegel. Hal ini menandakan bahwa pola tanam yang berbeda akan mempengaruhi pertumbuhan ketinggian tanaman. Pola tanam berfungsi sebagai upaya yang dilakukan dalam menumbuhkan suatu tanaman dengan memperhatikan kebutuhan unsur hara tanaman. Jika unsur hara tanaman kurang, baik karena pengaruh kompetisi antartanaman, pertumbuhan gulma akibat kelembaban yang diakibatkan oleh rapatnya jarak tanaman maupun karena pembagian unsur hara yang kurang merata pada setiap rumpun tanaman padi, maka pertumbuhan tanaman juga akan terhambat. Sesuai dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2013), bahwa perbedaan metode tanam memberikan respon yang berbeda terhadap tinggi tanaman. Jarak tanam lebih rapat dan populasi lebih banyak menyebabkan terjadinya persaingan mendapatkan cahaya matahari.

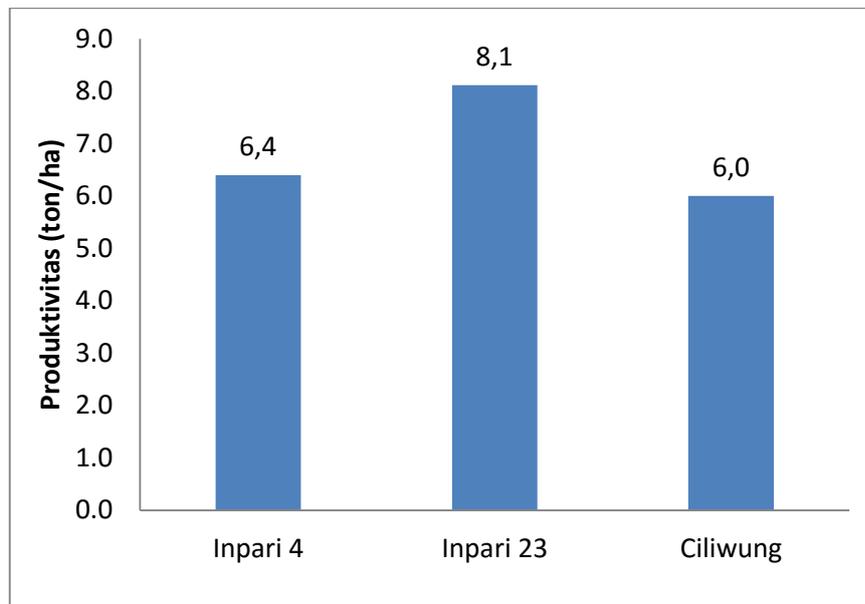
Perbandingan yang dapat dilihat juga terdapat pada Tabel 2 dimana data yang diperoleh berasal dari petak sawah yang memiliki pola tanam sama dengan varietas yang berbeda (Inpari 23 tegel dan Ciliwung tegel). Ketinggian tanaman pada varietas Inpari 23 pola tanam tegel memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi daripada ketinggian tanaman pada varietas Ciliwung pola tanam tegel.



4.2. Tingkat Produktivitas Padi di Desa Alatengae, Maros

Gambar 10 memperlihatkan grafik tingkat produktivitas padi yang diamati pada sembilan lahan sampel di lapangan. Sembilan lahan tersebut terdiri atas tiga varietas dimana masing-masing varietas memiliki produktivitas yang berbeda berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Berdasarkan Gambar 10, dapat dilihat bahwa produktivitas tertinggi diperoleh varietas Inpari 23 yang mencapai 8,1 ton/ha yang disusul oleh Inpari 4 dengan 6,4 ton/ha dan Ciliwung yang memiliki produktivitas 6 ton/ha. Perbedaan tingkat produktivitas tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain penggunaan pola tanam, keadaan lahan dan luas lahan, kandungan unsur hara, hama dan penyakit serta keragaman varietas yang digunakan.



Gambar 10. Tingkat produktivitas padi tiap varietas di desa Alatengae, Maros.

Varietas Inpari 23 menggunakan pola tanam yang beragam yaitu legowo 2:1 dan tegel sehingga menyebabkan produktivitas lebih tinggi dibandingkan dengan Ciliwung dan Inpari 4 yang hanya menggunakan pola tanam tegel (tingkat kerapatan tinggi). Sebagaimana diketahui bahwa penggunaan pola tanam yang memiliki kerapatan tinggi akan menghambat pertumbuhan karena kompetisi

tan unsur hara maupun cahaya matahari yang dibutuhkan oleh tanaman. Sesuai dengan Budi (2007), bahwa cara tanam yang padat cenderung akan mengurangi ruang tumbuh tanaman yang padat pula sehingga memungkinkan



terjadinya persaingan yang tinggi antar individu tanaman. Salah satu contoh adalah persaingan dalam penggunaan cahaya, dimana pada ruang tumbuh yang sempit atau jarak tanam rapat, penggunaan cahaya secara maksimum tercapai pada awal pertumbuhan. Akan tetapi, pada data Badan Litbang Pertanian Sukamandi (2012), rata-rata hasil yang diperoleh adalah 4,8 ton/ha untuk Ciliwung, 6,04 ton/ha untuk Inpari 4 dan Inpari 23 mencapai 6,9 ton/ha. Jika dibandingkan, data tersebut lebih rendah daripada data yang diperoleh dari desa Alatengae. Hal tersebut diduga disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan, salah satunya faktor kesesuaian varietas terhadap lahan.

Lahan yang digunakan untuk menanam keseluruhan merupakan lahan dengan tanah yang bertekstur lempung sehingga tanaman padi yang tumbuh memiliki keadaan lahan yang sama. Akan tetapi, luas lahan yang digunakan untuk setiap petak sawah berbeda-beda. Jika dijumlah keseluruhan, varietas Inpari 4 memiliki luas lahan yang lebih banyak dibandingkan dengan petak sawah yang ditanami varietas Inpari 23 dan Ciliwung.

Keberadaan unsur hara yang terdapat dalam tanah memiliki dosis yang berbeda-beda dan selalu berubah-ubah sesuai dengan pemberian pupuk maupun kandungan unsur hara yang terdapat dalam tanah. Lahan persawahan tersebut diberikan takaran pupuk yang setara untuk setiap petaknya sesuai dengan luas petaknya, yaitu SP-36 200 kg/ha, ZA 100 kg/ha dan urea 125 kg/ha. Hama dan penyakit yang menyerang tanaman padi di daerah persawahan desa Alatengae juga beragam antara lain, wereng, hama putih, penggerek batang dan *blast*. Akan tetapi, hama dan penyakit tersebut menyerang petak sawah 67 yang memiliki varietas Ciliwung. Hal tersebut diduga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan tingkat produktivitas varietas padi Ciliwung lebih rendah daripada Inpari 23 dan Inpari 4. Berdasarkan hal-hal tersebut, dapat diketahui bahwa tingkat produktivitas padi dapat dipengaruhi oleh masing-masing faktor dan saling mempengaruhi satu sama lain karena tingkat produktivitas tanaman padi tidak dapat dipengaruhi oleh satu faktor saja.



Analisis dan Pengolahan Data Menggunakan Software Agisoft Photoscan

Pengukuran estimasi ketinggian tanaman dilakukan oleh *software Agisoft Photoscan* dengan mengolah data citra 2D menjadi 3D. *Software Agisoft*

Photoscan merupakan salah satu *software* pengolahan data citra yang mengubah data 2D menjadi data 3D. Sesuai dengan Kiessling (2013), yang menyatakan bahwa *software Agisoft Photoscan* merupakan salah satu *software* untuk mengolah fotogrametri. *Software* ini dapat melakukan pengolahan fotogrametri gambar digital dan menghasilkan data spasial 3D untuk digunakan dalam aplikasi GIS, budaya dokumentasi warisan, dan produksi efek visual serta untuk pengukuran tidak langsung dari objek berbagai skala. Data citra 2D yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra yang diambil atau direkam menggunakan *Drone Modul DJI Phantom Vision 2+*. Perekaman data citra dilakukan diatas lahan persawahan Desa Alatengae Kecamatan Bantimurung Kabupaten Maros.

