

**RANCANG BANGUN PENGHITUNGAN DIMENSI DAUN UMBI-UMBIAN  
MENGUNAKAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Tyas Haryadi**

**NIM. 09650169**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

**2013**

**RANCANG BANGUN PERHITUNGAN DIMENSI DAUN UMBI-UMBIAN  
MENGUNAKAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

*Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Strata Satu Sarjana Teknik Informatika (S.Kom)*

Oleh:

**TYAS HARYADI**

**09650169**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

**2013**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**RANCANG BANGUN PENGHITUNGAN DIMENSI DAUN UMBI-UMBIAN**  
**MENGGUNAKAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

Nama : Tyas Haryadi

NIM : 09650169

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Telah Disetujui, 3 Juli 2013

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Suhartono, M.Kom**

**Suyono, M.P**

**NIP. 19680519 200312 1 001**

**NIP. 197106 22200312 1 002**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom**

**NIP. 197203092005012002**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**RANCANG BANGUN PENGHITUNGAN DIMENSI DAUN UMBI-UMBIAN**  
**MENGGUNAKAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Tyas Haryadi**

**NIM. 09650169**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal 9 Juli 2013

**Susunan Dewan Penguji:**

**Tanda Tangan**

- |                           |   |     |
|---------------------------|---|-----|
| <b>1. Penguji Utama</b>   | <b>: <u>Syahiduz Zaman, M. Kom</u></b><br><b>NIP. 19700502 200501 1 005</b> | ( ) |
| <b>2. Ketua Penguji</b>   | <b>: <u>M. Ainul Yaqin, M. Kom</u></b><br><b>NIP. 19761013 200604 1 004</b> | ( ) |
| <b>3. Sekretaris</b>      | <b>: <u>Dr. Suhartono, M.Kom</u></b><br><b>NIP. 19680519 200312 1 001</b>   | ( ) |
| <b>4. Anggota Penguji</b> | <b>: <u>Suyono, M.P</u></b><br><b>NIP. 19710622 200312 1 002</b>            | ( ) |

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom**

**NIP. 197203092005012002**

**HALAMAN PERNYATAAN  
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Tyas Haryadi  
NIM : 09650169  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Penelitian : Rancang Bangun Penghitungan Dimensi Daun Umbi-umbian Menggunakan Citra Digital

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 3 Juni 2013

Yang Membuat Pernyataan,

Tyas Haryadi

NIM : 09650169

## HALAMAN MOTTO

وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِلَّا لِيَعْبُدُونِ ﴿٥٦﴾

**“Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku.”**

**(QS. Adz-Dzaariat : 56)**

Awali dengan Basmalah, akhiri dengan hamdalah, apapun hasilnya jangan lupa “Alhamdulillah”, kalau sudah mati baru Innalillah. Allah dulu, Allah lagi, Allah terus!

*“Laa Illaha Ilallah, MuhammadarRosulullah”*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### *Utama dari segalanya...*

Gusti Allah SWT, Alhamdulillahirobbil'alamin.

Kanjeng nabi Muhammad saw, Allahumma sholli'ala Muhammad.

### *Kedua para pejuang Islam...*

Para sahabat Nabi Muhammad saw, Abu Bakar, Umar, Ustman, Ali, para 'alim ulama, keluarga Rasul, semoga selalu diberkahi Allah. Amin, **Al-Fatihah...**

*Kupersembahkan kepada keturunan eyang Adam yang selalu dihati.*

*Bapa Supiran Pujo Hartono lan Biyung Yatmi Sri Utami*

I LOVE U FULL, kura tresno jenengan bapa biyung, abdi kebokoh kaanjeng,  
*Buat Kakek, Nenek (Djaswadi, Kiar, Sastroredjo Karmoen, Djainem)*

KALIAN SELALU KUCINTA, SEMOGA AKU JADI ANAK + CUCU YANG SHOLIH.

*Buat Adikku, RENI HARYATI, sukses dunia akhirat nduk, aku tresno sliramu.*

### *Dosen-dosen & Karyawan Teknik Informatika*

Bpk Suhartono + Bpk Suyono (doping saya), Abah Syahid + Abah Yaqin (Penguji saya), bu Roro (dosen wali saya), Kajur, Sekjur, all dosen, admin, laboran, Abah Imam, Pak Dozi, Pak Sudirman, dan semua sivitas akademika UIN Maliki.

**Teman-teman semua yang tak bisa aku sebutkan satu2**, terima kasih atas kerjasama dan bantuan kalian, Barokallah. Keluarga di **GEMA INFOPUB** (miss u all), keluarga di **PESMA DARUL HIJRAH** (ayo bangun PESMA maneh), ta'mir **MASJID AL-HASAN** (salam gawe Abah Imam n Umi), adik **TPQ AL-HASAN** (nyango Magetan rek), **SSB Indonesia Muda** (ojo lali Asharan nak latihan), **EL-ZAWA** (sukses, ntar kerjasama ama CMS lg), **PALEM** (keluarga dulu, sekarang, selama2nya), **IMMAN** (makin beriman, jogo silaturahmi), **CML** (perpus terbesar dunia, itu mimpi qt), **CMD** (distro Islam di semua penjuru dunia), **PERSETAN** (lg arep dibangun), **PSHT**, **RESMAPALA**, **PRASMAKA**, masjid & adik2 madin **BAITUR ROFI'**, **CAPCUS**, **TI 09 FC**, **LASSER FC**, **SEMUA...**

**Calon ibu dari anak2ku, sampai jumpa di depan penghulu, lebih sholiha ya! ;)**

**TYAS HARYADI JUNIOR, sing sholih/ha yo!!! ^\_^**

## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karuniaNya kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Penghitungan Dimensi Daun Umbi-umbian Menggunakan Citra Digital” dengan baik.

Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Agung Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari gelapnya kekufuran menuju cahaya Islam yang terang benderang.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, karena itu tanpa keterlibatan dan sumbangsih dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu dengan segenap kerendahan hati patutlah penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ririen Kusumawati, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang mendukung dan mengarahkan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Dr. Suhartono, M.Kom selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Suyono, M.P, selaku dosen pembimbing II, yang selalu memberikan masukan, nasehat serta petunjuk dalam penyusunan laporan skripsi ini khususnya dalam segi biologi.

6. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu, atas segala yang telah diberikan kepada penulis dan dapat menjadi pelajaran.

Sebagai penutup, penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya. Apa yang menjadi harapan penulis, semoga karya ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, 3 Juli 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

|                           |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL .....       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| HALAMAN PENGAJUAN.....    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....  | iii                                 |
| HALAMAN PENGESAHAN .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| HALAMAN PERNYATAAN .....  | iv                                  |
| HALAMAN MOTTO.....        | vi                                  |
| HALAMAN PERSEMBAHAN ..... | vii                                 |
| KATA PENGANTAR .....      | viii                                |
| DAFTAR ISI.....           | x                                   |
| DAFTAR GAMBAR.....        | xiv                                 |
| DAFTAR TABEL.....         | xv                                  |
| ABSTRAK .....             | xvi                                 |
| <br>BAB I                 |                                     |
| PENDAHULUAN .....         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.1 Latar Belakang.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.2 Rumusan Masalah.....  | 6                                   |
| 1.3 Batasan Masalah ..... | 6                                   |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1.4 Tujuan .....  | 6                                   |
| 1.5 Manfaat .....   | 7                                   |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                             | 7                                   |
| 1.7 Metode Penelitian .....                                 | 9                                   |
| BAB II  |                                     |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                                      | 11                                  |
| 2.1 Dimensi Daun .....                                      | 11                                  |
| 2.2 Citra Digital .....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.1 Operasi Pengolahan Citra .....                        | 20                                  |
| 2.2.2 Format Berkas Bitmap (BMP) .....                      | 22                                  |
| 2.2.2 Proses Pengubahan Citra berwarna jadi Grayscale ..... | 24                                  |
| 2.3 Tanaman Umbi-umbian dan Morfologi Daunnya .....         | 25                                  |
| BAB III   |                                     |
| ANALISIS DAN PERANCANGAN .....                              | 31                                  |
| 3.1 Lingkungan Uji Coba.....                                | 31                                  |
| 3.1.1 Tempat dan Waktu .....                                | 31                                  |
| 3.1.2 Bahan dan Alat .....                                  | 31                                  |
| 3.1.3 Sampel Penelitian .....                               | 32                                  |
| 3.1.3 Metode Penelitian.....                                | 32                                  |
| 3.2 Analisa Sistem .....                                    | 33                                  |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.1 Deskripsi Sistem.....                    | 34 |
| 3.3 Desain Sistem.....                         | 34 |
| 3.3.1 Desain Data .....                        | 38 |
| 3.4 Desain Proses .....                        | 39 |
| 3.5 Pengkodean Karakter .....                  | 39 |
| BAB IV   |    |
| HASIL DAN PEMBAHASAN.....                      | 41 |
| 4.1 Lingkungan Uji Coba.....                   | 41 |
| 4.2 Data Uji Coba .....                        | 42 |
| 4.3 Penjelasan Alat dan Program .....          | 43 |
| 4.3.1 Proses pembuatan Alat dan Fungsinya..... | 43 |
| 4.3.2 Proses Pembuatan Aplikasi .....          | 46 |
| 4.4 Preprocessing .....                        | 48 |
| 4.4.1 Grayscale .....                          | 48 |
| 4.4.2 Binerisasi/ Thresholding .....           | 49 |
| 4.5 Processing .....                           | 51 |
| 4.5.1 Penghitungan Manual .....                | 51 |
| 4.5.2 Penghitungan dengan Citra Digital.....   | 53 |
| 4.6 Pembahasan Data Hasil Uji Coba .....       | 55 |
| 4.6.1 Hasil Uji Coba .....                     | 55 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| BAB V PENUTUP .....  | 58 |
| 5.1 Kesimpulan ..... | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 60 |
| LAMPIRAN.....        | 61 |

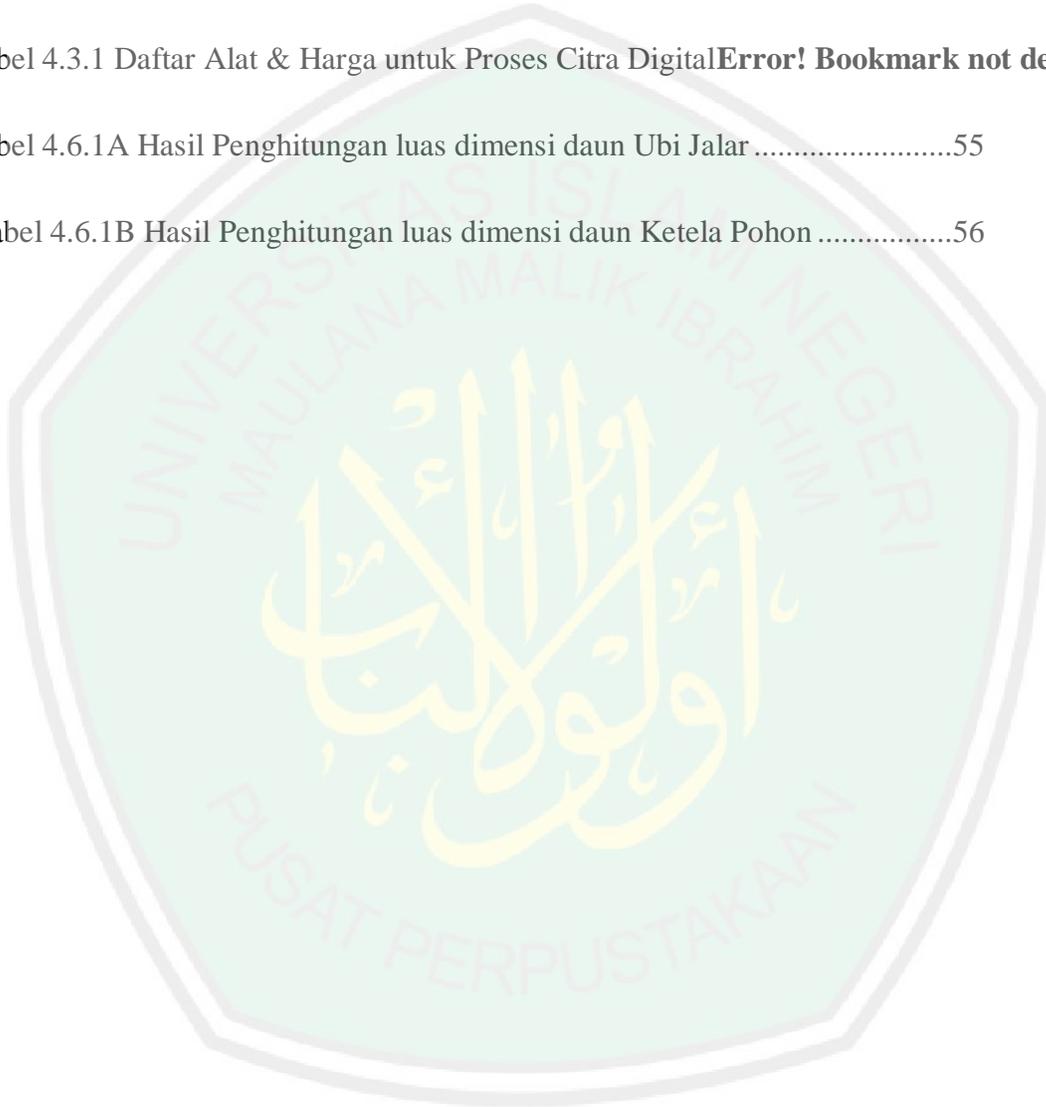


## DAFTAR GAMBAR

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Gambar 2.1 Fotosintesis pada daun.....                                 | 11                                  |
| Gambar 2.2 Citra Biner .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 3.3 Gambar Rancangan Alat untuk Penghitungan Luas Daun .....    | 35                                  |
| Gambar 3.3.1 Gambar Flowchart aplikasi Penghitungan Dimensi Daun ..... | 37                                  |
| Gambar 4.2 Daun Ubi Jalar & Ketela Pohon .....                         | 42                                  |
| Gambar 4.3.1 Alat Pengukuran Jadi.....                                 | 44                                  |
| Gambar 4.3.2.1 Halaman Utama .....                                     | 47                                  |
| Gambar 4.3.2.2 Contoh Input Image dari Webcam .....                    | 48                                  |
| Gambar 4.5.1 (a) Proses Blat pada Daun Ubi Jalar.....                  | 52                                  |
| Gambar 4.5.1 (b) Proses Blat pada Daun Ketela Pohon.....               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Gambar 4.5.1 (c) Hasil Arsir dan Background Persegi Panjang .....      | 53                                  |
| Gambar 4.5.2.2 Hasil Penghitungan Luas Daun Ketela Pohon.....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.1 Daftar Perangkat yang digunakan .....                      | 41 |
| Tabel 4.3.1 Daftar Alat & Harga untuk Proses Citra Digital.....      | 3  |
| Tabel 4.6.1A Hasil Penghitungan luas dimensi daun Ubi Jalar .....    | 55 |
| Tabel 4.6.1B Hasil Penghitungan luas dimensi daun Ketela Pohon ..... | 56 |



## ABSTRAK

Haryadi, Tyas. 2013. **Rancang Bangun Penghitungan Dimensi Daun Umbi-umbian Menggunakan Citra Digital**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.  
Pembimbing: (I) Dr. Suhartono, M.Kom (II) Suyono, M.P

**Kata Kunci:** *Penghitungan, Luas Daun, Indeks Luas Daun, Delphi, Umbi-Umbian, Citra Digital.*

Perkembangan teknologi semakin pesat, khususnya teknologi informasi dan komunikasi. Hal ini membuat manusia memiliki berbagai pilihan untuk mempermudah diri dalam melakukan banyak hal. Seperti halnya pula dengan penelitian, yang biasanya harus menghabiskan waktu lama atau menghabiskan biaya banyak, bisa menjadi lebih murah dan lebih cepat, tentunya dengan menggunakan bantuan teknologi informasi.

Salah satunya adalah penghitungan luas daun, yang sering dilakukan oleh para peneliti di bidang biologi, pertanian, atau perkebunan. Jika menggunakan alat modern yang sudah ada di pasaran harganya sangatlah mahal, tetapi dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Sementara jika menggunakan cara manual, maka akan terjadi hambatan pada waktu dan efisiensi. Oleh karena itu perlu ada alat sederhana dengan bantuan teknologi informasi yang lebih sederhana dan murah.

Maka dibuatlah rancang bangun penghitungan dimensi daun dengan objek umbi-umbian dengan menggunakan citra digital. Alat yang dibuat cukup sederhana, yaitu kombinasi kotak kaca kecil, kain warna hitam, pipa paralon, serta *web cam*. Dibuatlah alat yang mampu memberikan kemudahan bagi para peneliti, dengan uji coba daun yang cukup sulit di ukur, yaitu umbi-umbian. Karena umbi memiliki struktur yang lebih sulit, juga daun yang lebih lemas, sehingga sulit untuk diukur dengan manual.

Citra digital yang digunakan adalah *grayscale* dan *threshold* dilanjut dengan pemetaan pixel lalu penghitungan luas. Hasilnya, alat cukup sederhana walau tidak lebih sederhana dari alat yang mahal. Serta tingkat akurasi cukup bersaing dengan alat yang mahal, karena alat mahal juga ada tingkat errornya. Tingkat error dihitung dengan membandingkan hasil citra digital dan penghitungan manual.

## ABSTRACT

Haryadi, Tyas. 2013. The Design Dimension Calculation Leaf Tubers Using Image Digital.Skripsi. Department of Informatics, Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Supervisor: (I) Dr. Suhartono, M.Kom (II) Suyono, M.P

Keywords: Counting, Leaf Area, Leaf Area Index, Delphi, tubers, Digital Image.

The rapid development of technology, especially information and communications technologies. This makes people have a variety of options to facilitate in doing many things. Just as it is with research, which usually have to spend a long time or cost a lot, it could be cheaper and faster, of course, with the help of information technology.

One is the calculation of leaf area, which is often done by researchers in the fields of biology, agriculture, or plantations. If using modern tools that are already on the market the price is very expensive, but with a high level of efficiency. Meanwhile, if using the manual method, there will be constraints on time and efficiency. Therefore there needs to be a simple tool with the help of information technology simpler and cheaper.

Then be made to the calculation of dimensional design with a leaf object tubers using digital imagery. Tool that is made quite simple, which is a combination of a small glass box, black cloth, PVC pipe, and a web cam. Made a tool that is able to provide convenience to the researchers, the test leaves a pretty difficult in measuring, the tubers. Because the bulbs have a more difficult structure, also leaves limp, making it difficult to measure with manual.

Used digital image is grayscale and pixel mapping threshold then continued with extensive calculations. The result, the tool is quite simple, though not more simple than an expensive tool. And the level of accuracy is sufficient to compete with expensive equipment, because the equipment is expensive there is also the error rate. Error rate is calculated by comparing the results of digital image and manual counting.

## المخلص

العلوم كلية المعلوماتية، قسم. أطروحة. الرقمية الصور طريق عن ورقة الدرنات حساب البعد تصميم. ٢٠٠٣. تياس هاريادي، الدولة مالانج إبراهيم مالك مولانا الإسلامية الجامعة في والتكنولوجيا

سويونو، (٢) سوهارتونو، الدكتور (١): المشرف

الرقمية الصور الدرنات، دلفي، الورقة، مساحة دليل الورقة، مساحة العد، البحث كلمات

الخيارات من متنوعة مجموعة لديهم الناس يجعل هذا. والاتصالات المعلومات تكنولوجيا وبخاصة للتكنولوجيا، السريع التطور أن ويمكن الكثير، يكلف أو طويل وقت لقضاء يكون ما عادة الذي البحث، مع الحال هو ومثلما. كثيرة أشياء في القيام لتسهيل المعلومات تكنولوجيا من مساعدة مع الحال، بطبيعة وأسرع، أرخص تكون

باستخدام إذا. مزارع أو والزراعة، الأحياء علم مجالات في باحثون به قام ما كثيرا والتي الورقة، مساحة حساب هو واحد إذا نفسه، الوقت وفي. الكفاءة من عال مستوى مع ولكن جدا، الثمن باهظ السعر كان السوق في بالفعل هي التي الحديثة الأدوات مساعدة مع بسيطة أداة هناك يكون أن يجب ولذلك. والكفاءة الوقت على قيود هناك يكون وسوف اليدوية، الطريقة استخدام كان. وأرخص أبسط المعلومات تكنولوجيا من

الذي جدا، بسيط يتم التي الأداة. الرقمية الصور باستخدام الكائن الدرنات ورقة مع الأبعاد تصميم حساب على إجراؤها يتم ثم على قدرة هي التي الأداة جعل. ويب وكاميرا البلاستيكية، الأنابيب سوداء، قماش قطعة صغير، زجاجي صندوق من مزيج هو ويترك صعوبة، أكثر بنية لديها المصاييح لأن. والدرنات قياس مجال في جدا الصعب يترك واختبار للباحثين، الراحة توفير دليل مع قياس الصعب من يجعل مما يعرج، أيضا

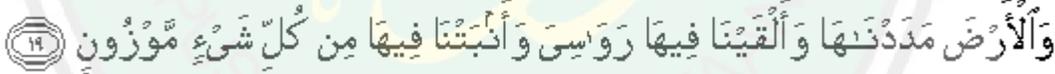
أداة لذلك، نتيجة. النطاق واسعة الحسابية العمليات مع الخرائط رسم عتية بكسل واصل ثم الرقمية الصور تستخدم والرمادي هذه لأن وذلك الثمن، باهظة معدات مع للتنافس كافية دقة ومستوى. مكلفة بسيطة أداة من أكثر ليس ولكن للغاية، بسيطة اليدوي والعد الرقمية الصور نتائج مقارنة خلال من الخطأ نسبة احتساب يتم. الخطأ نسبة أيضا وهناك الثمن باهظة المعدات

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Puji syukur atas kehadiran Allah atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya, sholawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW. Tentu tiada satupun hal-hal yang berkaitan dengan kehidupan tidak dikaitkan dengan perintah Allah dan begitu juga dalam sebuah penelitian. Karena melakukan sesuatu haruslah melalui dasar agama agar terhitung sebagai ibadah, sehingga bisa menjadi sebuah nilai ketaatan (Abdurrahman Wahid, 2006). Dalam usulan penelitian kali ini, erat hubungannya dengan apa yang Allah perintahkan dalam Al-quran. Yaitu tentang bagaimana kita bisa mengambil hikmah dari tanaman-tanaman itu sendiri, seperti firman Allah dalam ayat berikut :



Artinya: *“Dan kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran.” (QS. Al-Hijr:19)*

Bagaimana sesungguhnya segala yang telah diciptakan di bumi, baik itu gunung-gunung dan tumbuhan diciptakan berdasarkan ukurannya. Begitu pula halnya dengan daun, yang merupakan salah satu bagian tumbuhan, memiliki ukuran tertentu berdasarkan izin Allah. Ukuran yang dimaksud adalah semua yang dapat dihitung dan

ditentukan nilainya. Tentu dengan standart berbeda, baik ukuran dalam satuan luas, berat dan volume. Begitu halnya dengan daun tumbuhan, yang banyak tersebar di seluruh permukaan bumi, sebagai sumber kehidupan tumbuhan.

Tumbuhan sangatlah berpengaruh penting dalam kehidupan manusia diantaranya adalah tumbuhan pangan. Salah satunya adalah umbi-umbian, yang sekarang ini masih dipandang sebelah mata dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional. Indonesia yang merupakan negara agraris sangat kaya akan umbi-umbian, umbi ini sebagai sumber karbohidrat, lemak, sayuran, bahan pewarna. Daunnya bisa menjadi sayur, obat dan lain sebagainya. Sayangnya sebagai makanan pokok, Indonesia masih sangat tergantung dengan beras yang bersumber dari tanaman padi.

Bagi umat manusia mempelajari tumbuhan merupakan bagian dari proses pembelajaran diri pada nilai-nilai agama dan untuk kembali mengingat ciptaan Allah. Sehingga bagi seorang muslim merupakan sebuah tuntutan untuk mempelajarinya. Hal ini sesuai dengan firman Allah:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ  
تَبْصِرَةً وَذِكْرًا لِكُلِّ عَبْدٍ مُنِيبٍ ﴿٧﴾ ﴿٨﴾

Artinya: “Dan kami hamparkan bumi itu dan kami letakkan padanya gunung-gunung yang kokoh dan kami tumbuhkan segala macam tanaman yang indah dipandang mata, untuk menjadikan pelajaran dan peringatan bagi hamba-hamba yang kembali mengingat Allah.” (QS. Qaaf 50 : 7-8 ).

Adapun dalam ayat di atas, Allah berfirman untuk mengambil pelajaran dari berbagai macam benda ataupun makhluk yang ada di bumi. Yang disebutkan adalah

gunung-gunung serta berbagai macam tanaman, ini karena keduanya (gunung dan tanaman) memiliki nilai lebih untuk disebut dalam Al-quran. Selain indah dipandang mata (menjadi penghibur hati) digunakan untuk mempelajari, dan peringatan bagi seluruh umat manusia (muslim utamanya). Akan tetapi, tujuan utama ada pada kalimat terakhir “bagi hamba-hamba yang kembali mengingat Allah”, agar kembali ingat pada pencipta dunia serta isinya ini.

Sebagai hamba yang kembali mengingat Allah, mungkin perlu merenungkan sedikit tentang hubungan tumbuhan dan manusia. Tumbuhan memberikan makanan, obat, hiburan, sampai udara untuk bernafas manusia. Daun dengan proses fotosintesisnya memberikan O<sub>2</sub> (Oksigen) untuk bernafas manusia dan mengambil CO<sub>2</sub> (Karbon dioksida) dari udara bebas. Ada baiknya, dipahami dahulu apa itu proses fotosintesis dan lajunya. Daun merupakan organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari. Akan tetapi sering terjadi beberapa daun tidak terkena sinar matahari karena tertutup oleh daun lain. Ini dipengaruhi oleh jumlah daun yang optimum, sehingga memungkinkan distribusi (pembagian) cahaya antar daun lebih merata.

Distribusi cahaya yang lebih merata antar daun mengurangi kejadian saling menaungi antar daun sehingga masing-masing daun dapat bekerja sebagaimana mestinya. Hal ini adalah salah satu faktor internal yang turut mempengaruhi laju fotosintesis daun. Selain itu juga ada kandungan klorofil daun yang mempengaruhi laju fotosintesis daun. Daun yang memiliki kandungan klorofil tinggi diharapkan

lebih efisien dalam menangkap energi cahaya matahari untuk fotosintesis (Lawlor, 1987, *cit.* Gardner *et al.*, 1991).

Salah satu pendekatan untuk mengetahui jumlah klorofil daun adalah dengan mengukur tingkat kehijauan daun. Daun yang lebih hijau diduga memiliki kandungan klorofil yang tinggi. Permukaan daun yang semakin luas diharapkan mengandung klorofil lebih banyak.

Fitter dan Hay (1992) mengemukakan bahwa jumlah luas daun menjadi penentu utama kecepatan pertumbuhan. Keadaan seperti ini dapat dilihat pada hasil penelitian dimana daun-daun yang mempunyai jumlah luas daun yang lebih besar mempunyai pertumbuhan yang besar pula (Marjenah, 2001).

Selain luas daun, penting pula mengetahui indeks luas daun. Indeks luas daun merupakan gambaran tentang rasio permukaan daun terhadap luas tanah yang ditempati oleh tanaman. Laju pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh laju asimilasi bersih dan indeks luas daun. Laju asimilasi bersih yang tinggi dan indeks luas daun yang optimum akan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman (Gardner *et al.*, 1991).

Indeks luas daun merupakan hasil bersih asimilasi persatuan luas daun dan waktu. Luas daun tidak konstan terhadap waktu, tetapi mengalami penurunan dengan bertambahnya umur tanaman (Gardner *et al.*, 1991).

Pada bidang pertanian, pengukuran dimensi daun tanaman biasanya dilakukan dengan metode kertas millimeter, gravimetri, planimeter, metode panjang kali lebar dan metode fotografi. Atau bisa juga menggunakan *Leaf Area Meter* (LAM), akan

tetapi harganya cukup mahal dan jumlahnya terbatas bila menggunakan alat ukur yang ada. Dengan menggunakan perangkat keras, komunikasi data serta perangkat lunak, penghitungan dimensi daun umbi-umbian menggunakan citra digital dapat mengukur dimensi daun yang memprioritaskan luas dimensi dengan tingkat presisi yang tinggi dan biaya yang murah. Perangkat keras yang meliputi: kamera (webcam), kotak kayu, lampu, kaca, tempat kertas dan menggunakan komunikasi data USB sebagai data keluarannya.

Penelitian ini nantinya akan menggunakan citra digital yang digunakan untuk mengolah gambar daun sehingga akan diperoleh informasi luas dimensi. Pengolahan Citra sebagai representasi ilmu informatika yang dewasa ini perkembangannya dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak. Selain dari sisi pendidikan, terutama teknik informatika, pengolahan citra juga meluas ke ranah pertanian ataupun biologi. Masukan berupa citra ini amat membantu dari sisi penelitian ataupun penggunaan lanjutan. Dari wilayah pertanian ataupun biologi pengolahan citra dimanfaatkan untuk membantu proses pengamatan atau pertumbuhan suatu tanaman (dalam penelitian ini digunakan tanaman umbi-umbian). Umbi-umbian adalah bahan nabati yang diperoleh dari dalam tanah, misalnya ubi kayu, ubi jalar, kentang, umbi garut, dan lain sebagainya. Umbi memiliki daun yang lebih unik, karena bentuk yang tidak beraturan yang tidak bisa dengan mudah dihitung dengan fungsi tertentu. Sehingga sangat membutuhkan bantuan dari citra digital untuk mengetahui dimensinya.

Citra digital adalah gambar dua dimensi  $f(x,y)$  dengan  $x$  maupun  $y$  adalah posisi koordinat sedangkan  $f$  merupakan amplitude pada posisi  $(x,y)$  yang sering dikenal sebagai intensitas atau *gray scale* (Gonzales, 2002). Nilai dari intensitas bentuknya adalah diskrit mulai dari 0 sampai dengan 255. Penelitian ini akan diimplementasikan pada sistem operasi *windows* karena aplikasi ini berbasis desktop dan masih banyak pengguna sistem operasi ini.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diungkapkan, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu: Bagaimana menghitung luas daun umbi-umbian dengan menggunakan citra digital untuk mendapat hasil yang tidak berbeda jauh dengan hitung manual dan biaya yang murah?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penyusunan tugas skripsi tidak keluar dari pokok permasalahan yang dirumuskan, maka ruang lingkup pembahasan dibatasi pada:

1. Aplikasi ini dibangun berbasis desktop.
2. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *delphi*.
3. Menggunakan citra digital.
4. Tanaman umbi-umbian yang diteliti adalah daun tanaman ubi jalar, dan ketela pohon.
5. Format citra yang digunakan berupa format bitmap (BMP).

6. Menentukan jarak antara kamera (*webcam*) dengan bidang sejauh 40 cm.

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah membuat rancang bangun penghitungan luas daun umbi-umbian menggunakan citra digital. Membuat alat dan aplikasi penghitungan dimensi daun umbi-umbian dengan alat-alat sederhana, agar memberikan biaya yang lebih murah. Sehingga mampu memberikan alternatif bagi peneliti yang membutuhkan penghitungan luas daun dengan pembandingan penghitungan manual.

### 1.4 Manfaat

Kegunaan yang dihasilkan dari penelitian dalam skripsi ini adalah:

1. Jika tidak memiliki banyak dana untuk membeli alat pengukur luas daun yang mahal, yaitu *Leaf Area Meter* (LAM), maka rancang bangun ini akan menjadi solusi untuk menghemat biaya.
2. Penghitungan manual penghitungan luas daun umbi-umbian yang membutuhkan banyak waktu dapat lebih cepat jika menggunakan rancang bangun ini.
3. Memberikan tingkat presisi yang lebih tinggi untuk menjadikan penelitian ini layak dikembangkan dan digunakan.
4. Memudahkan penelitian selanjutnya tentang rancang bangun penghitungan luas daun yang lebih mutakhir lagi kedepannya.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran dan kerangka yang jelas mengenai pokok bahasan dalam setiap bab dalam penelitian ini maka diperlukan sistematika pembahasan. Berikut gambaran sistematika pembahasan pada masing-masing bab:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian batasan masalah dan sistematika pembahasan.

### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan mengenai metode, konsep dan teori yang mendukung penulisan skripsi ini seperti pengertian citra digital, tanaman umbi-umbian, *Grayscale*, *Thresholding*, perangkat lunak pengolahan data matematis dan perangkat keras.

### **BAB III: DESAIN SISTEM**

Pada bab ini akan dibahas tentang langkah dan pembuatan perangkat lunak serta rancangan program untuk mengukur luas dimensi daun umbi-umbian.

### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Meliputi hasil yang dicapai dari perancangan sistem dan implementasi program. Sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan dari pengujian sistem yang telah dibuat dan dapat disampaikan dalam sebuah pembahasan.

## **BAB V: PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang telah dicapai sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak-pihak yang berkepentingan serta kemungkinan pengembangannya

### **1.6 Metode Penelitian**

Pembuatan skripsi ini terbagi menjadi beberapa tahap pengerjaan yang tertera sebagai berikut:

1. Pengumpulan data–data yang diperlukan. Beberapa metode yang akan dipakai dalam pengumpulan data :

- a. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pemahaman literatur yang berhubungan dengan permasalahan citra digital dan perhitungan luas dimensi daun. Literatur yang digunakan meliputi buku referensi, buku skripsi mahasiswa jurusan teknik informatika dan paper serta dokumentasi internet.

- b. Persiapan penelitian

Melakukan penelitian dengan cara mencari bibit tanaman umbi-umbian. Bibit ini bisa dibeli di pasar tradisional ataupun balai benih. Kemudian bibit itu ditanam pada *polybag* (pot plastik) atau tanah biasa, terpenting haruslah cukup subur. Dilakukan perawatan yang rutin agar bisa tumbuh subur. Setelah bibit itu tumbuh dan keluar daunnya yang cukup banyak, akan dipetik untuk di-*capture* untuk melakukan proses pengolahan citra.

c. *Browsing*

Melakukan pengamatan ke berbagai macam *website* di internet yang terkait dengan penelitian dan pengerjaan skripsi ini.

2. Perancangan dan pembuatan perangkat lunak

Setelah melakukan pelaksanaan penelitian dan kajian literature sehingga didapatkan data digital yang diperlakukan maka selanjutnya dilakukan perancangan dan pembuatan perangkat lunak untuk mengukur luas penampang daun umbi-umbian.

3. Uji Coba Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan dan keberhasilan program. Proses uji coba ini diperlakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat sudah benar dan sesuai dengan karakteristik yang diterapkan serta tidak ada kesalahan didalamnya.

4. Penelitian & Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan penghitungan luas daun umbi-umbian dengan cara manual dan dengan alat dan aplikasi yang telah dibuat. Kemudian diberikan tabel perbandingan hasil presisi untuk memberikan tingkat keberhasilan penelitian rancang bangun ini.

#### 5. Penyusunan Buku Skripsi

Pada tahap ini dilakukan penulisan buku skripsi yang merupakan dokumentasi dari konsep atau teori penunjang, perancangan dan desain sistem, pembuatan perangkat lunak, dokumentasi dari uji coba dan analisis, serta kesimpulan dan saran.



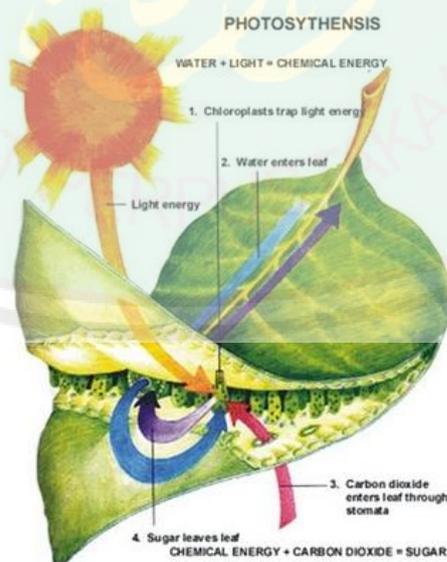
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Dimensi Daun

Daun merupakan organ utama tempat berlangsungnya fotosintesis. Oleh karena itu jumlah daun yang optimum memungkinkan distribusi (pembagian) cahaya antar daun lebih merata. Distribusi cahaya yang lebih merata antar daun mengurangi kejadian saling menaungi antar daun sehingga masing-masing daun dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Faktor internal yang turut mempengaruhi laju fotosintesis daun adalah kandungan klorofil daun. Daun yang memiliki kandungan klorofil tinggi diharapkan lebih efisien dalam menangkap energi cahaya matahari untuk fotosintesis (Lawlor, 1987, *cit.* Gardner *et al.*, 1991).



Sumber Gambar : <http://eviandrianimosy.blogspot.com>

Gambar 2.1 Fotosintesis pada daun

Salah satu pendekatan untuk mengetahui jumlah klorofil daun adalah dengan mengukur tingkat kehijauan daun. Daun yang lebih hijau diduga memiliki kandungan klorofil yang tinggi. Indeks luas daun dapat digunakan untuk menggambarkan tentang kandungan total klorofil daun tiap individu tanaman. Permukaan daun yang semakin luas diharapkan mengandung klorofil lebih banyak.

Dimensi daun memiliki beberapa ukuran, yaitu panjang, lebar, keliling dan luas. Tetapi luas daunlah yang lebih mewakili penghitungan dimensi daun, karena ukuran panjang, lebar dan keliling kurang menentukan untuk daun, utamanya daun dengan bentuk unik seperti daun umbi-umbian. Terlebih dengan beberapa daun yang memiliki bentuk berjari seperti ketela pohon.

Selain luas daun perlu pula diketahui tentang indeks luas daun. Indeks luas daun merupakan hasil bersih asimilasi persatuan luas daun dan waktu. Luas daun tidak konstan terhadap waktu, tetapi mengalami penurunan dengan bertambahnya umur tanaman (Gardner et al, 1991). Indeks luas daun merupakan gambaran tentang rasio permukaan daun terhadap luas tanah yang ditempati oleh tanaman. Laju pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh laju asimilasi bersih dan indeks luas daun. Laju asimilasi bersih yang tinggi dan indeks luas daun yang optimum akan meningkatkan laju pertumbuhan tanaman (Gardner *et al.*, 1991).

Dalam hal ini, intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi pertumbuhan optimum tanaman dengan indeks luas daun yang berbeda-beda tergantung tinggi tanaman dan banyaknya sinar matahari yang diterima oleh tanaman tersebut (Gardner *et al.*, 1991).

Salah satu faktor lain yang mempengaruhi indeks luas daun adalah jumlah ketersediaan air yang diterima oleh tanaman. Semakin optimum air yang tersedia, maka semakin maksimal pertumbuhan tanaman dapat tercapai.

Terdapat beberapa cara untuk menentukan luas daun (Guswanto 2009), yaitu:

#### 1. Metode Kertas Milimeter

Metode ini menggunakan kertas milimeter dan peralatan menggambar untuk mengukur luas daun. Metode ini dapat diterapkan cukup efektif pada daun dengan bentuk daun relatif sederhana dan teratur. Pada dasarnya, daun digambar pada kertas milimeter yang dapat dengan mudah dikerjakan dengan meletakkan daun di atas kertas milimeter dan pola daun diikuti. Luas daun ditaksir berdasarkan jumlah kotak yang terdapat dalam pola daun. Sekalipun metode ini cukup sederhana, waktu yang dibutuhkan untuk mengukur suatu luasan daun relatif lama, sehingga ini tidak cukup praktis diterapkan apabila jumlah sampel banyak.

#### 2. Gravimetri

Metode ini menggunakan timbangan dan alat pengering daun (*oven*). Pada prinsipnya luas daun ditaksir melalui perbandingan berat (*gravimetri*). Ini dapat dilakukan pertama dengan menggambar daun yang akan ditaksir luasnya pada sehelai kertas, yang menghasilkan replika (tiruan) daun. Replika daun kemudian digunting dari kertas yang berat dan luasnya sudah diketahui. Luas daun kemudian ditaksir berdasarkan perbandingan berat replika daun dengan berat total kertas.

### 3. Planimeter

Planimeter merupakan suatu alat yang sering digunakan untuk mengukur suatu luasan dengan bentuk yang tidak teratur dan berukuran besar seperti peta. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur luas daun apabila bentuk daun tidak terlalu rumit. Jika daun banyak dan berukuran kecil, metode ini kurang praktis karena membutuhkan banyak waktu. Suatu hal yang perlu diingat dalam penggunaan planimeter adalah bahwa pergeseran alat yang searah dengan jarum jam merupakan faktor yang menentukan tingkat ketelitian pengukuran. Ini sering menjadi masalah pada pengukuran daun secara langsung karena pinggiran daun yang tidak dapat dibuat rata dengan tempat pengukuran sekalipun permukaan tempat pengukuran telah dibuat rata dan halus.

### 4. Metode Panjang Kali Lebar

Metode yang dipakai untuk daun yang bentuknya teratur, luas daun dapat ditaksir dengan mengukur panjang dan lebar daun.