Gambar 11 menunjukkan ketinggian tanaman dapat diukur menggunakan sebuah *software Agisoft Photoscan*. Metode yang digunakan oleh *software* ini adalah metode stereoskopis. Stereoskopis merupakan salah satu metode penggabungan data citra 2D dari posisi kamera yang berbeda saat perekaman sehingga dapat memberi penglihatan 3D pada suatu objek. Hal Ini sesuai dengan Hadi (2007), yang menyatakan bahwa penglihatan stereoskopis memungkinkan kita untuk melihat suatu objek secara simultan dari dua perspektif yang berbeda, seperti dua foto udara yang diambil dari kedudukan kamera yang berbeda, untuk memperoleh kesan mental suatu model tiga dimensi. *Software Agisoft Photoscan* dapat mengolah beberapa citra hingga menjadi citra 3D.

Citra 2D memiliki titik koordinat jika pada saat mengambil atau merekam citra GPS dari perangkat telah dikalibrasi. Hal yang menyebabkan data citra 2D dapat berubah menjadi citra 3D adalah kecocokan antar titik koordinat dari citra itu sendiri. Titik koordinat yang saling mengikat akan menimbulkan keselarasan pada objek yang direkam sehingga terbentuk citra 3D. Sesuai dengan Kiessling (2013), yang menyatakan bahwa *Photoscan* dapat mengikat titik secara otomatis berdasarkan pencocokan titik koordinat sehingga dapat diketahui posisi kamera pada setiap gambar sehingga posisi kamera dari gambar dapat terbentuk dan

tra 3D.

ambar 11 memperlihatkan hasil pengolahan citra yang dilakukan oleh *Agisoft Photoscan* pada petak 78 (Inpari 23 legowo 2:1), dan petak 153



(Inpari 23 tegel) pada saat umur tanaman padi mencapai 38 HST. Hasil pengolahan citra tersebut dapat berupa pengukuran ketinggian suatu objek yaitu ketinggian tanaman padi. Citra yang diolah pada *software* adalah citra dari petak sawah tanaman padi dengan varietas Inpari 23 pola tanam legowo 2.1 (petak sawah 78, 89, dan 153), varietas Inpari 23 pola tanam tegel (petak 153, 155 dan 271), varietas Inpari 4 pola tanam tegel (petak sawah 56 dan 214) serta varietas Ciliwung pola tanam tegel (petak sawah 67). Hasil dari pengolahan citra tersebut dapat disajikan pada Gambar 11a dan 11b.



Gambar 11. Pengukuran Tinggi Tanaman menggunakan *Software Agisoft Photoscan* saat 38 HST pada: a. Petak 56 (Inpari 23 tegel), dan b. Petak 153 (Inpari 23 tegel).

Pengukuran jarak tanam juga dilakukan menggunakan *software Agisoft Photoscan* dapat dilihat pada Gambar 12. *Software Agisoft Photoscan* mengukur jarak dengan menggabungkan titik-titik pengukuran yang ingin diukur dengan mengakumulasikan nilai dari titik awal pengukuran hingga titik akhir pengukuran. Seperti yang terlihat pada Gambar 12a yang menunjukkan pengukuran jarak tanam pada petak 78 yang memiliki varietas Inpari 23 dengan pola tanam legowo 2:1 dimana terdapat 4 titik yang mengakumulasikan nilai pengukuran. Artinya, titik pertama merupakan titik awal, sedangkan ketiga titik lainnya (titik 1, 2 dan 3) adalah masing-masing jarak kolom antartanaman, jarak baris kosong dan jarak baris antartanaman. Kemudian pada Gambar 12b menunjukkan bahwa dilakukan pengukuran jarak tanam yang membentuk pola tanam tegel pada petak 56 dengan Inpari 4.





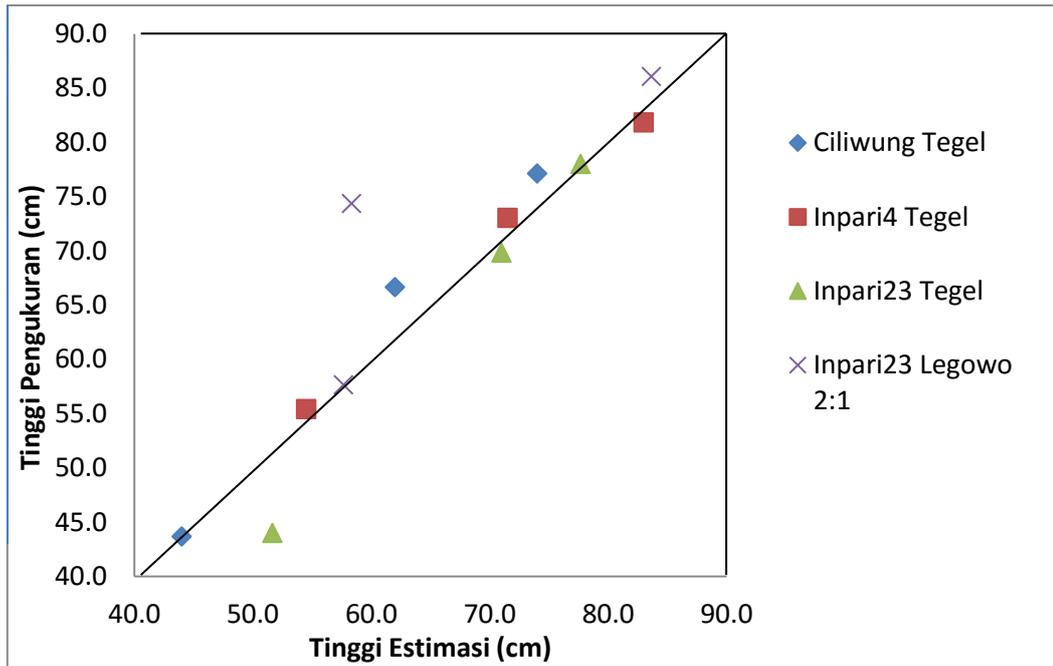
Gambar 12. Pengukuran Jarak Tanam menggunakan *Software Agisoft Photoscan* saat 19 HST pada: a. Petak 78 (pola tanam legowo 2:1), dan b. Petak 56 (pola tanam tegel).

4.4. Perbandingan Tinggi Tanaman dan Kerapatan Tanaman pada Nilai Pengukuran dan Nilai Estimasi

Gambar 13 menunjukkan perbandingan antara tinggi tanaman pengukuran dengan tinggi tanaman estimasi menggunakan *software Agisoft Photoscan*. Pengukuran tinggi tanaman pada saat umur tanaman mencapai 38 HST, 66 HST dan 95 HST dilakukan karena perkembangan tinggi tanaman akan dipantau pada setiap bulan.

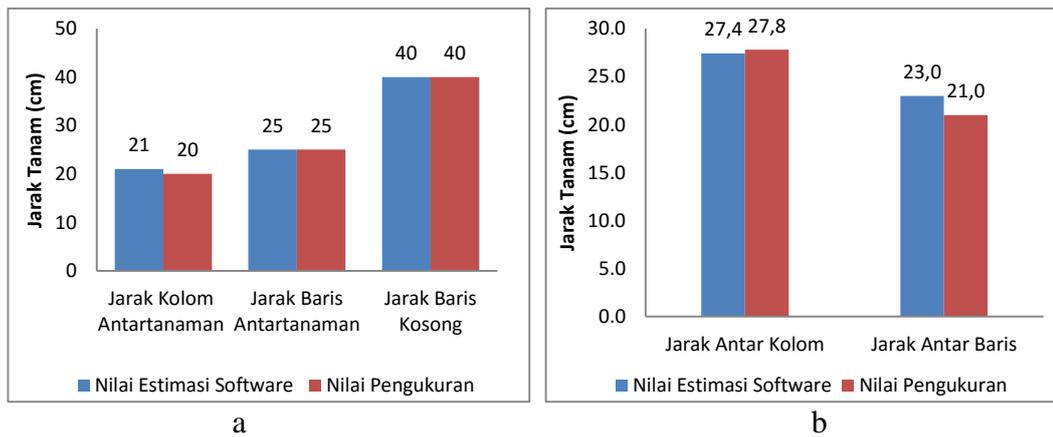
Berdasarkan Gambar 13, dapat dilihat bahwa terdapat grafik linear terhadap perkembangan ketinggian tanaman padi pada tinggi pengukuran dan tinggi estimasi yang artinya pada sertiap waktu HST (38 HST, 66 HST dan 95 HST) mengalami peningkatan atau dapat disebut dengan pertumbuhan. Pada Gambar 14 seluruh varietas diplotkan hingga membentuk garis-garis tersebut. Akan tetapi, jika dilihat pada varietas Inpari 23, terdapat salah satu titik yang sedikit menjauh dari garis linearnya. Hal ini dapat dikatakan bahwa titik pengukuran tersebut dipengaruhi oleh faktor kecepatan angin yang tinggi sehingga menyebabkan daun padi yang relatif telah tinggi dan melengkung tertiuip oleh angin sehingga menghalangi titik pengukuran yang akan diamati. Hal tersebut diperkuat dengan adanya data yang mengalami kesalahan terdapat pada saat umur padi 95 HST sedangkan pada saat umur 38 HST dan 66 HST hasil pengukuran akurat. Kemungkinan kesalahan tersebut terjadi pada petak 89 varietas Inpari 23 pola tanam legowo 2:1 yang memiliki nilai pengukuran sedangkan pada *software* memiliki nilai 45 cm.





Gambar 13. Perbandingan Tinggi Tanaman pada Nilai Pengukuran dan Nilai Estimasi (38 HST, 66 HST, dan 95 HST)

Perbandingan nilai kondisi fisik tanaman juga dilakukan pada pengukuran kerapatan tanaman yang berupa jarak tanam dengan menggunakan diagram batang yang dapat dilihat pada Gambar 14a dan 14b. Jarak tanam yang diukur juga dilakukan pada 9 sampel dengan tiga varietas berbeda dan dua pola tanam berbeda.



Gambar 14. Perbandingan Jarak Tanam: a. legowo 2:1 dan b. tegel pada Nilai Pengukuran dan Nilai Estimasi (19 HST)



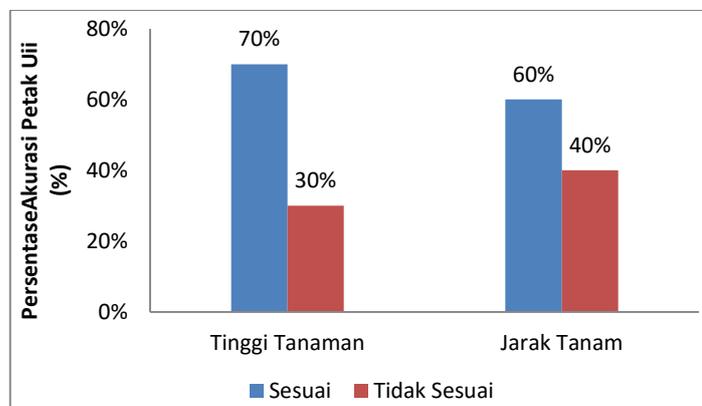
ak tanam yang diukur juga dilakukan pada 9 sampel dengan tiga varietas dan dua pola tanam berbeda. Pengukuran jarak tanam dilakukan pada tanaman mencapai 19 HST agar dapat mengurangi kesalahan pada saat

pengolahan citra karena pada waktu tersebut daun yang muncul dari batang tanaman belum terlalu panjang dan melengkung serta tidak mudah dipengaruhi oleh kecepatan angin relatif kencang sehingga pada saat mengambil citra daun yang melengkung tidak menutupi jarak antartitik yang ingin diukur.

4.5. Estimasi Pengukuran pada Petak Uji

Setelah dilakukan pengukuran menggunakan *software* pada petak sampel, dilakukan juga pengukuran pada petak uji. Petak uji merupakan petak yang ingin diujikan menggunakan *software Agisoft Photoscan* sehingga dapat dibuktikan bahwa nilai pengukuran yang didapatkan sesuai dengan petak sampel sehingga dari pengukuran tersebut dapat diidentifikasi varietas (dari tinggi tanaman) maupun pola tanamnya (dari kerapatan tanaman).

Gambar 15 menunjukkan persentase hasil akurasi yang dilakukan pada beberapa petak uji. Pengukuran data pada petak uji dilakukan pada beberapa petak sawah yang bukan merupakan petak sampel. Petak sawah tersebut terdiri atas beberapa varietas (Inpari 23, Inpari 4 dan Ciliwung) serta pola tanam (legowo 2:1 dan tegel). Hal tersebut dilakukan agar dapat dilihat tingkat akurasi yang dihasilkan jika pengukuran dilakukan oleh *software Agisoft Photoscan*. Berdasarkan Gambar 15, dapat dilihat bahwa persentase akurasi untuk mengukur tinggi tanaman mencapai 70% yang sesuai dan 30% yang tidak sesuai. Artinya, nilai-nilai pengukuran yang diukur pada petak uji memiliki kesesuaian mencapai 70%. Kesesuaian tersebut diperoleh dari rata-rata pengukuran untuk setiap varietas dan diklasifikasikan menurut interval ketinggian tanaman, sehingga dapat dilihat nilai yang sesuai dengan hasil klasifikasi.



Gambar 15. Persentase Akurasi Petak Uji



Gambar 15 juga menunjukkan bahwa persentase akurasi petak uji mencapai 60% untuk pengukuran jarak tanam (kerapatan tanaman). Nilai tersebut juga diperoleh dari rata-rata nilai pengukuran jarak tanam pada *software* dan divalidasi menggunakan data lapangan. Kemudian dilakukan perhitungan selisih antara nilai keduanya dan diperoleh nilai persentase sebesar 60%.

4.6. Peta Prediksi Kondisi Fisik Tanaman

Petak lahan sawah yang dijadikan lahan penelitian ini adalah petak 78, 89, dan 153 untuk varietas Inpari 23 pola tanam legowo 2:1, petak 151, 155 dan 271 untuk varietas Inpari 23 pola tanam tegel, petak 56 dan 214 untuk varietas Inpari 4 pola tanam tegel dan petak 67 untuk varietas Ciliwung pola tanam tegel.



Gambar 16. Peta Prediksi Kondisi Fisik Tanaman Padi



Gambar 16 memperlihatkan peta prediksi kondisi fisik tanaman berdasarkan pengolahan *software Agisoft Photoscan* yang menampilkan citra 3D. Peta prediksi kondisi tanaman pada Gambar 16 diperoleh berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada beberapa petak uji menggunakan *software Agisoft Photoscan*. Dapat dilihat pada gambar tersebut, ketinggian tanaman yang diperoleh menggambarkan varietas dari tanaman padi. Sedangkan jarak tanam dapat menggambarkan pola tanam yang digunakan pada lahan persawahan di Desa Alatengae Kabupaten Maros. Selain kondisi fisik tanaman, pada peta tersebut memperlihatkan hasil produktivitas yang dihasilkan berdasarkan valetasnya. Peta prediksi kondisi fisik tanaman padi pada Gambar 16 dapat digunakan sebagai informasi tambahan (sekunder) kondisi fisik tanaman (ketinggian tanaman dan kerapatan) sehingga data tersebut dapat mempermudah untuk menghitung prdoduktivitas yang dapat dihasilkan berdasarkan varietas dan pola tanamnya



V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Software Agisoft Photoscan dapat digunakan untuk mengolah data citra 2D menjadi 3D sehingga kondisi fisik tanaman dapat diukur dengan tingkat akurasi 70% untuk ketinggian tanaman dan 60% untuk jarak tanam (kerapatan tanaman).

Tingkat produktivitas padi dipengaruhi oleh varietas dan pola tanam serta dapat diprediksi dengan pengukuran tinggi tanaman maksimum berdasarkan varietas dan jarak tanam yang dipantau dengan UAV dan diolah menggunakan *software Agisoft Photoscan*.