### 5. Metode Fotografi

Metode ini sangat jarang digunakan. Dengan metode ini, daun-daun tanaman ditempatkan pada suatu bidang datar yang berwarna terang (putih) dipotret bersama-sama dengan suatu penampang atau lempengan (segi empat) yang telah diketahui luasnya. Luas hasil foto daun dan lempengan acuan dapat kemudian diukur dengan salah satu metode yang sesuai sebagaimana diuraikan di atas seperti planimeter. Luas daun kemudian dapat ditaksir kemudian berdasarkan perbandingan luas hasil foto seluruh daun dengan luas lempengan acuan tersebut.

Pengukuran luas daun dapat dilakukan dengan memetik daun maupun tanpa memetik daun. Bilamana pengukuran harus dilakukan dengan cara memetik daun bersangkutan, maka tanaman mengalami kerusakan daun. Daun-daun tersebut kemudian diukur dengan menggunakan alat *Leaf Area Meter* (LAM) ataupun metode timbang. Sebaliknya pengukuran dengan tanpa memetik daun, maka tanaman akan tetap tumbuh baik karena daun-daun tidak berkurang atau bahkan habis terpetik. Pengukuran daun dengan tidak memetik daun dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan atau rumus. Pengukuran luas daun dengan tidak harus memetik daun merupakan teknik pengukuran yang lebih baik karena tanaman tidak rusak dan pengukuran cepat serta tidak mensyaratkan peralatan yang mungkin sulit tersedianya. Pada karet digunakan persamaan regresi terhadap ukuran panjang dan lebar daun (Suhendry dan Alwi 1987). Pada beberapa tanaman pangan seperti jagung dan kedelai digunakan faktor koreksi terhadap luas daun yang diperoleh dari pengukuran panjang dan lebar daun (Pearce *et al.* 1988) demikian pula pada daun nangka (Goonasekera 1978).

Pengukuran luas daun dengan menggunakan pendekatan faktor koreksi maupun dengan alat LAM, menunjukkan tingkat konsistensi yang berbeda. Pengukuran yang cepat dan mudah tentunya akan diperoleh dengan menggunakan LAM. Akan tetapi untuk ukuran daun yang besar diperlukan ketelitian ekstra, karena daun-daun berukuran besar perlu dipotong dan kemudian ditata secara hati-hati pada permukaan alat dan saat menutup daun-daun tidak terlipat. Kondisi tenaga baterai perlu diperhatikan pula, dengan

tingkat kekuatan baterai yang mulai melemah akan menghasilkan kesalahan pengukuran. Gejala yang nampak pada saat baterai melemah adalah pengulangan pengukuran satu sampel daun yang sama akan memberikan hasil yang berbeda jauh.

Penggunaan LAM sangat baik digunakan untuk mengukur luas daun dari suatu tanaman yang memang dalam percobaan akan dirusak (destruktif). Namun bagi tanaman yang diperlukan untuk pengukuran berulang dan menghindari pengrusakan daun, maka penggunaan teknik pengukuran lainnya diperlukan. Penggunaan teknik pengukuran lainnya akan sangat diperlukan bilamana alat LAM tidak dimiliki atau tidak tersedia. Tanpa merusak daun atau memetik daun dari tanaman, luas daun masih dapat dihitung, yaitu dengan menggunakan faktor koreksi luas daun. Belum lagi dengan pertimbangan harga LAM yang menyentuh angka ratusan juta.

## ***2.2 Citra Digital***

*Citra digital* adalah gambar dua dimensi yang dapat ditampilkan pada layar monitor komputer sebagai himpunan berhingga (diskrit) nilai digital yang disebut pixel (picture elements). Pixel adalah elemen citra yang memiliki nilai yang menunjukkan intensitas warna. Berdasarkan cara penyimpanan atau pembentukannya, citra digital dapat dibagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah citra digital yang dibentuk oleh kumpulan pixel dalam array dua dimensi. Citra jenis ini disebut citra bitmap (bitmap image) atau citra raster (raster image). Jenis citra yang kedua adalah citra yang dibentuk oleh fungsi-fungsi

geometri dan matematika. Jenis citra ini disebut grafik vektor (vector graphics). Dalam pembahasan skripsi ini, yang dimaksud citra digital adalah citra bitmap.

Citra digital (diskrit) dihasilkan dari citra analog (kontinu) melalui digitalisasi. Digitalisasi citra analog terdiri atas penerokan (sampling) dan kuantisasi (quantization). Penerokan adalah pembagian citra ke dalam elemen-elemen diskrit (pixel), sedangkan kuantisasi adalah pemberian nilai intensitas warna pada setiap pixel dengan nilai yang berupa bilangan bulat (G.W. Awcock, 1996).

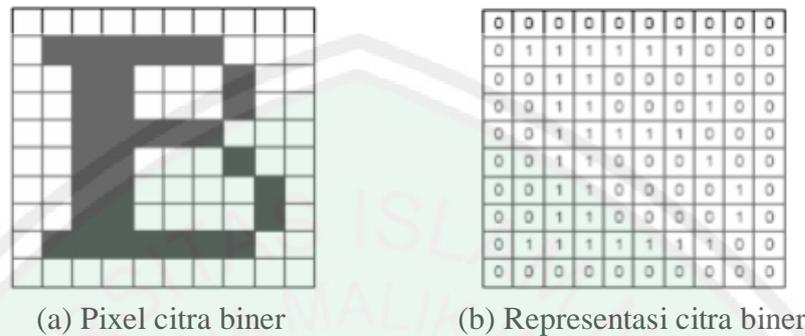
Banyaknya nilai yang dapat digunakan dalam kuantisasi citra bergantung kepada kedalaman pixel, yaitu banyaknya bit yang digunakan untuk merepresentasikan intensitas warna pixel. Kedalaman pixel sering disebut juga kedalaman warna. Citra digital yang memiliki kedalaman pixel  $n$  bit disebut juga citra  $n$ -bit.

Berdasarkan warna-warna penyusunnya, citra digital dapat dibagi menjadi tiga macam (Marvin Chandra Wijaya, 2007) yaitu:

1. Citra biner, yaitu citra yang hanya terdiri atas dua warna, yaitu hitam dan putih. Oleh karena itu, setiap pixel pada citra biner cukup direpresentasikan dengan 1 bit.

Meskipun saat ini citra berwarna lebih disukai karena memberi kesan yang lebih kaya dari citra biner, namun tidak membuat citra biner mati. Pada beberapa aplikasi citra biner masih tetap dibutuhkan, misalkan citra logo instansi (yang hanya terdiri dari warna hitam dan putih), citra kode barang

(barcode) yang tertera pada label barang, citra hasil pemindaian dokumen teks, dan sebagainya.



Gambar 2.2 Citra Biner

Seperti yang sudah disebutkan di atas, citra biner hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan: hitam dan putih. Pixel-pixel objek bernilai 1 dan pixel-pixel latar belakang bernilai 0. Pada waktu menampilkan gambar, adalah putih dan 1 adalah hitam. Jadi pada citra biner, latar belakang berwarna putih sedangkan objek berwarna hitam seperti tampak pada gambar 2.1. Meskipun komputer saat ini dapat memproses citra hitam-putih (grayscale) maupun citra berwarna, namun citra biner masih tetap di pertahankan keberadaannya. Alasan penggunaan citra biner adalah karena citra biner memiliki sejumlah keuntungan sebagai berikut:

1. Kebutuhan memori kecil karena nilai derajat keabuan hanya membutuhkan representasi 1 bit.
2. Waktu pemrosesan lebih cepat di bandingkan dengan citra hitamputih ataupun warna.

2. Citra grayscale, yaitu citra yang nilai pixel-nya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih. Nilai intensitas paling rendah merepresentasikan warna hitam dan nilai intensitas paling tinggi merepresentasikan warna putih. Pada umumnya citra grayscale memiliki kedalaman pixel 8 bit (256 derajat keabuan), tetapi ada juga citra grayscale yang kedalaman pixel-nya bukan 8 bit, misalnya 16 bit untuk penggunaan yang memerlukan ketelitian tinggi.

Citra grayscale merupakan citra satu kanal, dimana citra  $f(x,y)$  merupakan fungsi tingkat keabuan dari hitam keputih,  $x$  menyatakan variable kolom atau posisi pixel di garis jelajah dan  $y$  menyatakan variable baris atau posisi pixel di garis jelajah. Intensitas  $f$  dari gambar hitam putih pada titik  $(x,y)$  disebut derajat keabuan (gray level), yang dalam hal ini derajat keabuannya bergerak dari hitam keputih. Derajat keabuan memiliki rentang nilai dari  $I_{min}$  sampai  $I_{max}$ , atau  $I_{min} < f < I_{max}$ , selang  $(I_{min}, I_{max})$  disebut skala keabuan. Biasanya selang  $(I_{min}, I_{max})$  sering digeser untuk alasan-alasan praktis menjadi selang  $[0,1]$ , yang dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, nilai intensitas 1 menyatakan putih, sedangkan nilai intensitas antara 0 sampai 1 bergeser dari hitam ke putih. Sebagai contoh citra grayscale dengan 256 level artinya mempunyai skala abu dari 0 sampai 255 atau  $[0,255]$ , yang dalam hal ini intensitas 0 menyatakan hitam, intensitas 255 menyatakan putih, dan nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.

3. Citra berwarna, yaitu citra yang nilai pixel-nya merepresentasikan warna tertentu. Banyaknya warna yang mungkin digunakan bergantung kepada kedalaman pixel citra yang bersangkutan. Citra berwarna direpresentasikan dalam beberapa kanal (channel) yang menyatakan komponen-komponen warna penyusunnya. Banyaknya kanal yang digunakan bergantung pada model warna yang digunakan pada citra tersebut.

Intensitas suatu pada titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari tiga intensitas: derajat keabuan merah ( $f_{\text{merah}}(x,y)$ ), hijau ( $f_{\text{hijau}}(x,y)$ ) dan biru ( $f_{\text{biru}}(x,y)$ ). Persepsi visual citra berwarna umumnya lebih kaya di bandingkan dengan citra hitam putih. Citra berwarna menampilkan objek seperti warna aslinya (meskipun tidak selalu tepat demikian). Warna-warna yang diterima oleh mata manusia merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda.

### 2.2.1 Operasi Pengolahan Citra

Pengolahan citra pada dasarnya dilakukan dengan cara memodifikasi setiap titik dalam citra tersebut sesuai keperluan. Secara garis besar, modifikasi tersebut dikelompokkan menjadi:

1. Operasi titik, di mana setiap titik diolah secara tidak menempel terhadap titik-titik yang lain.
2. Operasi global, di mana karakteristik global (biasanya berupa sifat statistic) dari citra digunakan untuk memodifikasi nilai setiap titik.
3. Operasi temporal/berbasis bingkai, di mana citra diolah dengan cara dikombinasikan dengan citra lain.

4. Operasi geometri, yaitu operasi pengolah citra yang berhubungan dengan perubahan bentuk geometri citra, baik bentuk, ukuran, atau orientasinya. Beberapa contoh pada operasi geometri, di antaranya: pencerminan (*flipping*), rotasi/pemutaran (*rotating*), penskalaan (*scaling/zooming*), pemotongan (*cropping*), dan pendoyongan (*skew*).
5. Operasi banyak titik bertetangga, di mana data dari titik-titik yang bersebelahan (bertetangga) dengan titik yang ditinjau ikut berperan dalam mengubah nilai.
6. Operasi morfologi, yaitu operasi yang berdasarkan segmen atau bagian dalam citra yang menjadi perhatian (Balza, 2005: 5).

- a. Pengambangan gambar (*Image Tresholding*)

Pengambangan gambar (*Image tresholding*) digunakan untuk mengubah citra dengan format skala keabuan (*grayscale*), yang mempunyai kemungkinan nilai lebih dari 2 ke citra biner yang hanya memiliki 2 buah nilai (0 dan 1). Tujuan dari *thresholding* adalah proses untuk memisahkan *foreground* (latar depan) dengan *background* (latar belakang) dari suatu citra. Proses *thresholding* dilakukan dengan cara melihat perbedaan intensitas warna dari suatu citra.

*Input* untuk proses *thresholding* ialah citra abu-abu (*grayscale image*) atau citra warna (*color image*). *Output* dari proses ini ialah *binary image*, yang mana piksel hitam mewakili *foreground* dan piksel putih mewakili *background*, atau

sebaliknya. *Binary image* adalah suatu *image* yang mana pikselnya hanya memiliki dua nilai intensitas. Nilai intensitas yang sering digunakan yaitu 0 untuk piksel hitam, 1 atau 255 untuk piksel putih.

Dalam *image thresholding* ini, ditentukan nilai T setelah melihat gray level dari citra tersebut. T adalah nilai minimum di antara 2 nilai maksimal yang ada pada nilai gray level citra tersebut. Proses selanjutnya adalah mengganti setiap intensitas warna yang ada dalam citra tersebut. Jika intensitas warnanya lebih kecil atau sama dengan T maka intensitasnya diganti '0'. Tetapi jika intensitas warnanya lebih besar atau sama dengan T maka intensitasnya diganti '1'.

Dari proses *thresholding* di atas maka akan didapat hasilnya apabila jumlah warna piksel mempunyai kedalaman warna yang kurang dari nilai *thresholding* maka warna piksel tersebut akan menjadi 0 (hitam) dan juga sebaliknya (Balza. 2005: 72).

### 2.2.2 Format Berkas Bitmap (BMP)

Citra disimpan didalam berkas (*file*) dengan format tertentu. Format citra yang baku dilingkungan sistem operasi Microsoft Windows dan IBM OS/2 adalah berkas bitmap (BMP). Pada saat ini format BMP memang "kalah" populer jika dibandingkan dengan format JPG atau GIF. Hal ini juga yang menyebabkan format BMP sudah jarang digunakan.

Meskipun format BMP tidak bagus dari segi ukuran berkas, namun format BMP mempunyai kelebihan dari segi kualitas gambar. Citra dalam format BMP lebih bagus dari citra dalam format lainnya, karena citra dalam format BMP umumnya tidak dimampatkan sehingga tidak ada informasi yang hilang. Terjemahan bebas dari bitmap (BMP) adalah pemetaan bit. Artinya, nilai intensitas pixel didalam citra dipetakan kesejumlah bit tertentu. Peta bit yang umum adalah 8, artinya setiap pixel panjangnya 8 bit. 8 bit ini merepresentasikan nilai intensitas pixel. Dengan demikian ada sebanyak  $2^8 = 256$  derajat keabuan, yang dimulai dari 0 sampai 255.

Citra dalam format BMP ada tiga macam, yakni: citra biner, citra berwarna, dan citra hitam-putih (grayscale). *Citra biner* hanya mempunyai dua nilai keabuan, 0 dan 1. Oleh karena itu, 1 bit sudah cukup untuk merepresentasikan nilai pixel. *Citra berwarna* adalah citra yang lebih umum. Warna yang terlihat pada citra bitmap merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru. Setiap pixel disusun oleh tiga komponen warna: R (*red*), G (*green*), dan B (*blue*). Kombinasi dari tiga warna RGB tersebut menghasilkan warna yang has untuk pixel yang bersangkutan. Pada citra 256 warna, setiap pixel panjangnya 8 bit, tetapi komponen warna RGB-nya disimpan dalam tabel RGB yang disebut dengan *palet*. Setiap komponen panjangnya 8 bit, jadi ada 256 nilai keabuan untuk warna merah, 256 nilai keabuan untuk warna hijau, dan 256 nilai keabuan untuk warna biru.

Nilai setiap pixel tidak menyatakan derajat keabuannya secara langsung, akan tetapi nilai pixel menyatakan indeks dari tabel RGB yang memuat nilai keabuan merah ( $R$ ), nilai keabuan hijau ( $G$ ), dan nilai keabuan biru ( $B$ ) untuk pixel yang bersangkutan. Pada citra hitam-putih (*grayscale*), nilai  $R = G = B$  untuk menyatakan bahwa citra hitam-putih (*grayscale*) hanya mempunyai satu kanal warna. citra hitam-putih (*grayscale*) umumnya adalah citra 8 bit. (Usman Ahmad , 2005:14).

### 2.2.3 Proses Perubahan Citra Berwarna Menjadi Grayscale

Proses awal yang banyak dilakukan dalam image processing adalah mengubah citra berwarna menjadi citra *grayscale*, hal ini digunakan untuk menyederhanakan model citra. Pada awalnya citra terdiri dari 3 layer matrik yaitu *R-layer*, *G-layer* dan *B-layer*. Sehingga untuk melakukan proses-proses selanjutnya tetap diperhatikan tiga layer di atas. Bila setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga layer, berarti dilakukan tiga perhitungan yang sama. Sehingga konsep itu diubah dengan mengubah 3 layer di atas menjadi 1 layer matrik *grayscale* dan hasilnya adalah citra *grayscale*. Dalam citra ini tidak ada lagi warna, yang ada adalah derajat keabuan. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing  $R$ ,  $G$  dan  $B$  menjadi citra *grayscale* dengan nilai  $s$ , maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai  $R$ ,  $G$  dan  $B$  sehingga dapat dituliskan menjadi seperti berikut:

$$s = \frac{R + G + B}{3}$$

*Grayscale* (skala keabuan) merupakan suatu istilah untuk menyebutkan satu citra yang memiliki warna putih, abu-abu dan hitam. Format citra ini disebut skala keabuan karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antaranya adalah abu-abu.

Citra skala keabuan memberi kemungkinan warna yang lebih banyak daripada citra biner, karena ada nilai-nilai lain diantara nilai minimum (biasanya = 0) dan nilai maksimumnya. Pada citra digital banyaknya kemungkinan nilai dan nilai maksimumnya bergantung pada jumlah bit yang digunakan. Misalnya pada citra skala keabuan 4 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah = 16 dan nilai maksimumnya adalah  $-1 = 15$ . Sedangkan untuk skala keabuan 8 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah = 256, dan nilai maksimumnya adalah  $-1 = 255$ . Sehingga Makin besar angka grayscale, citra yang terbentuk makin mendekati kenyataan (Balza dan Kartika, 2005:9).

### 2.3 Tanaman Umbi-Umbian dan Morfologi Daunnya

Umbi-umbian adalah tanaman yang memiliki organ tanaman yang mengalami perubahan ukuran dan bentuk ("pembengkakan") akar sebagai konsekuensi dari perubahan fungsinya. Pada penelitian ini digunakan daun tanaman ubi jalar dan ketela pohon, karena kedua jenis umbi ini sangat umum di Indonesia. Selain itu dari segi potensial kebutuhan dalam negeri dan keduanya bisa menjadi sumber pangan alternatif, untuk menggantikan makanan pokok dari

beras. Umbi ini memiliki manfaat sebagai sumber karbohidrat, lemak, sayuran, bahan pewarna maupun lain sebagainya.

Selain membahas tentang umbi-umbian subbab ini juga akan membahas tentang morfologi daun umbi-umbian itu sendiri. Daun yang merupakan salah satu organ penting tumbuhan, di mana daun ini tumbuh dari ranting. Umumnya memiliki warna hijau (mengandung klorofil) dan terutama berfungsi menangkap energi dari cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Begitu pula hal ini berlaku untuk daun umbi-umbian yang dibahas dalam penelitian kali ini.

#### 1. Ubi Jalar dan morfologi daunnya

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman ubi jalar diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Subdivisi : Angiospermae (berbiji tertutup)

Kelas : Dicotyledonae (biji berkeping dua)

Ordo : Convolvulales

Famili : Ipomea

Spesies : *Ipomea batatas* L. sin. *Batatas edulis* Choisy.

Ubi jalar mempunyai banyak nama atau sebutan, antara lain ketela rambat, *huwi boled* (Sunda), *tela rambat* (Jawa), *sweet potato* (Inggris), dan *shoyu* (Jepang). Kerabat dekat (spesies) ubi jalar cukup banyak, antara lain kangkung air (*Ipomea aquatic Forsk*), kangkung darang (*I. reptans L. Poir*), dan kangkung pagar atau kangkung hitam (*I. crassicaulus sin. I. fistulosa*

*Marf.*). Kangkung hutan sering digunakan sebagai batang atas pada penyambungan dengan batang bawah ubi jalar untuk memperoleh produktivitas ubi yang tinggi dan berukuran besar.

Tanaman ubi jalar termasuk tumbuhan semusim (*annual*) yang memiliki susunan tubuh utama terdiri dari batang, ubi, daun, bunga, buah dan biji. Bagian yang dimanfaatkan adalah akarnya yang membentuk umbi dengan kadar gizi (karbohidrat) yang tinggi. Di Afrika, umbi ubi jalar menjadi salahsatu sumber makanan pokok yang penting. Di Asia, selain dimanfaatkan umbinya, daun muda ubi jalar juga dibuat sayuran. Terdapat pula ubi jalar yang dijadikan tanaman hias karena keindahan daunnya.

Ubi jalar berasal dari Amerika Selatan tropis dan, yang masih diperdebatkan, Papua. Kalangan yang tidak menyetujui asal muasala ubi jalar dari Papua berpendapat bahwa orang Indian telah berlayar menuju ke barat melalui Samudra Pasifik dan membantu menyebarkan ubi jalar ke Asia. Pendapat ini banyak ditentang karena bertentangan dengan fakta-fakta klimatologi dan antropologi.

Ubi jalar merupakan salah satu makanan yang kaya serat, sehingga sangat membantu pencernaan, terutama saat buang air besar. Menurut sebuah artikel yang diterbitkan oleh *Nort Carolina Sweet Potato Commission*, menemukan fakta bahwa ubi jalar merupakan makanan yang terbaik dari 53 jenis sayuran yang diteliti. Di mana ubi jalar merupakan makanan dengan rasa manis yang bebas lemak, mengandung vitamin A dan C yang sangat tinggi. Bahkan ubi jalar memiliki 4 gram protein per porsinya.

Selain itu, ubi jalar bisa dimakan oleh semua kalangan, bahkan bayi yang punya usia minimal 6 bulan sudah bisa memakannya. Juga memiliki beta karoten yang tinggi, yaitu sebuah antioksidan alami yang mampu membantu tubuh untuk meningkatkan pertahanan yang kuat terhadap radikal bebas dan penyakit. Ubi jalar juga mengandung jumlah tinggi magnesium, zink dan vitamin B. Kombinasi nutrisi yang telah terbukti meningkatkan penyembuhan arthritis dan meredakan rasa sakit dan pembengkakan.

Sementara itu ubi jalar memiliki karakter morfologi daun yang dapat diamati meliputi. (1) Bentuk daun dewasa: bentuk kerangka daun secara umum, tipe cuping atau lekukan daun, jumlah cuping atau lekukan daun bentuk cuping atau lekukan pada bagian tengah daun. (2) Ukuran daun dewasa. (3) Warna tulang daun. (4) Warna daun: warna daun dewasa dan warna daun muda atau pucuk. (5) Warna tangkai daun. (6) Panjang tangkai daun.

Kebanyakan ubi jalar memiliki bentuk kerangka daun seperti jantung, yang lainnya lebih mirip dengan ginjal dan segitiga. Biasanya memiliki lekukan yang sangat dalam, dalam dan sedang, untuk jumlah lekukan bervariasi, dari satu sampai sekitar sembilan. Ukuran daun ketika sudah dewasa memiliki panjang antara 6-25 cm, dengan warna tulang daun hijau ataupun ungu. Untuk warna daun tergantung dengan jenis ubi jalar itu sendiri, ada yang hijau muda, hijau tua, ataupun ungu. Dan panjang tangkai daun bervariasi, mulai yang pendek (<10 cm) sampai yang sangat panjang (>40 cm).

## 2. Ketela Pohon dan Morfologi Daunnya

Dalam sistematika (*taksonomi*) tumbuhan, tanaman ketela pohon diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliophyta

Ordo : Malpighiales

Famili : Euphorbiaceae

Upafamili : Crotonoedeae

Bangsa : Manihoteae

Genus : Manihot

Spesies : *M. esculenta*

Ketela pohon biasanya juga disebut dengan ubi kayu maupun singkong adalah tanaman perdu tahunan tropika dan subtropika dari suku Euphorbiaceae. Dengan nama latin *Manihot utilissima* ini dikenal luas sebagai makanan pokok penghasil karbohidrat dan daunnya sebagai sayuran. Tanaman ini bisa mencapai tinggi tujuh meter, dengan cabang yang jarang. Akar tunggang dengan sejumlah akar cabang yang kemudian membesar menjadi umbi akar yang dapat dimakan.

Ukuran umbi rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari klon/kultivar. Dan ubinya memiliki kandungan gizi yang banyak di dalamnya, diantaranya adalah fosfor, karbohidrat, kalsium, vitamin C, protein, zat besi, lemak dan vitamin B1. Selain itu cara berkembang biaknya

cukuplah mudah, yaitu dengan batangnya, cukup dipotong lalu ditancapkan kembali.

Di Indonesia, ketela pohon sangatlah menjadi primadona, baik sebagai makanan utama, makanan pencuci mulut, oleh-oleh, lauk pauk dan lain sebagainya. Tahun 2008 Indonesia merupakan produsen ubi ketela terbesar ketiga di dunia, berada dibawah Nigeria dan Brasil. Umbi ketela pohon sebenarnya sangatlah miskin kandungan protein, akan tetapi kandungan protein yang tinggi terdapat pada daunnya, karena mengandung asam amino metionina.

Sementara itu daunnya memiliki warna hijau, untuk daun dewasa terkadang berdaun hijau muda/tua, tergantung jenis ketela itu sendiri. Bentuknya menjari, dengan jumlah jari bervariasi, dari satu sampai tujuh, dengan bagian tengah yang paling lebar. Panjang daun jika sudah dewasa kurang lebih 7-25 cm, tergantung besar kecilnya batang dan tangkai daun. Tangkai daun ketela pohon memiliki panjang antara 10-40 cm dengan warna kuning atau kemerahan.

## **BAB III**

### **DESAIN SISTEM**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai desain dan perancangan system untuk mengukur luas dimensi daun umbi-umbian menggunakan citra digital sebagai pengolah gambar untuk mengetahui pertumbuhan.

#### **3.1 Lingkungan uji coba**

Pada pembuatan aplikasi atau sistem ini sebelumnya dilakukan uji coba dan penelitian yang meliputi tempat dan waktu penelitian, bahan dan alat, sampel penelitian dan metode penelitian.

##### **3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di rumah peneliti, pada 26-28 Juni 2013 pukul 09.00-11.30.

##### **3.1.2 Bahan dan Alat**

1. Daun umbi-umbian (ubi jalar dan ketela pohon) hasil tanaman sendiri.
2. *Webcam itech*.
3. Alat untuk tempat *capture* gambar (yang telah dibuat sebelumnya).
4. Delphi 7, *software* pembangun aplikasi penghitung dimensi daun.
5. Penggaris, bolpoin, alas dan kertas milimeter untuk mengukur daun tanaman umbi-umbian secara manual sebagai pembanding.

### 3.1.3 Sampel Penelitian

Sampel daun umbi-umbian (ubi jalar dan ketela pohon) sebanyak masing-masing 5 buah. Daun yang digunakan ini nanti adalah daun yang masih di pohon dan daun yang sudah dipetik, karena waktu yang dibutuhkan menghitung manual cukuplah lama.

### 3.1.4 Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian secara manual sebagai berikut:

1. Siapkan umbi-umbian yang akan di ambil daunnya, yang masih menancap ditanah agar tidak layu.
2. Menyiapkan alat-alat yang sudah di list di atas.
3. Melakukan pengukuran satu persatu daun dengan cara mengeblat daun tersebut pada kertas millimeter.
4. Mempertebal garis tepi semua gambar daun yang telah di blat, lalu diarsir bagian tengahnya.
5. Setelah itu beri garis tepi untuk memudahkan penghitungan jangkauan daun-daun tersebut (bentuk persegi/persegi panjang). Hitung luas medan keseluruhan lalu dikurangi daerah yang tak diarsir, keluarlah nilai luas dimensi daun.

Sementara itu untuk langkah-langkah untuk penghitungan dimensi daun dengan rancang bangun penghitungan dimensi daun dengan citra digital sebagai berikut:

1. Daun umbi-umbian diletakkan pada alat yang telah dibuat.

2. Citra daun umbi-umbian diambil dengan *webcam*.
3. Menentukan jarak antara kamera dengan bidang area *capture* daun sejauh 40 cm.
4. Menempatkan posisi objek daun sehingga dapat dibaca jelas oleh kamera.
5. Mengatur agar latar berwarna gelap sehingga objek citra ketika diproses dapat dengan mudah untuk dibedakan.
6. Menghitung kalibrasi antara pengukuran manual dengan memilih sebanyak 5 sampel daun sehingga dapat diketahui laju pertumbuhan daun umbi-umbian. Menghitung kalibrasi antara hasil program dengan pengukuran cm, formulasi atau rumusnya sebagai berikut :

*Jml*

$(width \times height) \times (22 \times 28)$

Keterangan :

*Jml* : jumlah piksel putih luas penampang daun (piksel)

$(width \times height)$  : ukuran citra seluruhnya (piksel)

22x28 : ukuran *frame* hasil print foto citra umbi-umbian (cm).

7. Mengukur daun umbi-umbian asli
8. Membandingkan pengukuran.

### 3.2 Analisis Sistem

Pada sub bab ini analisis system ini akan dibahas berbagai proses terhadap system dan elemen-elemen yang berkaitan seperti pengambilan data citra dan semua diperlukam dalam proses perancangan aplikasi ini.

### 3.2.1 Deskripsi Sistem

Sistem ini dibangun untuk menganalisis citra digital daun. Tujuan dari pembuatan sistem ini adalah untuk menghitung luas daun meliputi luas daun, panjang dan lebar daun. Pada awalnya pengguna mengambil gambar daun dari *capture* kamera yang sudah tersedia atau bisa juga memasukkan *input* data berupa citra. Citra masukan adalah citra dengan format bitmap karena sistem hanya dibatasi untuk memproses citra bitmap. Kemudian gambar akan langsung diolah menjadi *grayscale* dan *threshold* oleh sistem. Kemudian *user* diminta untuk menekan tombol hitung untuk menghitung luas daun, sehingga system akan menampilkan perhitungan dimensi daun berupa luas daun.

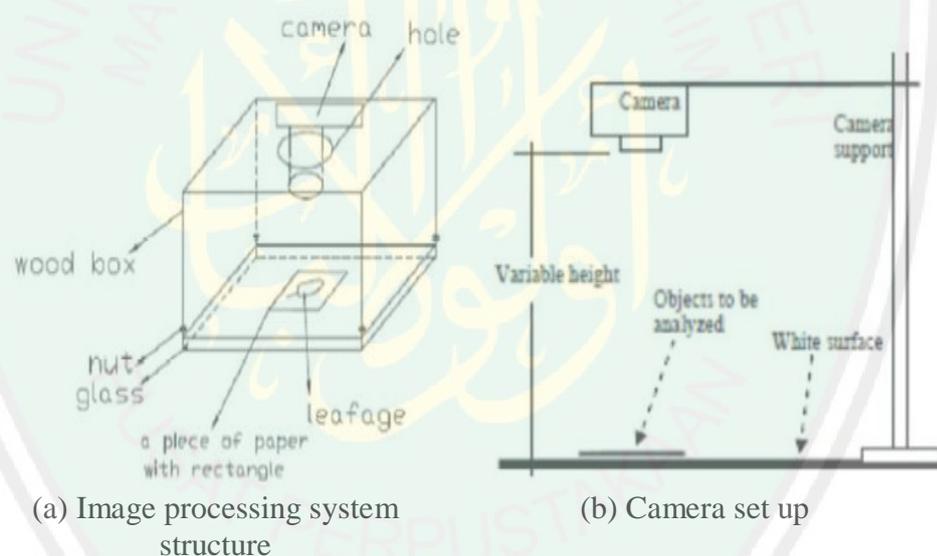
### 3.3 Desain Sistem

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai desain aplikasi sistem untuk implementasi metode *citra digital*. Desain aplikasi ini meliputi desain data, algoritma yang digunakan dalam sistem yang digambarkan dengan diagram alir, desain proses. Desain data berisikan penjelasan data yang diperlukan untuk menerapkan beberapa metode pada pengolahan citra ini. Desain data meliputi data masukan, data selama proses dan data keluaran. Desain proses antara lain menjelaskan tentang proses awal (*preprocessing*), pengkodean citra, dan perhitungan dimensi daun. Pada proses awal, terdiri dari *grayscale*, kemudian di konversi ke hitam-putih (*thresholding*). Setelah itu, dicek jika *piksel* yang dilewati berwarna hitam atau nilai *threshold*-nya kurang dari 180 maka *piksel* tersebut dikodekan sebagai angka 1. Sebaliknya, jika setelah dicek piksel yang didapat

berwarna putih atau nilai *threshol*-nya lebih dari 180 maka piksel dikodekan sebagai angka 0. Sedangkan pada proses perhitungan dimensi daun, langkah yang dilakukan adalah menghitung jumlah piksel daun.

Secara umum, desain dari aplikasi perhitungan dimensi daun yang akan dibuat sebagai berikut:

1. Membuat alat yang berfungsi untuk mengambil gambar daun dan mengirim datanya ke laptop/PC seperti gambar berikut ini :



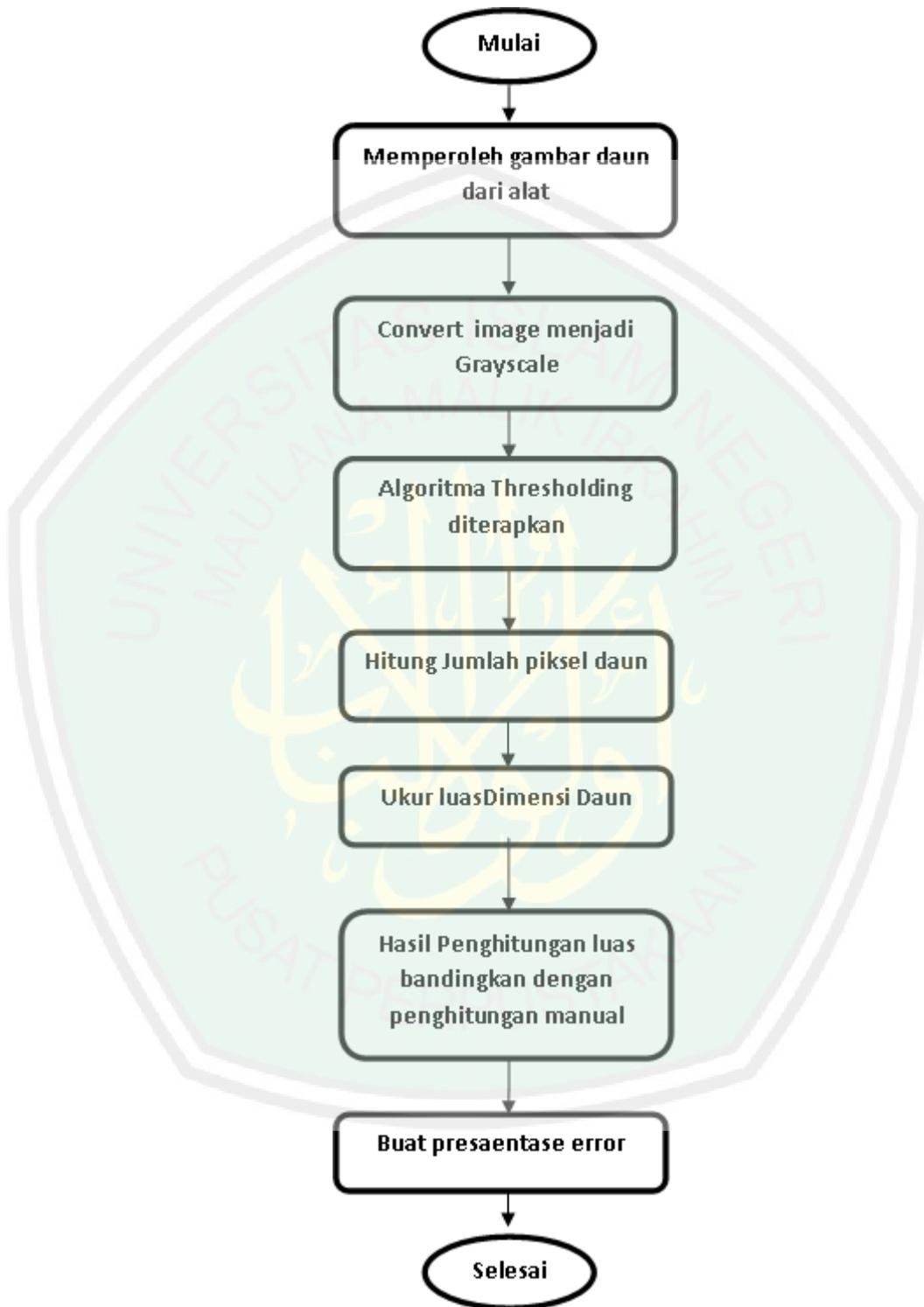
(Sumber : Paper Mahdi M. Ali, Ahmed Al-Ani, Derek Eamus and Daniel K.Y. Tan. 2012. A New Image-Processing-Based Technique for Measuring Leaf Dimensions. *Paper*. Australia: *University of Technology Sydney (UTS)*).

Gambar 3.3 Gambar Rancangan Alat untuk Penghitung Luas Daun

2. Data dari alat di atas kemudian dikirim melalui komunikasi data yang berupa USB ke PC/laptop user.

3. Data yang berupa gambar akan diproses dengan citra digital, dengan mengubah gambar asli hasil *capture* ke *grayscale* kemudian dilakukan proses *threshold* untuk menjadikan gambar menjadi hitam dan putih (biner 0 dan 1).
4. Setelah gambar diolah menjadi data biner 0 dan 1 kemudian akan dilakukan proses penghitungan jumlah piksel yang berwarna putih yang mewakili sebagai objek daun, kemudian jumlah piksel akan dikalikan per saruan cm (centimeter). Kemudian akan didapatkan perhitungan dimensi daun yaitu luas dimensi.





Gambar 3.3.1 *Flowchart* aplikasi perhitungan dimensi daun

*Flowchart* ini merupakan alur dari desain sistem aplikasi perhitungan dimensi daun. Gambar daun diperoleh dari alat, kemudian gambar diubah menjadi *grayscale*, lalu algoritma *thresholding* diterapkan untuk memperjelas gambar dan mengubah gambar menjadi data biner 0 dan 1, selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah piksel daun dan kemudian jumlah piksel daun akan dikalikan per satuan centimeter.

### 3.3.1 Desain Data

Data yang digunakan untuk implementasi perangkat lunak ini dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu data masukan, data yang digunakan selama proses perbaikan citra *preprocessing* dan data keluaran.

#### 1. Data Masukan

Data masukan yang pertama dari pengguna adalah arsip citra yang dipilih oleh pengguna. Pada sistem ini citra yang dimasukkan berupa citra ukuran 24 bit, dengan format *.bmp*.

#### 2. Data Selama Proses

Pada tahapan proses pengkodean karakter, dihasilkan citra yang telah dikodekan yang kemudian citra tersebut diproses lagi dengan melakukan perhitungan piksel gambar daun dan hasil/ jumlah piksel daun akan dikalikan per sentimeter.

Setelah melewati dua proses tersebut maka pada tahapan terakhir dilakukan proses penghitungan dimensi daun yang merupakan luas daun.

### 3. Data Keluaran

Data keluaran yang dihasilkan dari serangkaian proses di atas adalah berupa karakter yang didapatkan dari sebuah citra gambar daun umbi-umbian.

### 3.4 Desain Proses

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses yang digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang berlangsung pada sistem. Desain proses untuk aplikasi ini menggunakan diagram alir flowchart.

Diagram alir menunjukkan hubungan antar proses, data masukan, data selama proses dan data keluaran yang terlibat dalam sistem. Secara garis besar, jalannya sistem ini adalah pengguna memasukkan citra dengan format bitmap, kemudian sistem akan memproses citra tersebut dalam beberapa tahapan, yakni yang pertama merubah gambar daun menjadi *grayscale*, kemudian dilakukan pengkodean citra daun, lalu dihitung jumlah piksel daun dan dikalikan per satuan sentimeter. Hasil akhir yang didapatkan berupa karakter dari sebuah citra daun.

### 3.5. Pengkodean Karakter

Pengkodean karakter merupakan salah satu cara untuk mengenali karakter dengan melihat ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh karakter tersebut. Setelah itu dikodekan menurut pikselnya, jika berwarna hitam atau kurang dari nilai *threshold* maka citra tersebut dikodekan 1 sebaliknya jika berwarna putih dan lebih dari nilai *threshold* maka dikodekan 0. Tujuan dari proses ini yaitu untuk memberi kode yang berbeda pada setiap karakter sehingga karakter yang satu dengan karakter yang lain dapat dipisahkan berdasarkan kode yang dimilikinya.

Disamping itu, proses pengkodean karakter ini dimaksudkan untuk mengambil ciri (*feature*) dari sebuah gambar.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dibahas mengenai hasil uji coba program yang telah dirancang dan dibuat, serta kontribusi program. Uji coba dilakukan untuk mengetahui apakah program dapat berjalan sebagaimana mestinya dengan lingkungan uji coba yang telah ditentukan serta dilakukan sesuai dengan skenario uji coba.