5.2. Saran

Sebaiknya pengambilan citra yang akan diolah menggunakan *software Agisoft Photoscan* dilakukan pengontrolan kecepatan angin sehingga tingkat kecepatan angin tidak mempengaruhi titik pengukuran yang akan diamati.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Bari. Mukhammad M dan Febri H. 2011. *Pengaruh Kerapatan Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Tembakau (Nicotiana tabacum) Varietas Serumpung Dan Semboja*. Institut Teknologi Sepuluh September: Surabaya.
- Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh. 2009. *Budidaya Tanaman Padi*. Sumatera Utara: Aceh.
- Badan Litbang Pertanian Sukamandi. 2012. *Agroinovasi: Varietas Padi Unggulan*. Jawa Barat: Bandung.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2013. *Sistem Tanam*. Jawa Barat: Bandung.
- Budi, LS. 2007. *Buletin Agronomi: Pengaruh Cara Tanam dan Penggunaan Varietas terhadap Produktivitas Wijen (Sesamum indicum L.)* Volume 35 Halaman 135-141. Ponorogo.
- Djojosumarto, P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka: Jakarta.
- Hadi, Bambang Saiful. 2007. *Dasar-dasar Fotogrametri*. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Ivan, Michael. W. Gazali. N. Imanuel. 2012. *Aplikasi Perubahan Citra 2D Menjadi 3D dengan Metode Stereoscopic Anaglyph berbasis Komputer*. Universitas Bin Nusantara: Jakarta.
- Latifah, Siti. 2004. *Pertumbuhan Dan Hasil Tegakan Eucalyptus grandis di Hutan Tanaman Industri*. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Louise, A. B. 2016. *Evaluasi Pertumbuhan dan Produksi Tanaman: Pengukuran Tinggi dan Panjang Tanaman*. Universitas Jendral Soedirman: Purwokerto.
- Kiessling, Karsten. 2013. *Getting started with Agisoft PhotoScan*. St. Petersburg: Rusia.
- Sari, Dewi Kania. I. Hanafiah. W. Sulasdi dan A. Budi Harto. 2010. *Estimasi Produktivitas Padi Sawah Berbasis Kalender Tanam Heterogen menggunakan Teknologi Pengindraan Jauh*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- ti, Rizatus. 2011. *Teknologi Pesawat Tanpa Awak untuk Pemetaan dan Pemantauan Tanaman dan Lahan Pertanian*. Bogor.

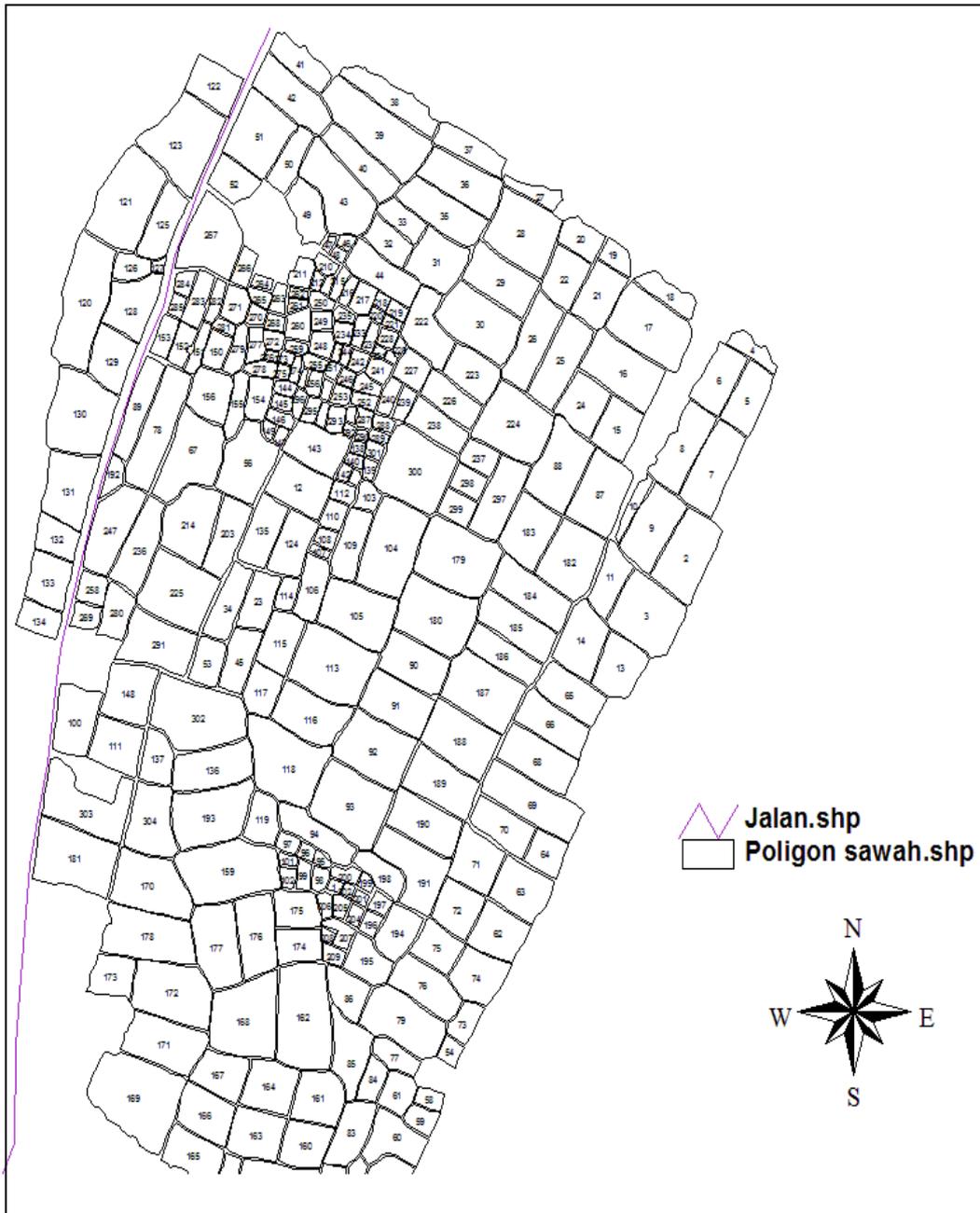


- Soerjandono, NB. 2005. *Teknik Pengendalian Gulma Dengan Herbisida Persistensi Rendah Pada Tanaman Padi. Buletin Teknik Pertanian Vol. 10, Nomor 1: Jawa Tengah.*
- Tejada, Zarco. R Diaz V. V Angileri dan P Loudjani. 2014. *Tree height quantification using very high resolution imagery acquired from an unmanned aerial vehicle (UAV) and automatic 3D photo-reconstruction methods.* Europ. J. Agronomy Vol.55. University of Santiago de Compostela: Spanyol.
- Widowati LR, Sri W, dan D Setyorini. 2004. *Karakterisasi Pupuk Organik dan Pupuk hayati yang Efektif untuk Budidaya Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Pengembangan Agribisnis.* Balai Penelitian Tanah: Sumatera Barat.
- Wijaya, Arya Yudhi. Agus Zainal Arifin dan Diana Purwitasari. 2010. *Algoritma Pemutusan Siklus Iteratif Pada Estimasi Rotasi Citra Dengan Menggunakan Pseudo-Polar Fourier Transform.* Institut Teknologi Surabaya: Surabaya.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Dasar Lahan Persawahan Desa Alatengae, Maros



Gambar 16. Peta Dasar Lahan Persawahan Desa Alatengae, Maros



**Lampiran 2. Tingkat Produktivitas Padi pada Lahan Persawahan Desa
Alatengae, Maros**

No Petak	Luas (ha)	Pengukuran Lapangan			Hasil ton/ha	Masa Tanam
		(Karung)	(kg)	(ton)		
1	0,01	1	50	0,05	5,70	Mei-Agustus 2016
3	0,27	25	1225	1,23	4,58	Mei-Agustus 2016
11	0,11	12,5	649	0,65	5,91	Mei-Agustus 2016
12	0,16	18	900	0,90	5,46	Mei-Agustus 2016
13	0,15	18	900	0,90	5,83	Mei-Agustus 2016
14	0,18	20	1000	1,00	5,70	Mei-Agustus 2016
15	0,13	13,5	675	0,68	5,19	Mei-Agustus 2016
16	0,24	32	1600	1,60	6,69	Mei-Agustus 2016
19	0,03	5	250	0,25	9,30	Mei-Agustus 2016
20	0,08	7	350	0,35	4,26	Mei-Agustus 2016
22	0,12	12	600	0,60	4,89	Mei-Agustus 2016
23	0,10	13,5	675	0,68	6,55	Mei-Agustus 2016
24	0,14	14,5	725	0,73	5,32	Mei-Agustus 2016
25	0,19	23	1150	1,15	6,01	Mei-Agustus 2016
26	0,18	18	900	0,90	5,11	Mei-Agustus 2016
27	0,05	4,5	225	0,23	4,25	Mei-Agustus 2016
28	0,27	28	1400	1,40	5,19	Mei-Agustus 2016
29	0,19	19,5	975	0,98	5,15	Mei-Agustus 2016
30	0,03	26,5	1325	1,33	52,54	Mei-Agustus 2016
31	0,17	20	1000	1,00	6,05	Mei-Agustus 2016
32	0,09	19,5	1040	1,04	12,20	Mei-Agustus 2016
33	0,07	20,5	999	1,00	14,28	Mei-Agustus 2016
34	0,12	15	750	0,75	6,34	Mei-Agustus 2016
35	0,19	22	1100	1,10	5,72	Mei-Agustus 2016
36	0,19	23	1150	1,15	5,92	Mei-Agustus 2016
37	0,11	9	450	0,45	4,00	Mei-Agustus 2016
38	0,15	20	1000	1,00	6,71	Mei-Agustus 2016
39	0,32	40	2000	2,00	6,27	Mei-Agustus 2016
40	0,14	18	900	0,90	6,21	Mei-Agustus 2016
41	0,11	7	350	0,35	3,27	Mei-Agustus 2016
42	0,18	12	612	0,61	3,31	Mei-Agustus 2016
43	0,25	12	612	0,61	2,49	Mei-Agustus 2016
44	0,11	14	700	0,70	6,41	Mei-Agustus 2016
45	0,11	14	728	0,73	6,66	Mei-Agustus 2016
46	0,09	11,5	575	0,58	6,26	Mei-Agustus 2016