Ada beberapa hasil uji coba yang telah dilakukan terhadap data yang telah dipilih, antara lain: menghitung dimensi daun dalam berbagai kondisi cahaya. Sebelumnya perlu diketahui lingkungan uji coba yang digunakan dalam melakukan uji coba dalam skripsi ini.

#### 4.1. Lingkungan Uji Coba

Pada subbab ini dijelaskan mengenai lingkungan uji coba yang meliputi perangkat lunak, perangkat keras dan alat lain yang digunakan. Spesifikasi perangkat keras, perangkat lunak dan alat lain yang digunakan dalam uji coba antara lain adalah:

Tabel 4.1 Daftar Perangkat yang digunakan

| Peralatan       | Spesifikasi   |
|-----------------|---|
| Perangkat Keras | Prosesor : Intel Pentium 1.60 GHz<br>Memori : 80 GB<br>Piranti Masukan : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Webcam Itech</li> <li>- Mouse</li> <li>- Keyboard</li> <li>- Lampu USB</li> </ul> |
| Perangkat Lunak | Sistem Operasi : Microsoft Windows XP Professional 2002 SP 3<br>Perangkat Pengembang : Borland Delphi 7.0   |

| Peralatan | Spesifikasi  |
|-----------|--|
| Alat lain | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kotak kaca</li> <li>- Kain hitam</li> <li>- Kertas milimeter</li> <li>- Bolpoin, penggaris</li> <li>- Lampu 10 whatt</li> </ul> |

#### 4.2. Data Uji Coba

Pada dua uji coba yang akan dilakukan, digunakan data analog (untuk penghitungan manual), dan digital (untuk penghitungan dengan citra digital). Data analog berasal dari blat daun umbi-umbian pada kertas milimeter. Sementara data digital berasal dari kamera *webcam* yang dipasang pada kotak tempat daun dengan tipe file bitmap (.bmp).



Gambar 4.2 Daun Ubi Jalar & Ketela Pohon

Untuk semua data uji coba, peneliti menanam sendiri, memilih bibit dari pasar tradisional dan meminta bibit dari masyarakat sekitar. Peneliti menanam dua bulan sebelum melakukan penelitian, sampai daun umbi-umbian dimakan ulat dan regenerasi kembali kepada keturuan kedua. Dengan memiliki tanaman sendiri, peneliti bisa melakukan penelitian berkali-kali, dan tidak perlu khawatir ketika

ingin melakukan penelitian mendadak. Karena data uji coba peneliti selalu siap sedia setiap waktu.

### 4.3. Penjelasan Alat dan Program

Di dalam penjelasan alat dan program ini dijelaskan tentang alat-alat yang telah peneliti beli, harga, jumlah, dan kegunaan. Selain itu juga dijelaskan alur pembuatan dan kegunaan alat serta program yang dibuat beserta tampilan desain. Tidak ketinggalan, beberapa masalah yang muncul dalam pembuatan alat dan program ini, serta solusi yang peneliti temukan. Berikut ini tampilan-tampilan alat serta halaman yang ada dalam program yang dibuat:

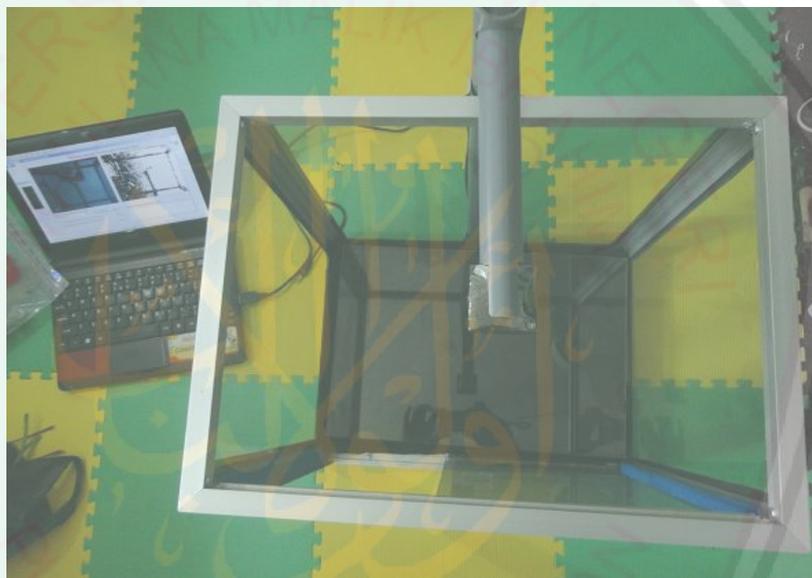
#### 4.3.1. Proses Pembuatan Alat dan Fungsinya

Alat pengukuran untuk proses citra digital yang peneliti buat sudah di sesuaikan dengan *prototype* yang telah peneliti buat pada bab 3. Adapun beberapa spesifikasi yang telah peneliti beli dan peneliti berikan untuk alat peneliti kali ini, seperti tercantum pada tabel berikut :

Tabel 4.3.1 Daftar Alat & Harga untuk proses Citra Digital

| No | Nama Alat              | Jumlah | HargaTotal   |
|----|------------------------|--------|--------------|
| 1  | Kotak dari kaca, pesan | 1      | Rp 200.000,- |
| 2  | Webcam                 | 1      | Rp 95.000,-  |
| 3  | Pipa paralon           | 2 m    | Rp 20.000,-  |
| 4  | Kain warna hitam       | 1 m    | Rp 30.000,-  |
| 5  | Klep                   | 4      | Rp 4.000,-   |
| 6  | Lampu USB              | 1      | Rp 50.000,-  |
| 7  | Karton hitam           | 1      | Rp 2.000,-   |
| 8  | Lampu                  | 1      | Rp 24.000,-  |
|    | Total biaya            |        | Rp 425.000,- |

Total biaya yang dikeluarkan hanya Rp. 405.000,-, dibandingkan dengan LAM yang harganya berkisar 25.000 dolar. Jika di rupiahkan dengan nilai tukar rupiah Rp9.800,- per dolar, maka LAM ini seharga Rp. 245.000.000,-. Adapun alat rancang bangun penghitunga dimensi daun umbi-umbian yang telah dibuat ini memiliki tampilan jadi seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.3.1 Alat Pengukuran jadi

Bahan utamanya adalah kaca, sebagai media sampingnya agar dapat dilihat dari samping dan tidak mengganggu saat melakukan percobaan. Akan tetapi untuk alasnya tetap menggunakan kayu dan triplek agar lebih kuat dan berat, untuk mengimbangi berat kaca. Tinggi media dibuat 40 cm, disesuaikan dengan pemilihan bidang yang akan tertangkap kamera. Sebelumnya sudah dilakukan uji coba dengan tinggi 25, 30, 35, 40, 45, dan 50 cm, guna memperoleh ukuran alas yang pas dan fokus obyek agar maksimal. Akan tetapi dengan jarak antara

kamera dan obyek 40 cm lah yang paling tepat. Selain sudah di uji dengan beberapa hasil foto dan luas alasnya, ukuran ini juga sesuai dengan usulan pada paper. Dengan ketinggian sekian kamera bisa menangkap sisi lebar alas sampai 22 cm dan panjangnya mencapai 28 cm. Sehingga daun-daun yang lebih besar nantinya juga dapat diambil gambarnya dari tempat ini.

Pintu dibuat di bagian depan, dengan sistem buka tarik, dari dua arah, agar lebih memudahkan pemasangan dan pemindahan obyek daun beserta pressnya nanti. Untuk alas daun pertama memilih *white board*, akan tetapi hasilnya tidak maksimal, karena *webcam* sangat peka terhadap warna terang. Kemudian dipilih kertas karton warna hitam, kepekaan *webcam* terhadap cahaya sudah agak teratasi, hasil foto sudah lumayan bagus, begitupula ketika mengalami proses *gray scale* dan *threshold*. Akan tetapi dengan cahaya yang sedikit berlebih hasil menjadi tidak maksimal kembali. Terakhir digunakan kain kaos (dengan warna yang sama, hitam), dan ternyata lebih cocok dengan sifatnya yang lembut dan menyerap cahayanya. Hasil foto dengan alas kain kaos warna hitam ini memberikan hasil lebih maksimal disbanding dengan alas lain.

Untuk lampu USB tidak digunakan, karena dengan menggunakan lampu ini hasilnya menjadi tidak akurat. Warna alas hampir sama dengan warna objek, dan tidak bisa dibaca ketika dilakukan *threshold*.

Sementara itu fungsi dari *webcam* yang dipasang pada pipa paralon permanen di bagian tengah wadah menempel pada kaca adalah untuk memberikan posisi konsisten agar tidak berubah-ubah. Karena pengambilan yang berbeda-beda posisi akan mempengaruhi penghitungan, baik itu tinggi juga posisi sisi-sisinya. Sementara kaca yang peneliti buat untuk pres daun, agar lekuk-lekuk pada daun umbi-umbian menjadi terminimalisir. Sehingga penghitungan luas dimensi daun lebih maksimal.

Dalam spesifikasi dan penjelasan fungsi dari alat manual adalah sebagai berikut :

1. Kertas millimeter, sebagai media untuk mengeblat daun umbi-umbian dan alat ukur dari petak-petak kecilnya.
2. Bolpoin, alat pengeblat di kertas milimeter dan mempertebal batas, serta pemberian tanda pada bidang blad serta daun.
3. Penggaris, sebagai alat bantu membuat media persegi/persegi panjang, dan arsir untuk mempermudah proses penghitungan luas dimensi daun nantinya.

#### **4.3.2. Proses Pembuatan Aplikasi**

Aplikasi yang peneliti buat dengan beberapa tampilan halaman, diantaranya adalah halaman utama, halaman input image, serta halaman hasil. Adapun halamannya sebagai berikut :

## 1. Proses Menampilkan Halaman Utama

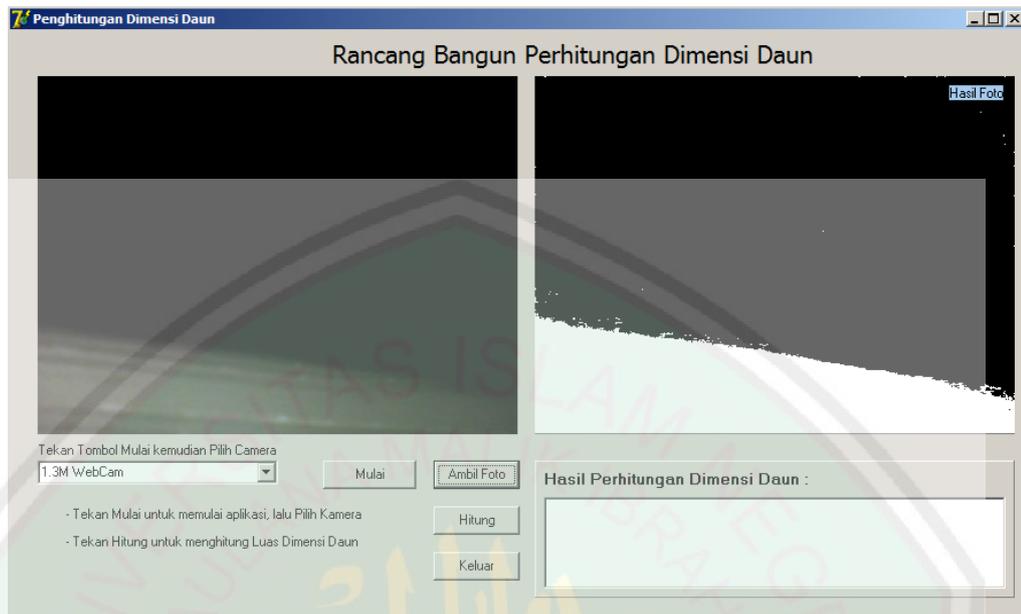
Halaman Preprocessing merupakan halaman utama yang akan pertama kali diakses oleh pengguna. Informasi yang ditampilkan adalah pilihan menu untuk menuju proses selanjutnya. Tampilan halaman utama ditunjukkan pada gambar 4.3.2.1 berikut :



Gambar 4.3.2.1 Halaman Utama

## 2. Proses Input Image

Pada proses ini user diminta untuk menekan tombol mulai untuk mengaktifkan webcam, kemudian terjadi perubahan citra gambar daun hasil *capture* dari webcam atau input gambar dari user ke dalam citra digital yang dapat dibaca dan diproses selanjutnya oleh komputer. Adapun citra gambar hasil *capture* dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4.3.2.2 Contoh Input Image dari Webcam

Listing program untuk proses *input image* dari *webcam*:

```
FilterGraph1.Active := true;with FilterGraph1 as
  ICaptureGraphBuilder2 do RenderStream
    (@PIN_CATEGORY_PREVIEW, nil, Filter1 as IBaseFilter,
```

#### 4.4 Preprocessing

Tahap *preprocessing* terdiri dari 2 proses, yaitu *Grayscale* dan *Binerisasi/Thresholding*.

##### 1.4.1 Grayscale

Pada tahap ini citra masukan hasil *capture* dirubah menjadi grayscale (abu-abu). Warna hitam sebagai warna objek dan putih sebagai warna latar belakang dari gambar. Proses binerisasi ini juga bermanfaat untuk menghilangkan sedikit *noise* yang diakibatkan pada saat proses *scanning*.

Citra gambar mata hasil grayscale dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini:

Listing program untuk proses *grayscale* adalah sebagai berikut:

```
ptr[3*j]:=round(0.114* ptr[3*j] + 0.587*ptr[3*j+1] +
0.299*ptr[3*j+2]);
ptr[3*j+1]:=ptr[3*j];
ptr[3*j+2]:=ptr[3*j];
```

#### 4.4.2 Binerisasi /Thresholding

Pada tahap ini citra masukan hasil *grayscale* dirubah menjadi citra biner (hitam-putih). Warna hitam sebagai warna objek dan putih sebagai warna latar belakang dari gambar. Proses binerisasi ini juga bermanfaat untuk menghilangkan sedikit *noise* yang diakibatkan pada saat proses *scanning*.

Proses ini dilakukan dengan memeriksa piksel gambar, jika piksel kurang dari nilai *threshold* maka warna dikodekan menjadi 1 dan juga sebaliknya. Jika warna lebih dari 150 maka dikodekan dengan 0. Cara menentukan tergantung dari masing-masing orang, tetapi biasanya nilai *threshold* dihitung dari hasil bagi warna *true color* menjadi 2 (256 dibagi 2), semakin besar nilai *threshold* maka warna gambar akan semakin tajam. Nilai *threshold* yang digunakan adalah 180, dalam program bisa ditulis RGB(180, 180, 180). Citra gambar mata hasil binerisasi dilihat pada gambar 4.6 di bawah ini:

Listing program untuk proses penajaman citra adalah sebagai berikut:

```

for k:=0 to 2 do
if (p[3*j])and (p[3*j+1]) and (p[3*j+2])>threshold then
  p[3*j+k]:= 255
else
  p[3*j+k]:= 0;

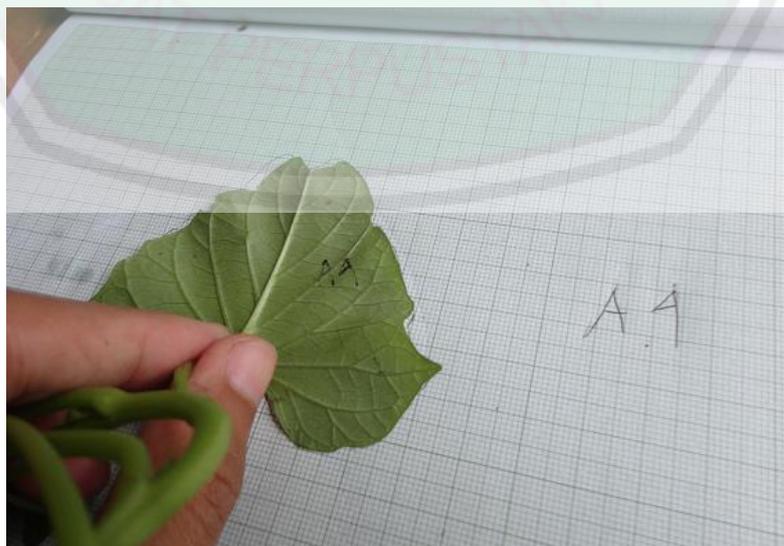
```

## 1.5 PROCESSING

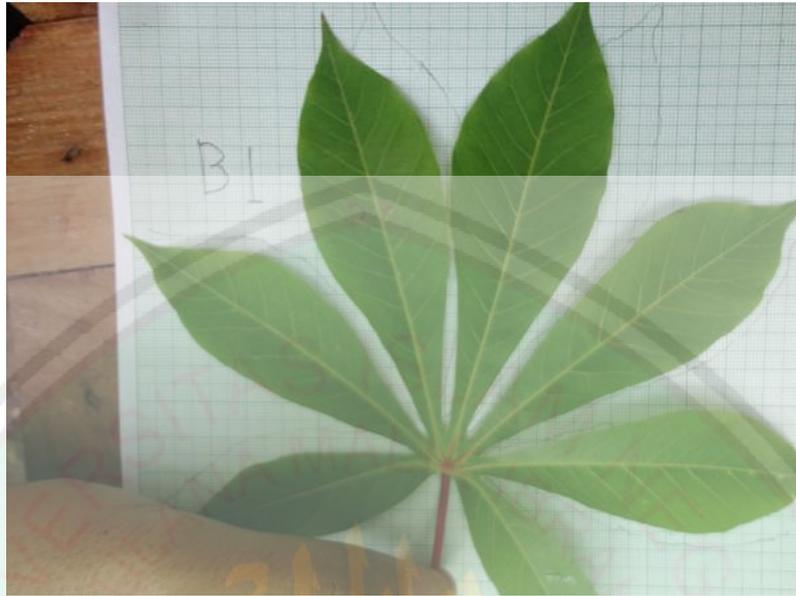
Tahap *processing* terdiri dari dua proses, yaitu penghitungan manual juga dengan menggunakan rancang bangun dengan citra digital.