No Petak	Luas (ha)	Pengukuran Lapangan			Hasil ton/ha	Masa Tanam
		(Karung)	(kg)	(ton)		
51	0,23	23,5	1175	1,18	5,04	Mei-Agustus 2016
53	0,08	9,8	487,5	0,49	5,83	Mei-Agustus 2016
54	0,03	4,5	225	0,23	7,17	Mei-Agustus 2016
56	0,21	26	1377	1,38	6,62	Mei-Agustus 2016
59	0,05	6	300	0,30	6,45	Mei-Agustus 2016
61	0,08	10,5	525	0,53	6,95	Mei-Agustus 2016
62	0,15	24	1200	1,20	7,98	Mei-Agustus 2016
63	0,16	22	1100	1,10	6,71	Mei-Agustus 2016
64	0,08	13,8	687,5	0,69	8,36	Mei-Agustus 2016
65	0,15	15,8	787,5	0,79	5,20	Mei-Agustus 2016
66	0,16	20,5	1025	1,03	6,48	Mei-Agustus 2016
67	0,25	30	1500	1,50	5,96	Mei-Agustus 2016
68	0,20	27	1350	1,35	6,82	Mei-Agustus 2016
69	0,24	33	1650	1,65	6,84	Mei-Agustus 2016
71	0,15	18,5	925	0,93	5,99	Mei-Agustus 2016
73	0,06	8,7	433,333	0,43	7,32	Mei-Agustus 2016
74	0,15	19	950	0,95	6,50	Mei-Agustus 2016
75	0,11	13,5	675	0,68	6,20	Mei-Agustus 2016
76	0,16	17	850	0,85	5,28	Mei-Agustus 2016
77	0,07	9,5	475	0,48	7,14	Mei-Agustus 2016
78	0,23	34	1802	1,80	7,78	Mei-Agustus 2016
79	0,24	29,5	1475	1,48	6,21	Mei-Agustus 2016
81	0,06	7	350	0,35	5,83	Mei-Agustus 2016
83	0,13	15,5	775	0,78	6,14	Mei-Agustus 2016
86	0,09	8	400	0,40	4,22	Mei-Agustus 2016
87	0,22	23	1150	1,15	5,18	Mei-Agustus 2016
88	0,23	30,8	1537,5	1,54	6,60	Mei-Agustus 2016
89	0,13	18	900	0,90	6,89	Mei-Agustus 2016
91	0,19	26	1257	1,26	6,62	Mei-Agustus 2016
92	0,25	24	1167	1,17	4,62	Mei-Agustus 2016
93	0,29	32	1632	1,63	5,65	Mei-Agustus 2016
94	0,13	13,5	692	0,69	5,49	Mei-Agustus 2016
96	0,02	3	150	0,15	9,68	Mei-Agustus 2016
97	0,02	9,5	475	0,48	19,84	Mei-Agustus 2016
98	0,02	3	150	0,15	6,53	Mei-Agustus 2016
	0,17	21,5	1075	1,08	6,40	Mei-Agustus 2016
	0,04	3,5	175	0,18	4,86	Mei-Agustus 2016
	0,29	32	1600	1,60	5,53	Mei-Agustus 2016
	0,24	11	550	0,55	2,30	Mei-Agustus 2016



No Petak	Luas (ha)	Pengukuran Lapangan			Hasil ton/ha	Masa Tanam
		(Karung)	(kg)	(ton)		
106	0,10	14	700	0,70	7,23	Mei-Agustus 2016
107	0,01	2	100	0,10	9,21	Mei-Agustus 2016
108	0,02	2	95	0,10	4,23	Mei-Agustus 2016
109	0,11	12	600	0,60	5,49	Mei-Agustus 2016
110	0,04	4	197	0,20	5,59	Mei-Agustus 2016
111	0,15	20	1040	1,04	7,04	Mei-Agustus 2016
112	0,15	2,5	133	0,13	0,90	Mei-Agustus 2016
114	0,04	3	150	0,15	3,86	Mei-Agustus 2016
119	0,09	14	700	0,70	7,72	Mei-Agustus 2016
120	0,33	44	2288	2,29	6,84	Mei-Agustus 2016
121	0,32	38	1900	1,90	5,94	Mei-Agustus 2016
122	0,13	12	600	0,60	4,66	Mei-Agustus 2016
124	0,12	15,5	775	0,78	6,23	Mei-Agustus 2016
125	0,13	16	800	0,80	6,17	Mei-Agustus 2016
126	0,05	5,5	275	0,28	5,04	Mei-Agustus 2016
127	0,01	1,8	85	0,09	8,05	Mei-Agustus 2016
128	0,16	14,5	725	0,73	4,52	Mei-Agustus 2016
130	0,30	34	1667	1,67	5,65	Mei-Agustus 2016
131	0,20	22,5	1078	1,08	5,35	Mei-Agustus 2016
133	0,12	11,5	575	0,58	4,62	Mei-Agustus 2016
134	0,07	14,5	725	0,73	9,78	Mei-Agustus 2016
135	0,13	17	850	0,85	6,45	Mei-Agustus 2016
136	0,20	24	1200	1,20	6,14	Mei-Agustus 2016
137	0,09	8	400	0,40	4,28	Mei-Agustus 2016
138	0,01	1,5	83	0,08	8,23	Mei-Agustus 2016
141	0,01	1,3	74	0,07	8,16	Mei-Agustus 2016
142	0,01	1,5	75	0,08	7,01	Mei-Agustus 2016
143	0,15	14	85	0,09	0,59	Mei-Agustus 2016
144	0,02	2	98	0,10	5,61	Mei-Agustus 2016
145	0,02	2	102	0,10	5,57	Mei-Agustus 2016
146	0,02	3,5	174	0,17	7,60	Mei-Agustus 2016
147	0,01	1,5	77	0,08	7,06	Mei-Agustus 2016
148	0,17	22	1144	1,14	6,79	Mei-Agustus 2016
149	0,01	1,5	78	0,08	7,06	Mei-Agustus 2016
150	0,05	6,5	325	0,33	6,26	Mei-Agustus 2016
	0,04	5	250	0,25	6,90	Mei-Agustus 2016
	0,04	13	650	0,65	15,64	Mei-Agustus 2016
	0,06	6	297	0,30	4,79	Mei-Agustus 2016
	0,06	7,5	375	0,38	6,20	Mei-Agustus 2016



No Petak	Luas (ha)	Pengukuran Lapangan			Hasil ton/ha	Masa Tanam
		(Karung)	(kg)	(ton)		
156	0,12	13	637	0,64	5,29	Mei-Agustus 2016
158	0,05	4	200	0,20	3,92	Mei-Agustus 2016
159	0,32	32	1750	1,75	5,39	Mei-Agustus 2016
160	0,12	16,5	825	0,83	6,62	Mei-Agustus 2016
161	0,15	18,5	925	0,93	6,21	Mei-Agustus 2016
162	0,34	22	1100	1,10	3,20	Mei-Agustus 2016
163	0,15	22	1100	1,10	7,12	Mei-Agustus 2016
164	0,15	22	1100	1,10	7,21	Mei-Agustus 2016
165	0,14	21	1050	1,05	7,55	Mei-Agustus 2016
166	0,15	14	700	0,70	4,65	Mei-Agustus 2016
167	0,13	9	450	0,45	3,45	Mei-Agustus 2016
168	0,30	33,5	1675	1,68	5,56	Mei-Agustus 2016
170	0,25	26,5	1325	1,33	5,24	Mei-Agustus 2016
171	0,22	27,5	1600	1,60	7,24	Mei-Agustus 2016
172	0,27	31,5	1575	1,58	5,86	Mei-Agustus 2016
173	0,10	10,5	525	0,53	5,02	Mei-Agustus 2016
174	0,09	11	534	0,53	5,87	Mei-Agustus 2016
175	0,10	7,5	375	0,38	3,72	Mei-Agustus 2016
176	0,18	22	1100	1,10	6,07	Mei-Agustus 2016
177	0,22	28,5	1425	1,43	6,54	Mei-Agustus 2016
178	0,26	28,5	1425	1,43	5,44	Mei-Agustus 2016
179	0,29	34	1700	1,70	5,79	Mei-Agustus 2016
180	0,29	35,5	1810	1,81	6,32	Mei-Agustus 2016
182	0,22	19,5	975	0,98	4,44	Mei-Agustus 2016
183	0,18	19,5	975	0,98	5,48	Mei-Agustus 2016
185	0,17	18,5	925	0,93	5,42	Mei-Agustus 2016
186	0,13	32	1696	1,70	12,71	Mei-Agustus 2016
187	0,26	16	791	0,79	3,02	Mei-Agustus 2016
188	0,23	33	1784	1,78	7,76	Mei-Agustus 2016
189	0,20	23,5	1175	1,18	5,98	Mei-Agustus 2016
190	0,19	21	1072	1,07	5,76	Mei-Agustus 2016
191	0,21	24	1231	1,23	5,76	Mei-Agustus 2016
192	0,04	5	240	0,24	6,44	Mei-Agustus 2016
193	0,26	34,5	1696	1,70	6,52	Mei-Agustus 2016
194	0,11	13	689	0,69	6,33	Mei-Agustus 2016
	0,02	4	231	0,23	9,33	Mei-Agustus 2016
	0,02	3	154	0,15	6,64	Mei-Agustus 2016
	0,08	8	407	0,41	5,05	Mei-Agustus 2016
	0,02	1,8	665	0,67	29,83	Mei-Agustus 2016



No Petak	Luas (ha)	Pengukuran Lapangan			Hasil ton/ha	Masa Tanam
		(Karung)	(kg)	(ton)		
203	0,13	15	795	0,80	5,94	Mei-Agustus 2016
205	0,02	2	99	0,10	5,72	Mei-Agustus 2016
206	0,02	2	105	0,11	5,26	Mei-Agustus 2016
207	0,03	4	160	0,16	5,10	Mei-Agustus 2016
209	0,02	3	135	0,14	5,76	Mei-Agustus 2016
214	0,21	24	1092	1,09	5,11	Mei-Agustus 2016
217	0,04	7	350	0,35	8,98	Mei-Agustus 2016
222	0,16	18	954	0,95	6,12	Mei-Agustus 2016
223	1,30	14	700	0,70	0,54	Mei-Agustus 2016
225	0,27	32	1240	1,24	4,63	Mei-Agustus 2016
226	0,11	11	550	0,55	4,93	Mei-Agustus 2016
236	0,16	22,5	1125	1,13	6,85	Mei-Agustus 2016
238	0,16	13	650	0,65	3,96	Mei-Agustus 2016
241	0,03	2,5	125	0,13	3,93	Mei-Agustus 2016
242	0,02	2	100	0,10	4,43	Mei-Agustus 2016
258	0,05	6	300	0,30	5,85	Mei-Agustus 2016
259	0,02	2,5	125	0,13	8,00	Mei-Agustus 2016
263	0,03	1,5	130	0,13	5,12	Mei-Agustus 2016
267	0,24	25	1275	1,28	5,31	Mei-Agustus 2016
268	0,02	1,5	75	0,08	4,11	Mei-Agustus 2016
269	0,04	17	850	0,85	20,68	Mei-Agustus 2016
270	0,02	3,5	175	0,18	8,53	Mei-Agustus 2016
278	0,03	4	210	0,21	7,76	Mei-Agustus 2016
279	0,05	6	300	0,30	6,53	Mei-Agustus 2016
280	0,09	33	1600	1,60	17,80	Mei-Agustus 2016
281	0,02	2,5	125	0,13	8,23	Mei-Agustus 2016
284	0,03	13	676	0,68	25,33	Mei-Agustus 2016
286	0,01	1	50	0,05	5,40	Mei-Agustus 2016
287	0,02	2,5	141	0,14	7,84	Mei-Agustus 2016
288	0,02	2,5	128	0,13	7,18	Mei-Agustus 2016
289	0,01	1,5	76	0,08	5,76	Mei-Agustus 2016
291	0,21	25	1250	1,25	6,02	Mei-Agustus 2016
292	0,01	1	54	0,05	7,04	Mei-Agustus 2016
293	0,02	3	148	0,15	5,99	Mei-Agustus 2016
294	0,01	2,5	136	0,14	10,61	Mei-Agustus 2016
	0,02	3	154	0,15	6,92	Mei-Agustus 2016
	0,02	6	300	0,30	15,90	Mei-Agustus 2016
	0,17	8	400	0,40	2,36	Mei-Agustus 2016
	0,05	35	1750	1,75	33,71	Mei-Agustus 2016



No Petak	Luas (ha)	Pengukuran Lapangan			Hasil	Masa Tanam
		(Karung)	(kg)	(ton)	ton/ha	
300	0,30	39	1872	1,87	6,25	Mei-Agustus 2016
301	0,02	33	1300	1,30	77,29	Mei-Agustus 2016
302	0,26	18,5	925	0,93	3,58	Mei-Agustus 2016



Lampiran 3. Perkembangan Biometrik Tinggi Tanaman

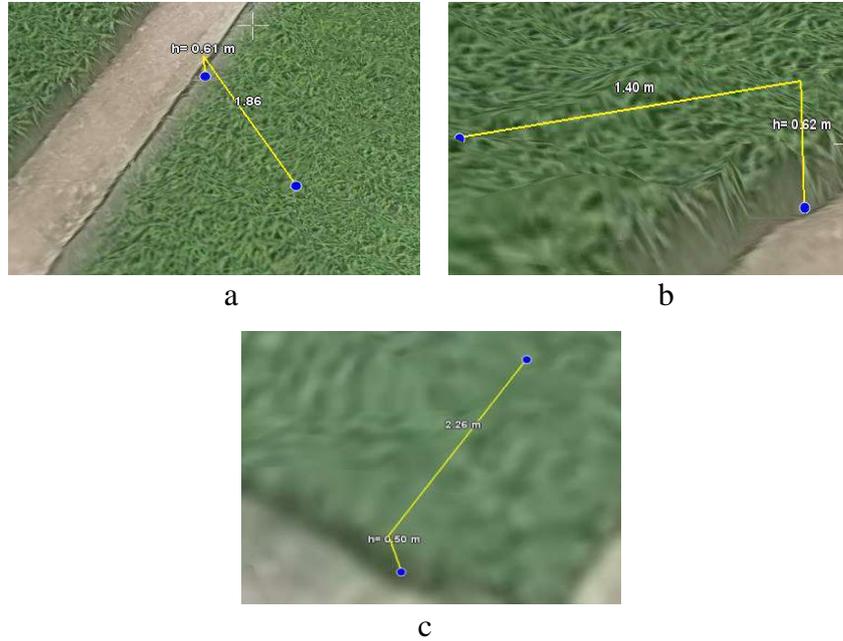
Nomor Petak	Varietas	Tinggi Tanaman Pengukuran (cm)						
		19 HST	29 HST	38 HST	52 HST	66 HST	84 HST	95 HST
67	Ciliwung	32,0	43,7	43,7	66,7	65,7	73,6	77,1
56	Inpari 4	29,7	57,5	57,5	66,3	70,1	75,4	78,1
214	Inpari 4	29,7	53,3	53,3	69,2	76,0	83,2	85,6
151	Inpari 23	34,7	41,7	58,5	58,5	72,5	73,9	83,6
155	Inpari 23	33,7	47,5	48,8	86,7	76,9	85,9	74,8
271	Inpari 23	34,3	42,8	57,5	93,3	60,2	78,6	75,6
78	Inpari 23	34,0	55,8	60,3	61,5	67,1	74,6	83,4
89	Inpari 23	33,3	62,3	62,3	60,8	85,5	85,3	86,2
153	Inpari 23	33	55,3	55,3	61,7	70,5	80,5	88,7