### 4.5.1 Penghitungan Manual

Perhitungan luas daun dilakukan dengan menempelkan daun umbi ke kertas mili meter kemudian di blat menggunakan bolpoin pada garis tepi daun. Jangan lupa diberi tanda untuk daun dan hasil blat, agar tidak ketukar atau kesulitan untuk mencocokkan kembali. Karena daun yang sama juga akan digunakan untuk uji coba dengan aplikasi citra digital. Adapun proses pengambilan ukuran daun terlihat dalam gambar 4.5.1 (a) dan 4.5.1 (b) sebagai berikut :

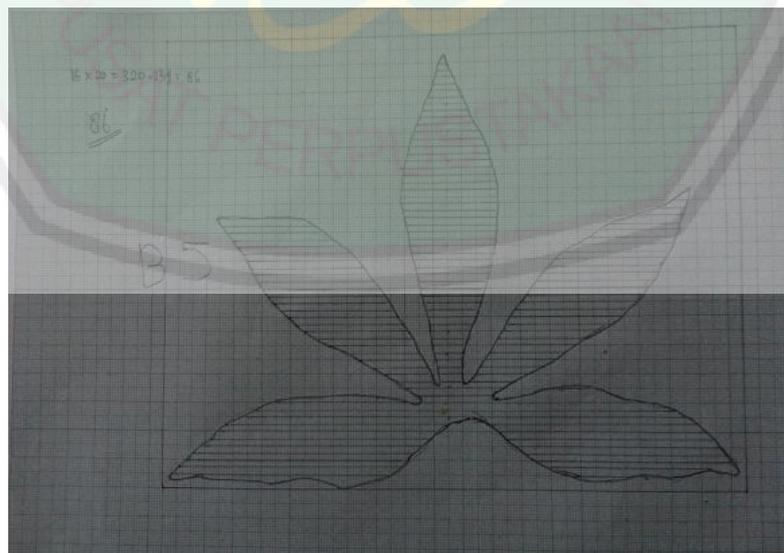


Gambar 4.5.1 (a) Proses blat dan penandaan pada daun ubi jalar



Gambar 4.5.1 (b) Proses blat dan penandaan pada daun ketela pohon

Untuk proses selanjutnya setelah blat adalah arsir dan dibuat garis tepi untuk membentuk media persegi ataupun persegi panjang. Yang akan memudahkan data penghitungan, seperti gambar 4.5.1 (c) berikut ini :



Gambar 4.5.1 (c) Hasil arsir dan background persegi panjang

#### 4.5.2 Penghitungan dengan Citra Digital

Ada dua buah proses dalam penghitungan dengan citra digital kali ini, yang pertama adalah penghitungan jumlah piksel. Yang dilanjutkan dengan penghitungan luas dimensi daun, dijabarkan sebagai berikut:

##### 1. Penghitungan Jumlah Pixel

Jumlah pixel dibaca dari nilai minimum sampai maksimum pada gambar BITMAP. Setelah itu dipetak (kalibrasi) dengan ukuran cm, agar mudah untuk dilakukan penghitungan. Berikut tampilan source codenya :

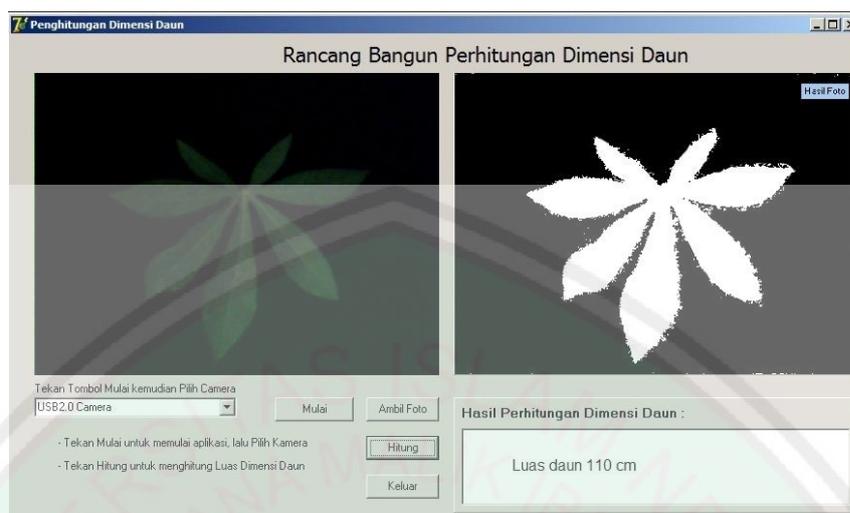
```
if strtoint(Edit1.Text) > 255 then Edit1.Text:= '255'
else if strtoint(Edit1.Text) < 0 then Edit1.Text:= '0';
m:= StrToInt(Edit1.Text);
R:=(getRvalue(Image1.Canvas.pixels[x,y]));
G:=(getGvalue(Image1.Canvas.pixels[x,y]));
B:=(getBvalue(Image1.Canvas.pixels[x,y]));
if ((R+G+B)/3)<= m then
Image1.Canvas.Pixel [x,y]:= RGB(0,0,0);
```

##### 2. Penghitungan Luas Dimensi Daun

Penghitungan luas setelah dilakukan kalibrasi, maka bisa dilakukan penghitungan dengan code sebagai berikut:

```
FloatToStr(jml/(image2.Height*image1.Width)*(22*28));
```

Angka 22x28 menunjukkan ukuran frame latar citra daun dengan ukuran 22 (height)x 28 (width). Adapun contoh hasil penghitungannya ada pada gambar 4.5.2.2 sebagai berikut :



Gambar 4.5.2.2 Hasil penghitungan citra daun ketela pohon

## 4.6. Pembahasan Data Hasil Uji Coba

### 4.6.1 Hasil Uji Coba

Setelah dilakukan uji coba, diperoleh data perbandingan antara perhitungan luas dimensi daun pada tempat yang terang, remang-remang dan gelap. Perbandingan tersebut ditinjau dari sisi pencahayaan. Jika menggunakan cahaya terlalu berlebih maka akan terlihat menjadi putih semua. Berbeda dengan cahaya yang remang-remang, sementara gelap gulita akan menghasilkan nilai yang rendah.

Dari penghitungan manual yang telah peneliti buat, sebanyak lima buah daun dengan data A1-A5 untuk daun umbi jalar, dan B1-B5 untuk ketela pohon. Semua hasil akan dijumlah, dan dihitung tingkat errornya, dengan perhitungan luas penghitung manual = LM, luas penghitungan citra digital = LC, presentase error. Adapun untuk hasil penelitian bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6.1 (a) Hasil Penghitungan luas dimensi daun ubi jalar

| Kode   | Luas Penghitungan Manual | Luas Penghitungan dengan Citra Digital           |
|--------|--------------------------|--|
| A1     | 58,2 cm <sup>2</sup>     | 65 cm <sup>2</sup>                               |
| A2     | 38,7 cm <sup>2</sup>     | 43 cm <sup>2</sup>                               |
| A3     | 57,7 cm <sup>2</sup>     | 70 cm <sup>2</sup>                               |
| A4     | 36,1 cm <sup>2</sup>     | 40 cm <sup>2</sup>                               |
| A5     | 69,9 cm <sup>2</sup>     | 76 cm <sup>2</sup>                               |
| Jumlah | 260.6 cm <sup>2</sup>    | 294 cm <sup>2</sup>                              |
|        | Selisih perhitungan      | 33,4 cm <sup>2</sup> / 6,7 cm <sup>2</sup> per @ |
|        | Dalam Presentase         | (33,4x100) : 260 = 12,85 %                       |

Untuk penghitungan luas dimensi daun ubi jalar, dengan menggunakan 5 kali uji coba, didapati tingkat errornya adalah 12,85 %. Ini merupakan tingkat error yang cukup baik, presisi baik.

Tabel 4.6.1 (b) Hasil Penghitungan luas dimensi daun ketela pohon

| Kode   | Luas Penghitungan Manual | Luas Penghitungan dengan Citra Digital        |
|--------|--------------------------|---|
| B1     | 134 cm <sup>2</sup>      | 155 cm <sup>2</sup>                           |
| B2     | 50,5 cm <sup>2</sup>     | 56 cm <sup>2</sup>                            |
| B3     | 97 cm <sup>2</sup>       | 110 cm <sup>2</sup>                           |
| B4     | 105,5 cm <sup>2</sup>    | 123 cm <sup>2</sup>                           |
| B5     | 86cm <sup>2</sup>        | 98 cm <sup>2</sup>                            |
| Jumlah | 473 cm <sup>2</sup>      | 543 cm <sup>2</sup>                           |
|        | Selisih perhitungan      | 70 cm <sup>2</sup> / 14 cm <sup>2</sup> per @ |
|        | Dalam Presentase         | (70x100) : 473 = 14,80 %                      |

Penghitungan manual dianggap lebih akurat karena memiliki tingkat ketelitian dan bisa diulang-ulang. Selisih dengan penghitungan manual menggunakan kertas mili meter cukup rendah, dan bisa dijadikan tolak ukur sebagai pembanding (Salisbury, 1995). Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa penghitungan luas dimensi daun ketela dengan jumlah uji coba 5 kali, memiliki tingkat perbedaan dengan penghitungan manual sebanyak 14,80%. Dengan kedua uji coba di atas, jika diambil

nilai rata-rata selisih dengan penghitungan manual sebagai berikut :

$$(12,85 + 14,80) : 2 = 13,83 \%$$

Selisih dari uji coba kali ini adalah 13,83 %, dengan menggunakan citra digital dibandingkan dengan penghitungan manual. Sementara untuk perbandingan waktu, satu pengukuran daun dengan cara manual (mulai mengeblat, mengarsir, membuat media alas dan menghitung) menghabiskan waktu lebih dari 1 jam untuk satu buahnya. Untuk menggunakan rancang bangun peneliti, hanya cukup 5 menit sudah selesai.

Penerapan *grayscale* dan *threshold* dalam aplikasi ini berjalan dengan cukup baik, akan tetapi penentuan warna objek nantinya (hitam atau putih) menjadi sangat vital untuk memperoleh hasil foto. Dengan jumlah sampel 10 buah (5 buah tiap jenisnya), maka waktu yang dibutuhkan untuk menghitung manual sampai 10 jam lebih. Sementara bila menggunakan rancang bangun ini, cukup sekitar 50 menit, atau tidak lebih dari 1 jam untuk semua uji coba. Jika dipresentasikan, maka akan berhemat waktu lebih dari 90%.

## BAB V

### PENUTUP

#### 1.1 Kesimpulan

Secara garis besar rancang bangun ini berjalan baik, dan cukup kompeten dibanding alat lain. Dilihat dari hasil penghitungan, dengan nilai perbedaan hanya 13,83 % dibandingkan penghitungan manual kertas mili meter. Selain itu untuk waktu penghitungan relatif lebih cepat daripada dengan manual, di mana yang manual sampai 1 jam untuk satu buat penghitungan, dengan rancang bangun ini sekitar 5 menit untuk satu penghitungan pula.

Akan tetapi kekurangan alat ini masih terlalu besar dan susah untuk dibawa berpindah-pindah, ukurannya lebih mirip dengan akuarium kecil dan cukup berat. Selain itu bahan dari kaca membuatnya rawan rusak (pecah). Pemantulan cahaya menjadi masalah tersendiri dalam pengambilan foto obyek menggunakan alat ini. Dalam pengambilan gambar sangat peka dengan cahaya, cahaya sedikit berlebih langsung mengubah hasil dari proses *threshold* itu sendiri.

Media kain sangatlah cocok untuk menjadi alas, karena hasil pemotretan lebih bagus lagi. Kain warna hitam yang peneliti gunakan memiliki sifat menyerap cahaya, bukan memantulkannya seperti kaca. Dengan hasil seperti ini diharapkan akan bisa dikembangkan kembali penelitian ini, untuk waktu-waktu selanjutnya.

### **Saran**

Penelitian selanjutnya agaknya harus mulai memberikan nilai presisi atau akurasi perhitungan luas daun dengan metode manual lain dan juga LAM yang sudah ada. Tidak hanya sekedar membandingkan hasil penghitungan luas seperti yang dilakukan pada penelitian kali ini. Perkembangan berbasis *mobile* juga harus jadi prioritas nantinya, karena alat yang sekarang sudah terbuat kurang efisien.

Untuk obyek daun, pilih daun yang lebih menyulitkan dalam penghitungan manual, baik dari bentuk dan juga sifatnya. Selain itu juga menambahkan sampel uji coba yang lebih banyak, agar nilai semakin akurat. Semakin banyak sampel akan menunjukkan tingkat error sebenarnya pada aplikasi yang anda buat. Terpenting jangan terlalu buru-buru, pastikan semua berjalan dengan pasti, dan terencana sejak awal.

## Daftar Pustaka

Allamah Kamal Faqih dan Tim Ulama. 2004. *Tafsir Nurul Quran: Sebuah Tafsir Sederhana Menuju Cahaya Al-Quran*. Jakarta: Al-Huda.

*Al-Quran dan Terjemahannya*. Departemen Agama RI. Bandung: Diponegoro.

Carlos Campillo, M.I. Garcí'a, C. Daza and M.H. Prieto. 2010. Study of a Non-destructive Method for Estimating the Leaf Area Index in Vegetable Crops Using Digital Images. *Paper*. Spain.

Hery Purnomo, Mauridhi; Mustafa, Arif. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Kumar.E, Sandeep. 2012. Leaf Color, Area and Edge Featurs Based Approaach for Identification of Indian Medicial Plants. Department of Telecommunication Engineering JNN college of Engineering Affiliated to Vishveshvaraya Technological University Shimoga-577204, Karnataka, India.

Mahdi M. Ali, Ahmed Al-Ani, Derek Eamus and Daniel K.Y. Tan. 2012. A New Image-Processing-Based Technique for Measuring Leaf Dimensions. *Paper*. Australia: *University of Technology Sydney (UTS)*.

M Hafidh Fauzi1, Prof.Ir.Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D. 2010. Implementasi Thresholding Citra Menggunakan Algoritma Hybrid Optimal Estimation. *Paper*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

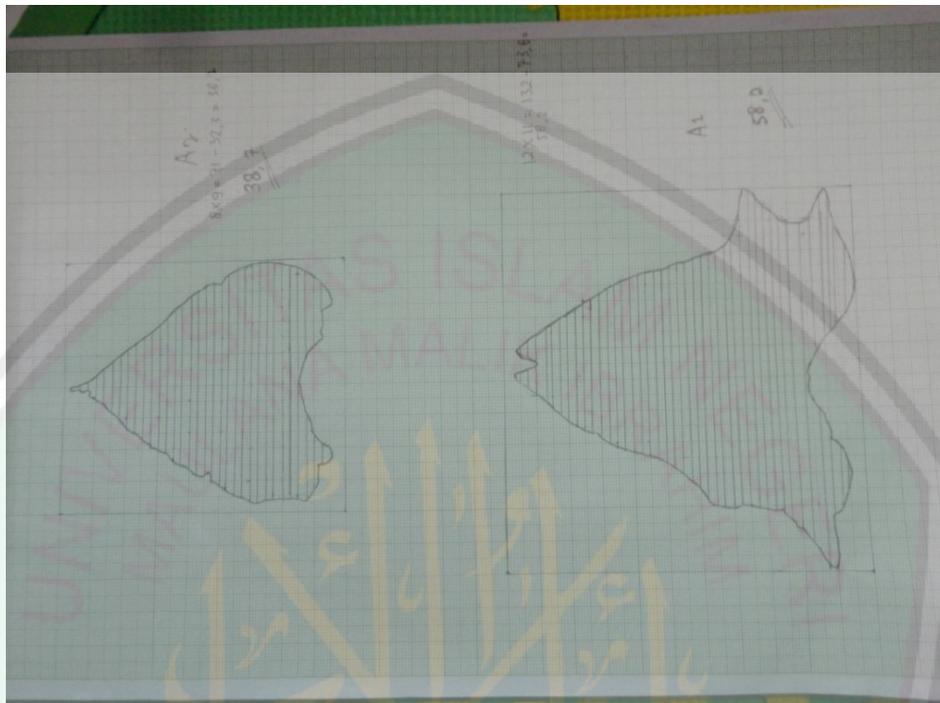
Physiology of Crop Plants (Fisiologi Tanaman Budidaya, alih bahasa oleh Susilo, H.). Universitas Indonesia Press. Jakarta. 428 p. Harjadi, S.S. 1979. *Pengantar Agronomi*. Gramedia. Jakarta.

Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Plant Physiology*, 4th ed. (Fisiologi Tumbuhan jilid 2, alih bahasa oleh Lukman, D.R. dan Sumaryono). Institut Teknologi Bandung. 173 p. Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991.

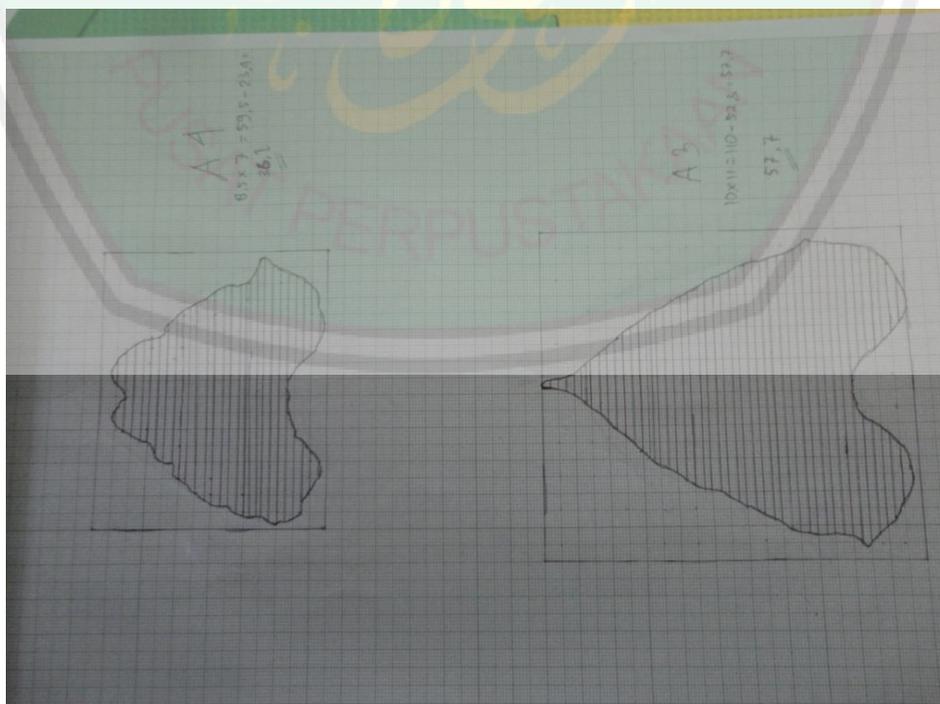
Sanjay B. Patil. 2011. *Betel Leaf Area Measurement Using Image Processing*. *Paper*. Dhangawadi : Shri Chhatrpati Shivajiraje College of Engineering.

Wahid, Abdurrahman. 2006. "Islamku Islam Anda Islam Kita". Jakarta:

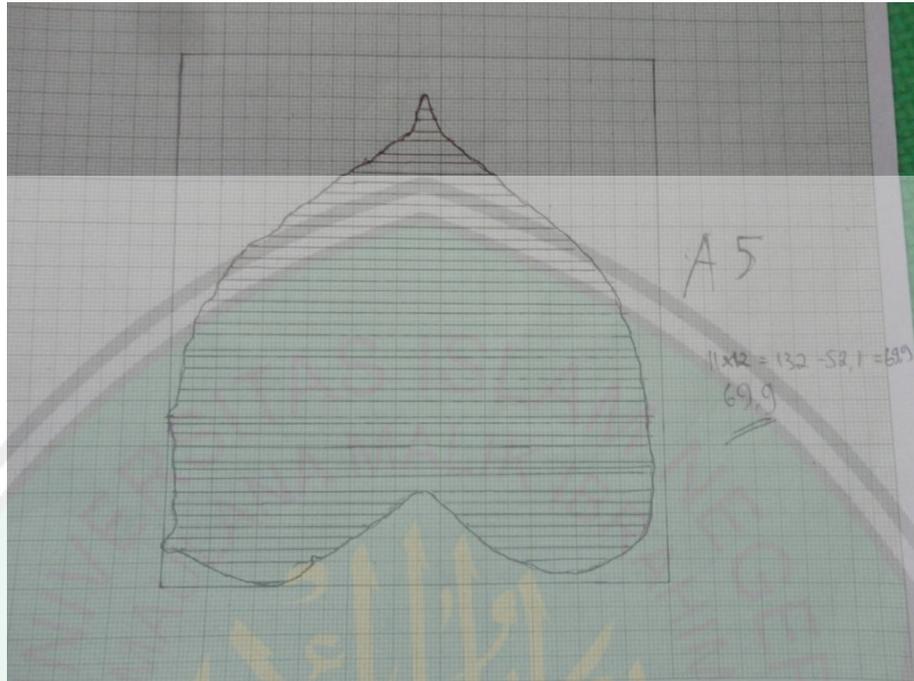
LAMPIRAN



Gambar sketsa daun ubi jalar, kode A1 dan A2



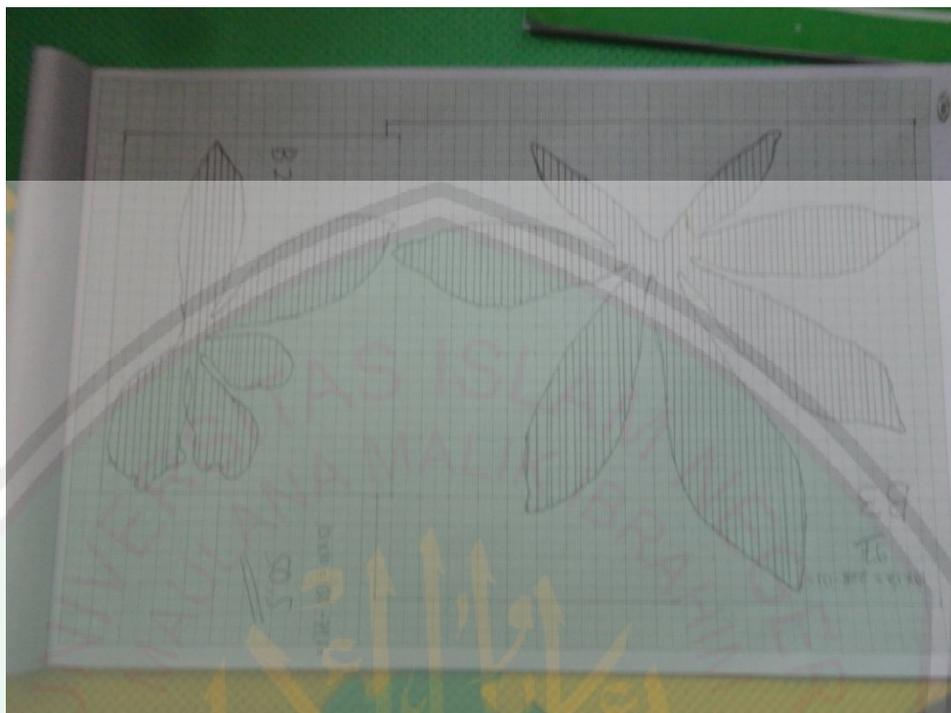
Gambar sketsa daun ubi jalar, kode A3 dan A4



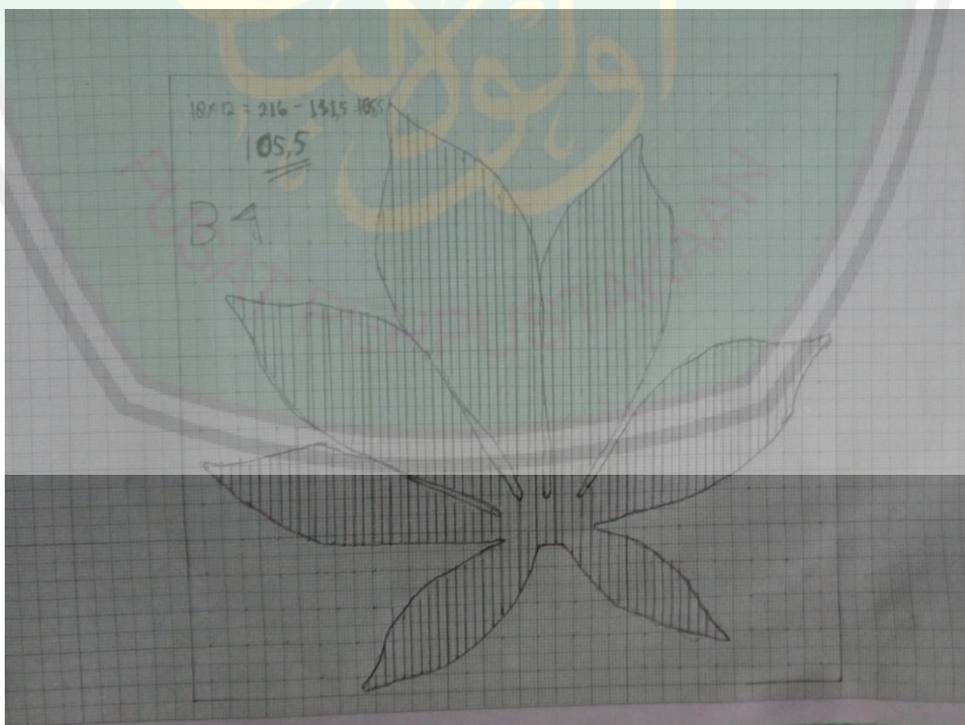
Gambar sketsa daun ubi jalar, kode A5



Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B1



Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B2 dan B3



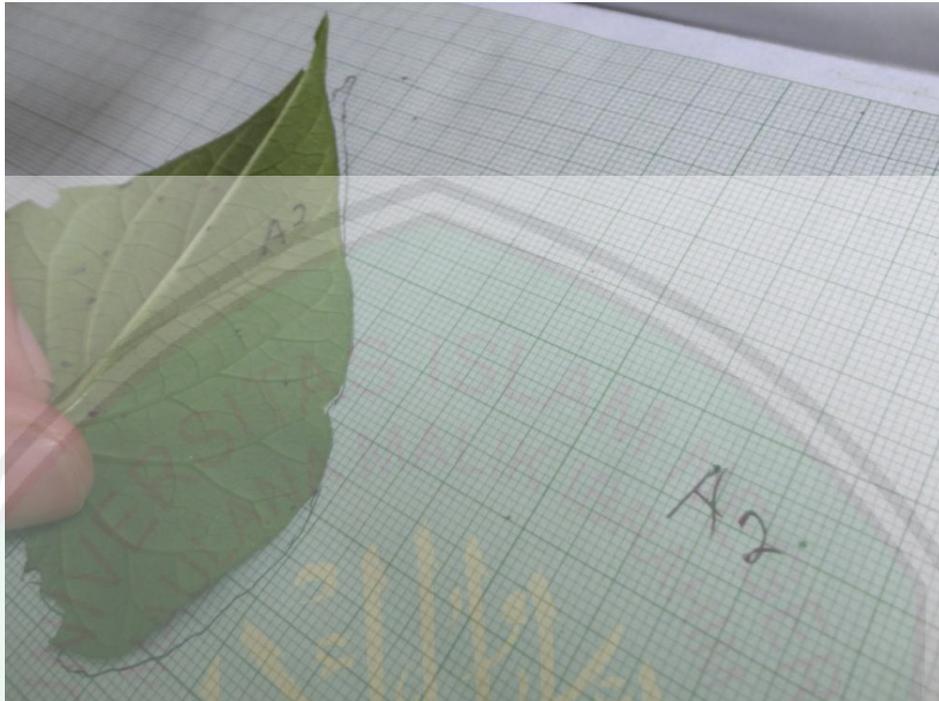
Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B4



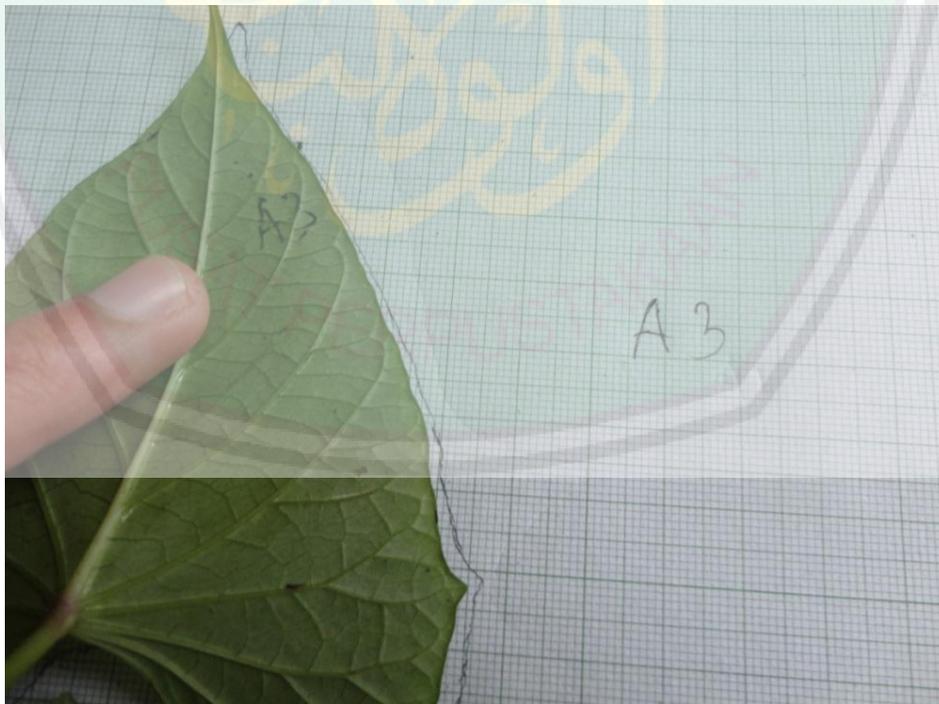
Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B5



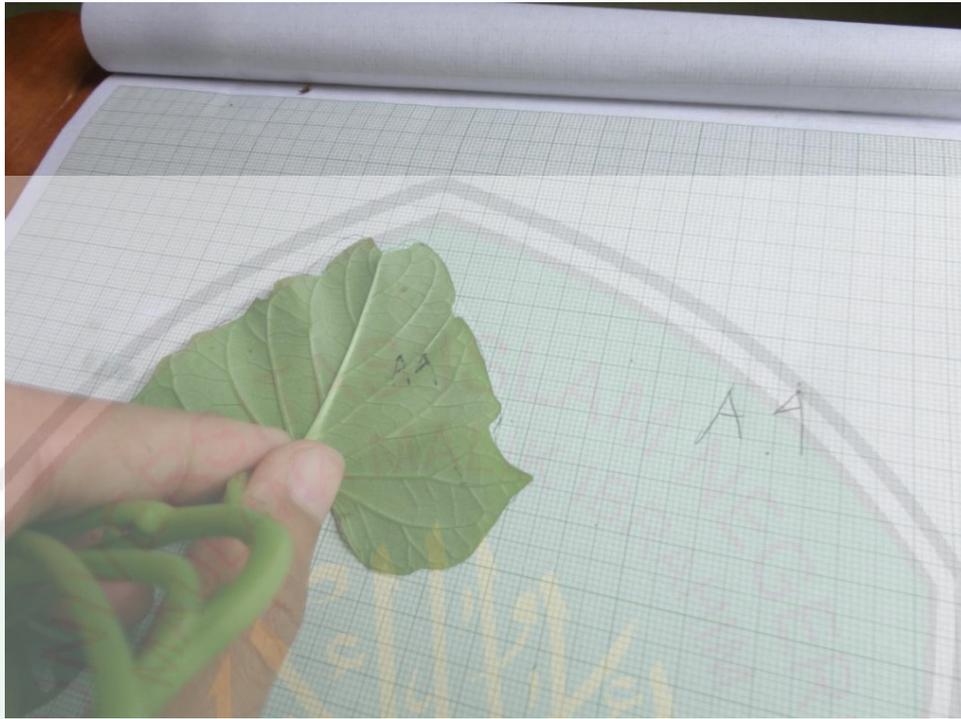
Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A1



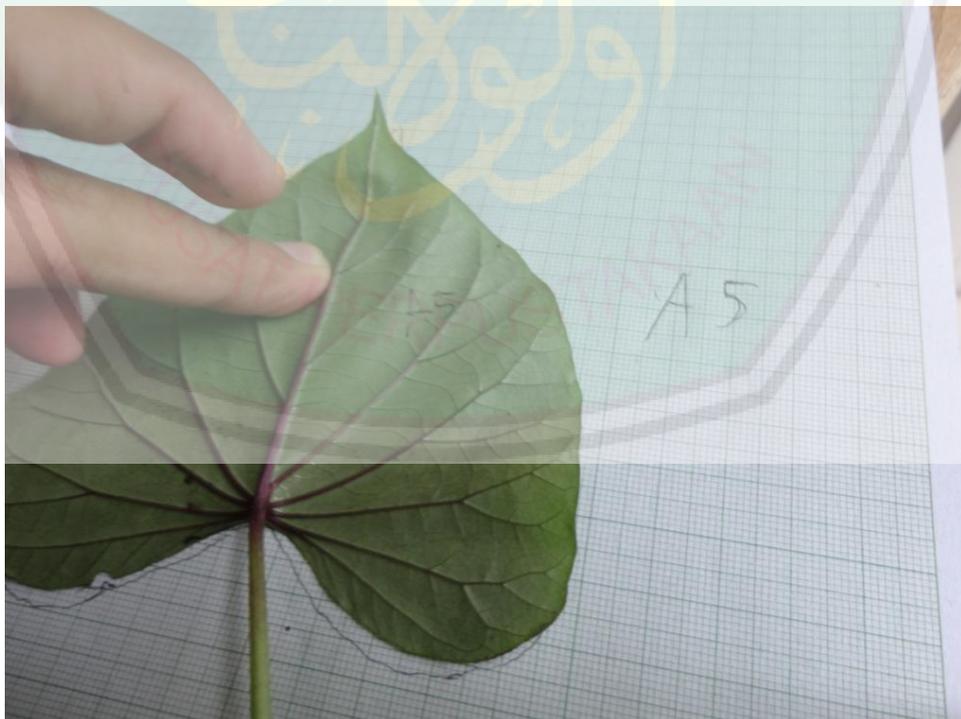
Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A2



Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A3



Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A4



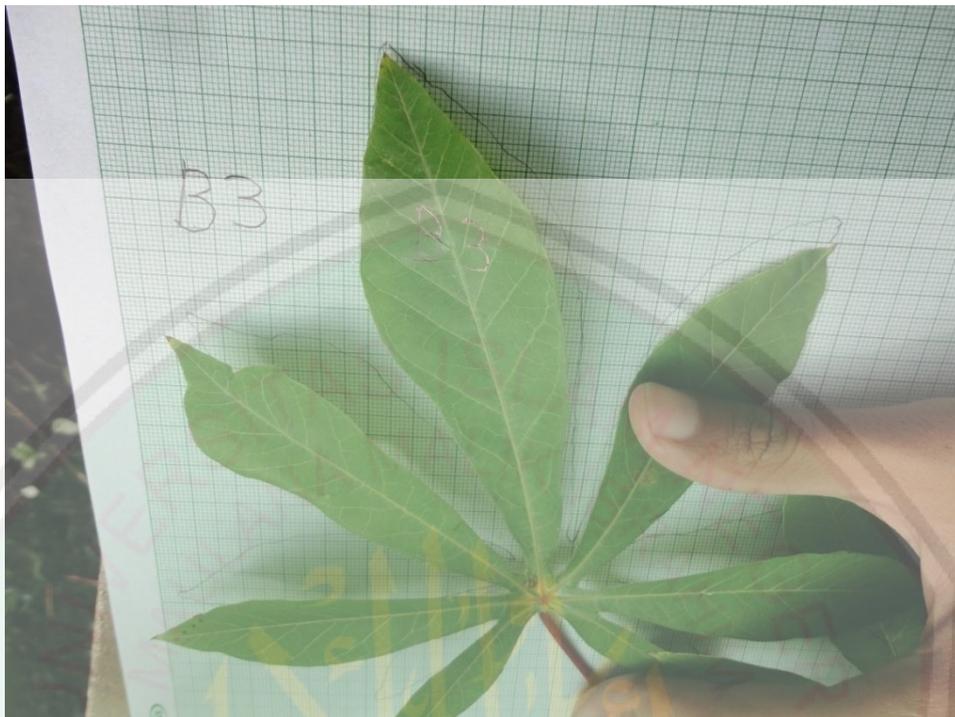
Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A5



Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B1



Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B2



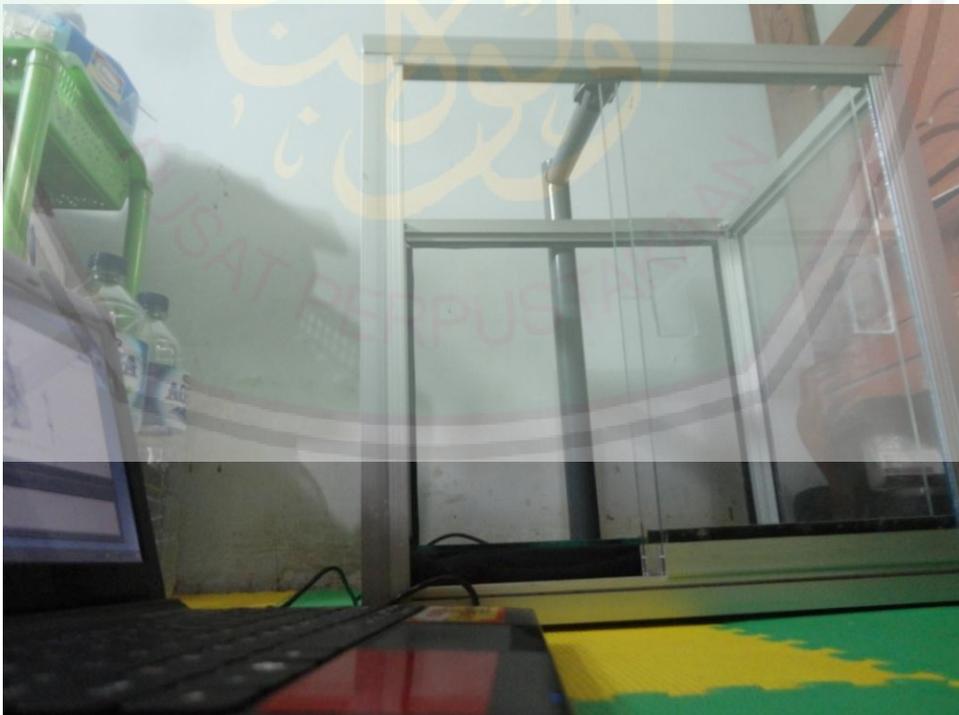
Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B3



Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B4



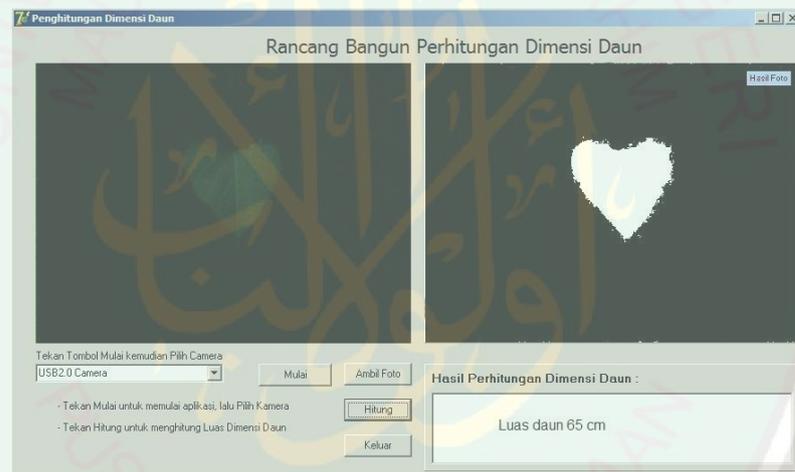
Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B5



Gambar alat pengambil foto daun tampak dari depan



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A1 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A2 dg citra digital*



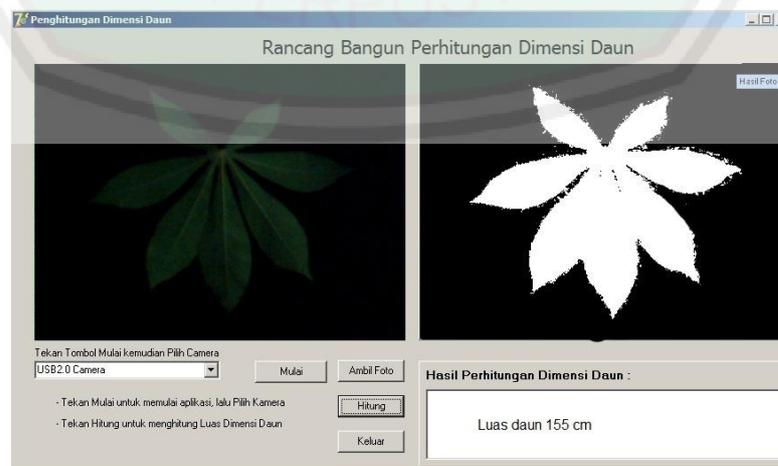
*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A3 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A4 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A5 dg citra digital*



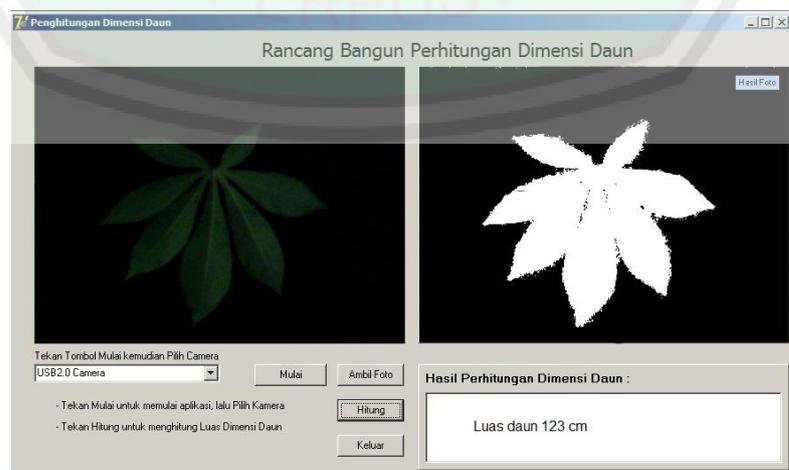
*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B1 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B2 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B3 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B4 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B5 dg citra digital*

## Daftar Pustaka

- Allamah Kamal Faqih dan Tim Ulama. 2004. Tafsir Nurul Quran: Sebuah Tafsir Sederhana Menuju Cahaya Al-Quran. Jakarta: Al-Huda.
- Al-Quran dan Terjemahannya*. Departemen Agama RI. Bandung: Diponegoro.
- Carlos Campillo, M.I. Garcí'a, C. Daza and M.H. Prieto. 2010. Study of a Non-destructive Method for Estimating the Leaf Area Index in Vegetable Crops Using Digital Images. *Paper*. Spain.
- Hery Purnomo, Mauridhi; Mustafa, Arif. 2010. Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kumar, E., Sandeep. 2012. Leaf Color, Area and Edge Features Based Approach for Identification of Indian Medicinal Plants. Department of Telecommunication Engineering JNN college of Engineering Affiliated to Vishveshvaraya Technological University Shimoga-577204, Karnataka, India.
- Mahdi M. Ali, Ahmed Al-Ani, Derek Eamus and Daniel K.Y. Tan. 2012. A New Image-Processing-Based Technique for Measuring Leaf Dimensions. *Paper*. Australia: *University of Technology Sydney (UTS)*.
- M Hafidh Fauzi1, Prof. Ir. Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D. 2010. Implementasi Thresholding Citra Menggunakan Algoritma Hybrid Optimal Estimation. *Paper*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Physiology of Crop Plants (Fisiologi Tanaman Budidaya, alih bahasa oleh Susilo, H.). Universitas Indonesia Press. Jakarta. 428 p. Harjadi, S.S. 1979. Pengantar Agronomi. Gramedia. Jakarta.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Plant Physiology, 4th ed. (Fisiologi Tumbuhan jilid 2, alih bahasa oleh Lukman, D.R. dan Sumaryono). Institut Teknologi Bandung. 173 p. Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991.
- Sanjay B. Patil. 2011. Betel Leaf Area Measurement Using Image Processing. *Paper*. Dhangawadi : Shri Chhatrapati Shivajiraje College of Engineering.
- Wahid, Abdurrahman. 2006. "Islamku Islam Anda Islam Kita". Jakarta:

## BAB V

### PENUTUP

#### 1.1 Kesimpulan

Secara garis besar rancang bangun ini berjalan baik, dan cukup kompeten dibanding alat lain. Dilihat dari hasil penghitungan, dengan nilai perbedaan hanya 13,83 % dibandingkan penghitungan manual kertas mili meter. Selain itu untuk waktu penghitungan relatif lebih cepat daripada dengan manual, di mana yang manual sampai 1 jam untuk satu buat penghitungan, dengan rancang bangun ini sekitar 5 menit untuk satu penghitungan pula.