Lampiran 4. Pengolahan Citra Menggunakan *Software Agisoft Photoscan*

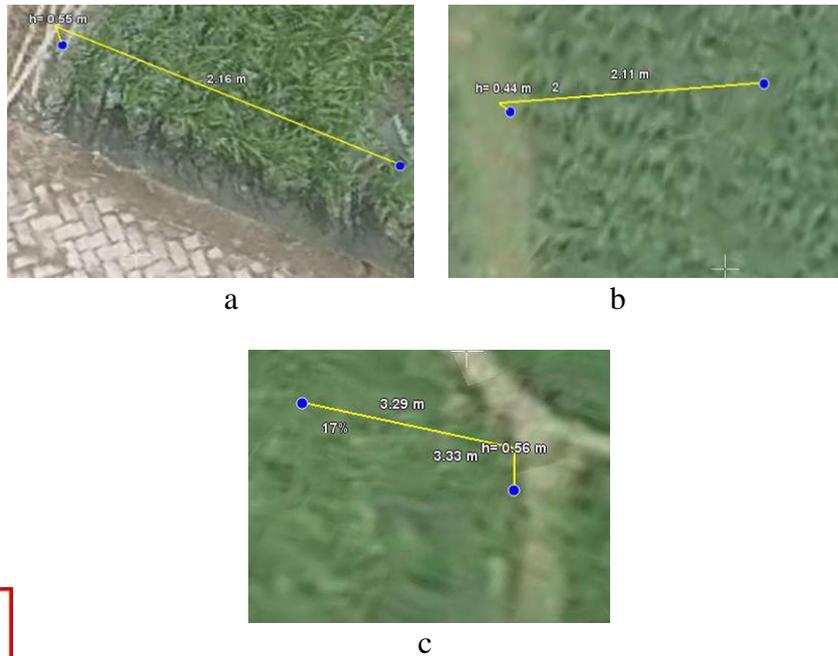
1. Tinggi Tanaman (38 HST, 66 HST dan 95 HST)

A. Petak Sawah 78, 89, dan 153 (varietas Inpari 23, pola tanam legowo 2.1)



Gambar 17. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 38 HST pada: a. Petak 78, b. Petak 89, dan c. Petak 153

B. Petak Sawah 151, 155, dan 271 (varietas Inpari 23, pola tanam tegel)



18. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 38 HST pada: a. Petak 151, b. Petak 155, dan c. Petak 271



C. Petak Sawah 56 dan 214 (varietas Inpari 4, pola tanam tegel)



Gambar 19. Pengukuran Tinggi Tanaman menggunakan *Software Agisoft Photoscan* saat 38 HST pada Petak 56

D. Petak Sawah 67 (varietas Ciliwung, pola tanam tegel)



Gambar 20. Pengukuran Tinggi Tanaman menggunakan *Software Agisoft Photoscan* saat 38 HST pada Petak 67

E. Petak Sawah 78, 89, dan 153 (varietas Inpari 23, pola tanam legowo 2.1)



a



b

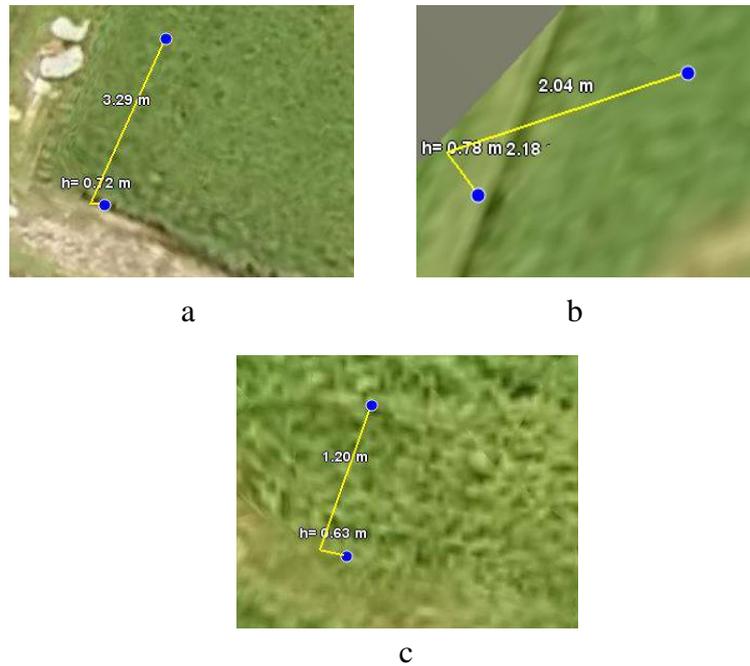


c

21. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 66 HST pada: a. Petak 78, b. Petak 89, dan c. Petak 153



F. Petak Sawah 151, 155, dan 271 (varietas Inpari 23, pola tanam tegel)



Gambar 22. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 66 HST pada: a. Petak 151, b. Petak 155, dan c. Petak 271

G. Petak Sawah 56 dan 214 (varietas Inpari 4, pola tanam tegel)



Gambar 23. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 66 HST pada: a. Petak 56 dan b. Petak 214

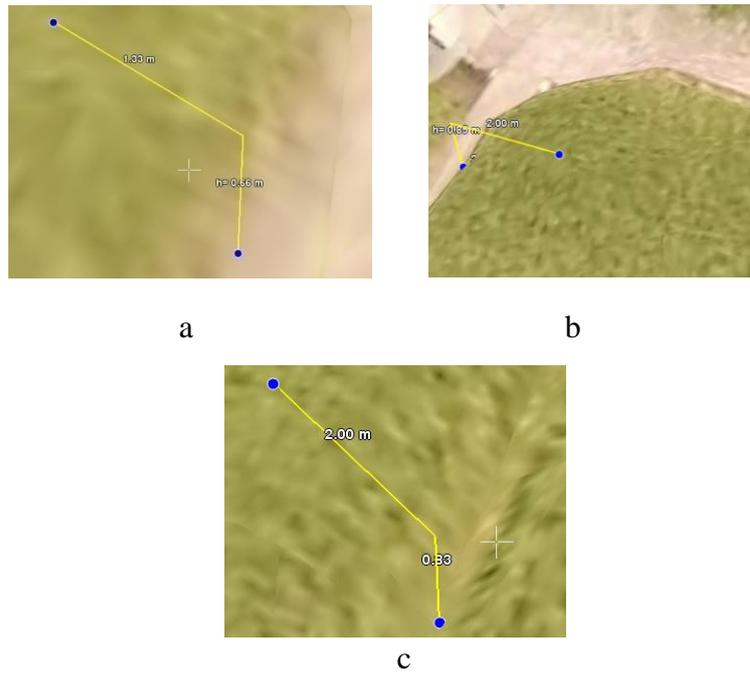
H. Petak Sawah 67 (varietas Inpari 4, pola tanam tegel)



Gambar 24. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 66 HST pada Petak 67

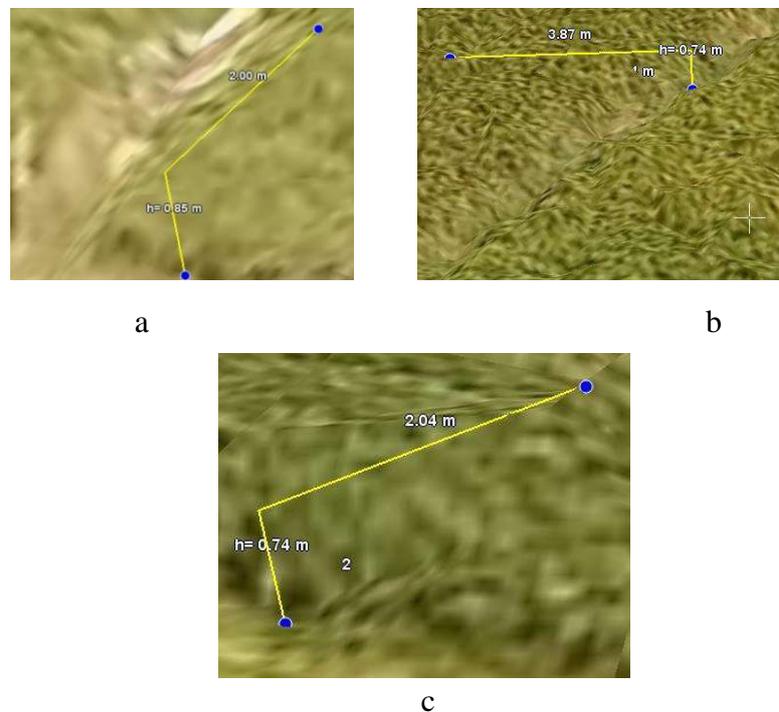


I. Petak Sawah 78, 89, dan 153 (varietas Inpari 23, pola tanam legowo 2.1)



Gambar 25. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 95 HST pada: a. Petak 78, b. Petak 89, dan c. Petak 153

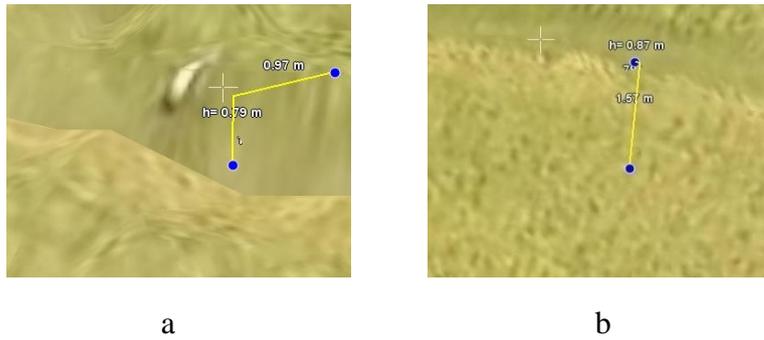
J. Petak Sawah 151, 155, dan 271 (varietas Inpari 23, pola tanam tegel)



Gambar 26. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 95 HST pada: a. Petak 151, b. Petak 155, dan c. Petak 271



K. Petak Sawah 56 dan 214 (varietas Inpari 4, pola tanam tegel)



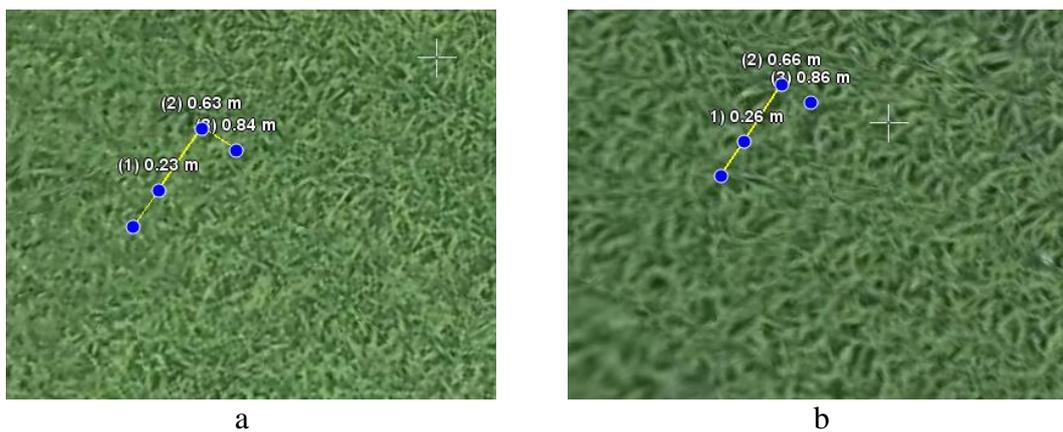
Gambar 27. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 95 HST pada: a. Petak 56 dan b. Petak 214

L. Petak Sawah 67 (varietas Inpari 4, pola tanam tegel)



Gambar 28. Pengukuran Tinggi Tanaman saat 95 HST pada Petak 67

2. Jarak Tanam (19 HST)



Gambar 29. Pengukuran jarak tanam legowo 2:1 saat 19 HST pada: a. Petak 78 dan b. Petak 89





a



b

Gambar 30. Pengukuran jarak tanam tegel saat 19 HST pada: a. Petak 56 dan b. Petak 67



Lampiran 5. Perbandingan Tinggi Tanaman Pengukuran dan Tinggi Estimasi (38 HST, 66 HST, dan 95 HST)

Nomor Petak	Varietas	Tinggi Tanaman (cm)					
		Lapangan	<i>Software</i>	Lapangan	<i>Software</i>	Lapangan	<i>Software</i>
67	Ciliwung	43,7	44,0	65,7	68,0	77,1	74,0
56	Inpari 4	57,5	56,0	70,1	68,0	78,1	79,0
214	Inpari 4	53,3	53,0	76,0	75,0	85,6	87,0
151	Inpari 23	58,5	55,0	72,5	72,0	83,6	85,0
155	Inpari 23	48,8	44,0	76,9	78,0	74,8	74,0
271	Inpari 23	57,5	56,0	60,2	63,0	75,6	74,0
78	Inpari 23	60,3	61,0	67,1	61,0	83,4	83,0
89	Inpari 23	62,3	62,0	85,5	45,0	86,2	85,0
153	Inpari 23	55,3	50,0	70,5	69,0	88,7	83,0



Lampiran 6. Perbandingan Jarak Tanam Pengukuran dan Tinggi Estimasi (19 HST)

Petak	Jarak Kolom Antartanaman (cm)		Jarak Baris Antartanaman (cm)	
	Pengukuran	Estimasi <i>Software</i>	Pengukuran	Estimasi <i>Software</i>
151 (Tegel)/(30x25)	30	31	20	25
155 (Tegel)/(28x20)	28	25	20	25
271 (Tegel)/(28x20)	28	27	20	22
56 (Tegel)/(28x20)	28	26	20	20
214 (Tegel)/(28x20)	25	24	25	25
67 (Tegel)/(28x20)	25	28	25	21
Rata-rata	27,3	26,8	21,7	23

Petak	Jarak Baris Kosong (cm)		Jarak Baris Antartanaman (cm)		Jarak Kolom Antartanaman (cm)	
	Lapangan	<i>Software</i>	Lapangan	<i>Software</i>	Lapangan	<i>Software</i>
78 (Legowo 2:1)/(40x25x20)	40	40	25	21	20	23
89 (Legowo 2:1)/(40x25x20)	40	40	25	26	20	20
153 (Legowo 2:1)/(40x25x20)	40	40	25	28	20	20
Rata-rata	40	40	25	25	20	21



Lampiran 7. Estimasi pada Petak Uji

No Petak	Varietas	Pola Tanam	Luas (ha)	Pengukuran Lapangan			Hasil	Masa Tanam	Tinggi
				(Karung)	(kg)	(ton)	ton/ha		Tanaman
									(cm)
103	Inpari 4	Tegel	0,04	3,5	175	0,18	4,85785	Mei-Agustus 2016	76
104	Inpari 4	Tegel	0,29	32	1600	1,60	5,53122	Mei-Agustus 2016	86
112	Inpari 4	Tegel	0,15	2,5	133	0,13	0,90091	Mei-Agustus 2016	71
128	Ciliwung	Tegel	0,16	14,5	725	0,73	4,52492	Mei-Agustus 2016	76
131	Inpari 4	Tegel	0,20	22,5	1078	1,08	5,34934	Mei-Agustus 2016	83
145	Inpari 4	Tegel	0,02	2	102	0,10	5,57045	Mei-Agustus 2016	84
146	Inpari 4	Tegel	0,02	3,5	174	0,17	7,59892	Mei-Agustus 2016	84
149	Inpari 4	Tegel	0,01	1,5	78	0,08	7,05946	Mei-Agustus 2016	80
150	Inpari 4	Tegel	0,05	6,5	325	0,33	6,26301	Mei-Agustus 2016	83
156	Inpari 4	Tegel	0,12	13	637	0,64	5,2899	Mei-Agustus 2016	82
182	Inpari 4	Tegel	0,22	19,5	975	0,98	4,43615	Mei-Agustus 2016	82
267	Inpari 4	Tegel	0,24	25	1275	1,28	5,31102	Mei-Agustus 2016	82
268	Inpari 4	Tegel	0,02	1,5	75	0,08	4,11198	Mei-Agustus 2016	73
270	Inpari 4	Tegel	0,02	3,5	175	0,18	8,52768	Mei-Agustus 2016	81
300	Inpari 4	Legowo 2:1	0,30	39	1872	1,87	6,25426	Mei-Agustus 2016	82