Akan tetapi kekurangan alat ini masih terlalu besar dan susah untuk dibawa berpindah-pindah, ukurannya lebih mirip dengan akuarium kecil dan cukup berat. Selain itu bahan dari kaca membuatnya rawan rusak (pecah). Pemantulan cahaya menjadi masalah tersendiri dalam pengambilan foto obyek menggunakan alat ini. Dalam pengambilan gambar sangat peka dengan cahaya, cahaya sedikit berlebih langsung mengubah hasil dari proses *threshold* itu sendiri.

Media kain sangatlah cocok untuk menjadi alas, karena hasil pemotretan lebih bagus lagi. Kain warna hitam yang peneliti gunakan memiliki sifat menyerap cahaya, bukan memantulkannya seperti kaca. Dengan hasil seperti ini diharapkan akan bisa dikembangkan kembali penelitian ini, untuk waktu-waktu selanjutnya.

### **Saran**

Penelitian selanjutnya agaknya harus mulai memberikan nilai presisi atau akurasi perhitungan luas daun dengan metode manual lain dan juga LAM yang sudah ada. Tidak hanya sekedar membandingkan hasil penghitungan luas seperti yang dilakukan pada penelitian kali ini. Perkembangan berbasis *mobile* juga harus jadi prioritas nantinya, karena alat yang sekarang sudah terbuat kurang efisien.

Untuk obyek daun, pilih daun yang lebih menyulitkan dalam penghitungan manual, baik dari bentuk dan juga sifatnya. Selain itu juga menambahkan sampel uji coba yang lebih banyak, agar nilai semakin akurat. Semakin banyak sampel akan menunjukkan tingkat error sebenarnya pada aplikasi yang anda buat. Terpenting jangan terlalu buru-buru, pastikan semua berjalan dengan pasti, dan terencana sejak awal.

## Daftar Pustaka

Allamah Kamal Faqih dan Tim Ulama. 2004. *Tafsir Nurul Quran: Sebuah Tafsir Sederhana Menuju Cahaya Al-Quran*. Jakarta: Al-Huda.

*Al-Quran dan Terjemahannya*. Departemen Agama RI. Bandung: Diponegoro.

Carlos Campillo, M.I. Garcí'a, C. Daza and M.H. Prieto. 2010. Study of a Non-destructive Method for Estimating the Leaf Area Index in Vegetable Crops Using Digital Images. *Paper*. Spain.

Hery Purnomo, Mauridhi; Mustafa, Arif. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Kumar.E, Sandeep. 2012. Leaf Color, Area and Edge Featurs Based Approaach for Identification of Indian Medicial Plants. Department of Telecommunication Engineering JNN college of Engineering Affiliated to Vishveshvaraya Technological University Shimoga-577204, Karnataka, India.

Mahdi M. Ali, Ahmed Al-Ani, Derek Eamus and Daniel K.Y. Tan. 2012. A New Image-Processing-Based Technique for Measuring Leaf Dimensions. *Paper*. Australia: *University of Technology Sydney (UTS)*.

M Hafidh Fauzi1, Prof.Ir.Handayani Tjandrasa, M.Sc., Ph.D. 2010. Implementasi Thresholding Citra Menggunakan Algoritma Hybrid Optimal Estimation. *Paper*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

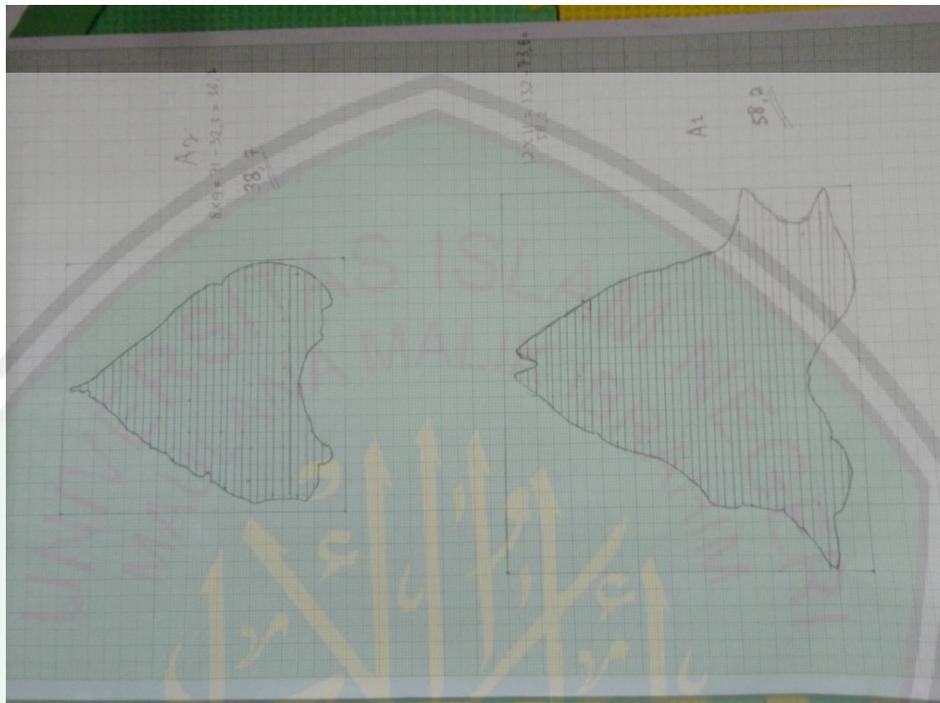
Physiology of Crop Plants (Fisiologi Tanaman Budidaya, alih bahasa oleh Susilo, H.). Universitas Indonesia Press. Jakarta. 428 p. Harjadi, S.S. 1979. *Pengantar Agronomi*. Gramedia. Jakarta.

Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Plant Physiology*, 4th ed. (Fisiologi Tumbuhan jilid 2, alih bahasa oleh Lukman, D.R. dan Sumaryono). Institut Teknologi Bandung. 173 p. Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991.

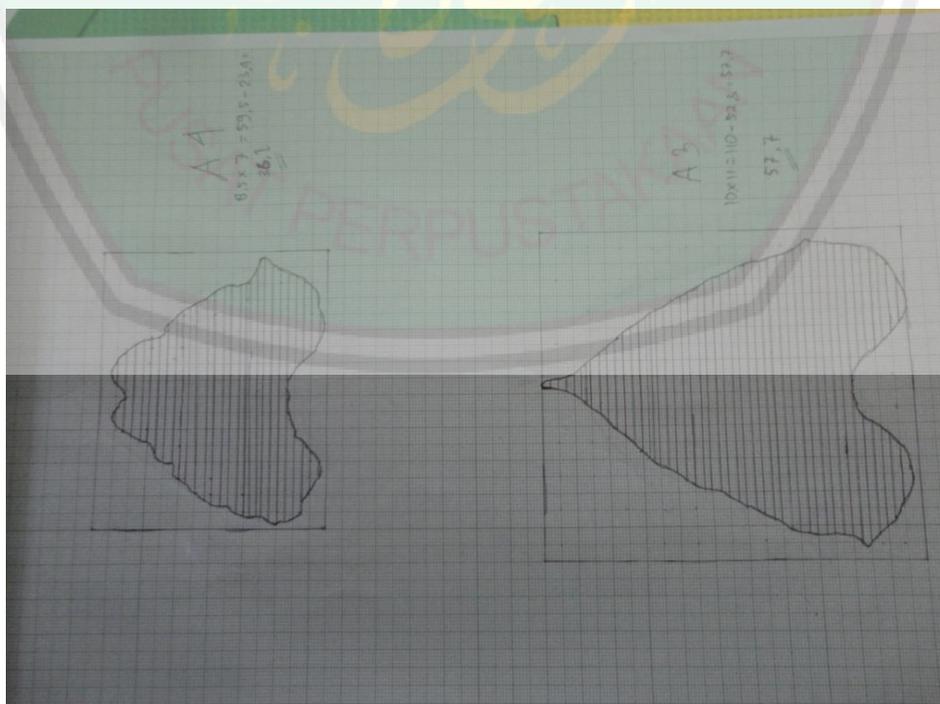
Sanjay B. Patil. 2011. *Betel Leaf Area Measurement Using Image Processing*. *Paper*. Dhangawadi : Shri Chhatrpati Shivajiraje College of Engineering.

Wahid, Abdurrahman. 2006. "Islamku Islam Anda Islam Kita". Jakarta:

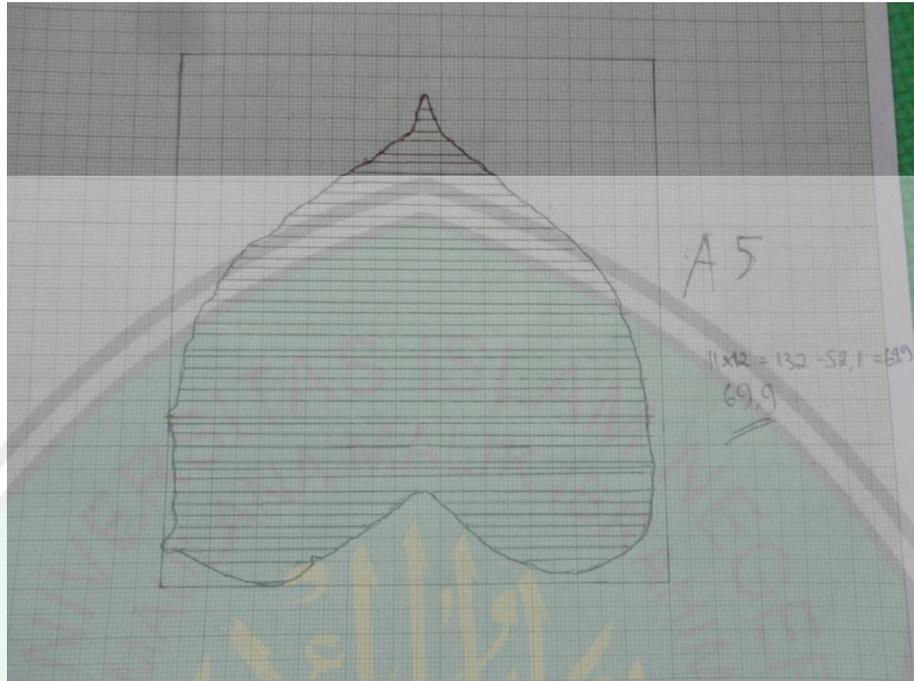
LAMPIRAN



Gambar sketsa daun ubi jalar, kode A1 dan A2



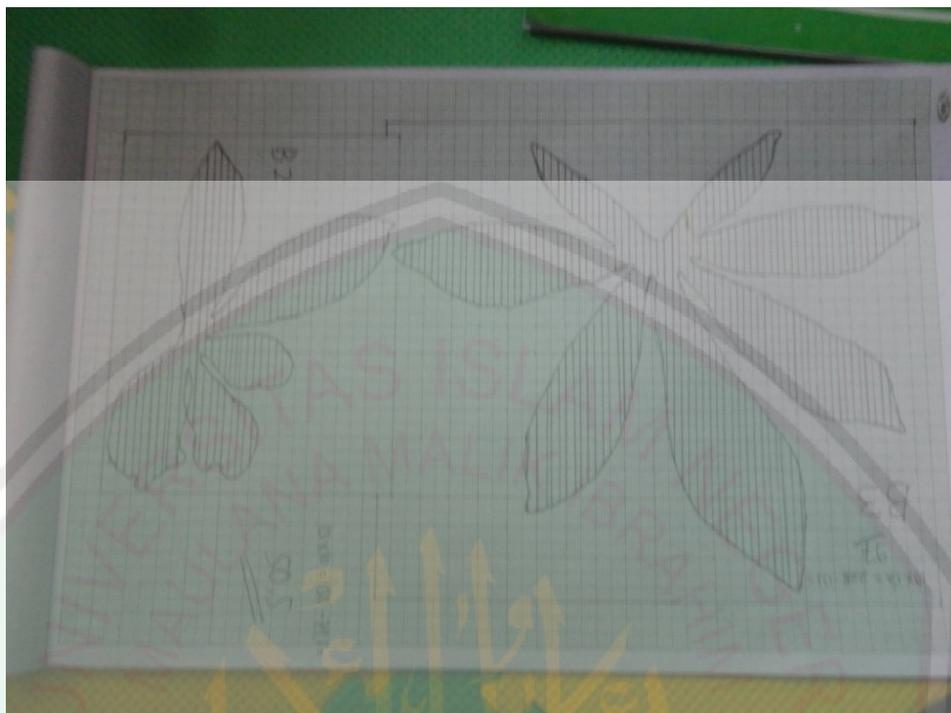
Gambar sketsa daun ubi jalar, kode A3 dan A4



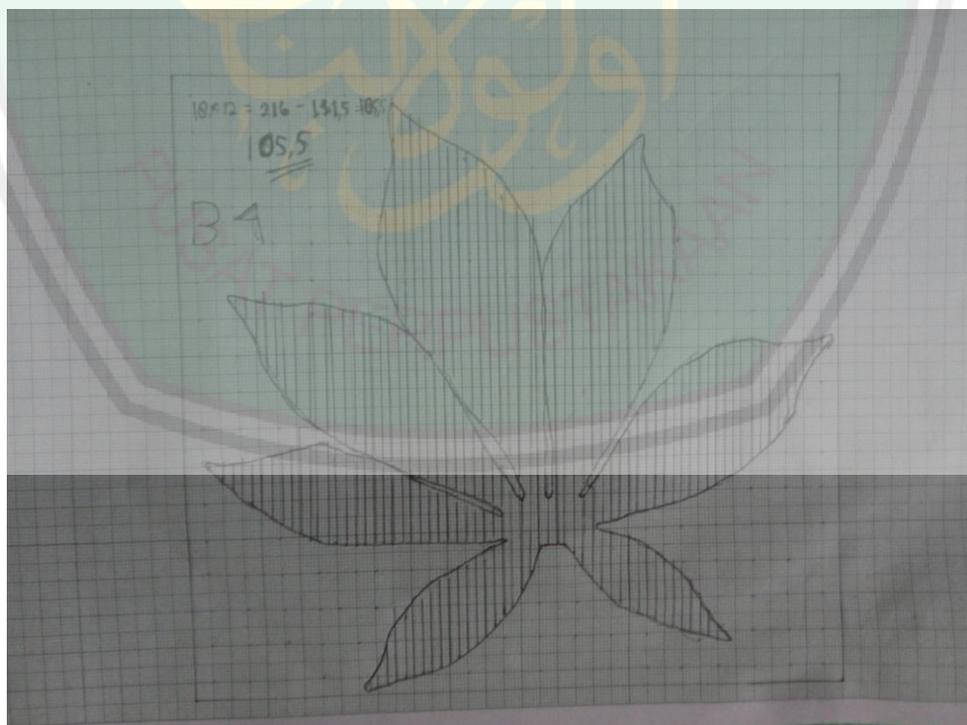
Gambar sketsa daun ubi jalar, kode A5



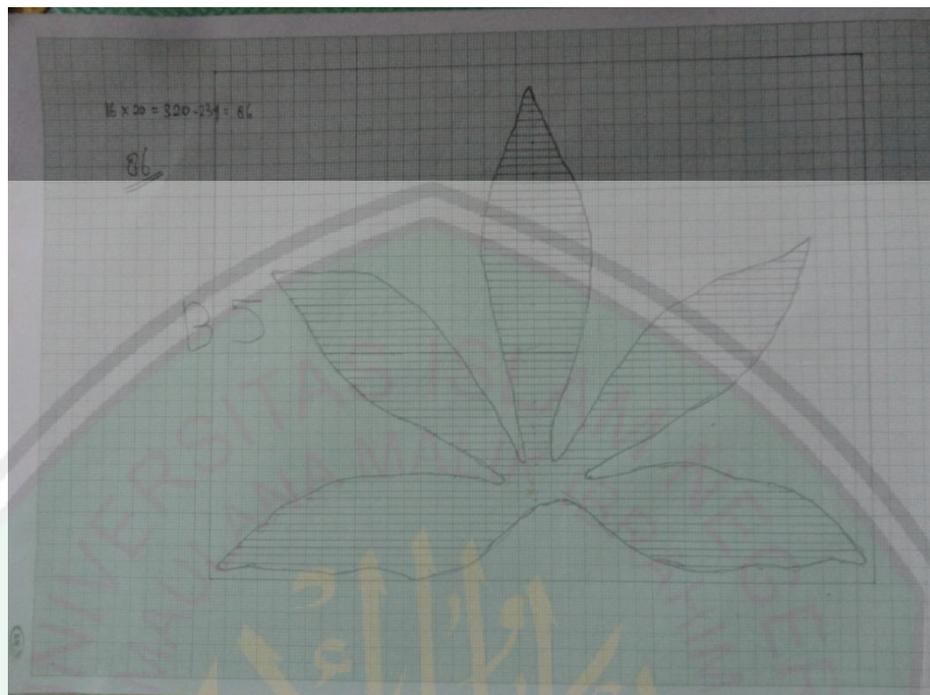
Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B1



Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B2 dan B3



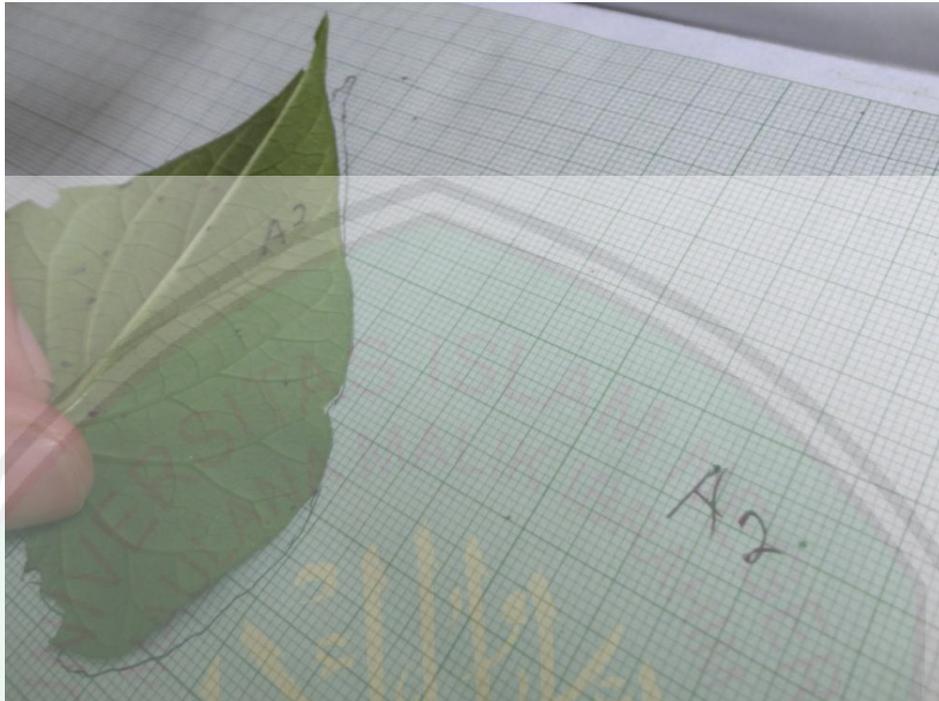
Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B4



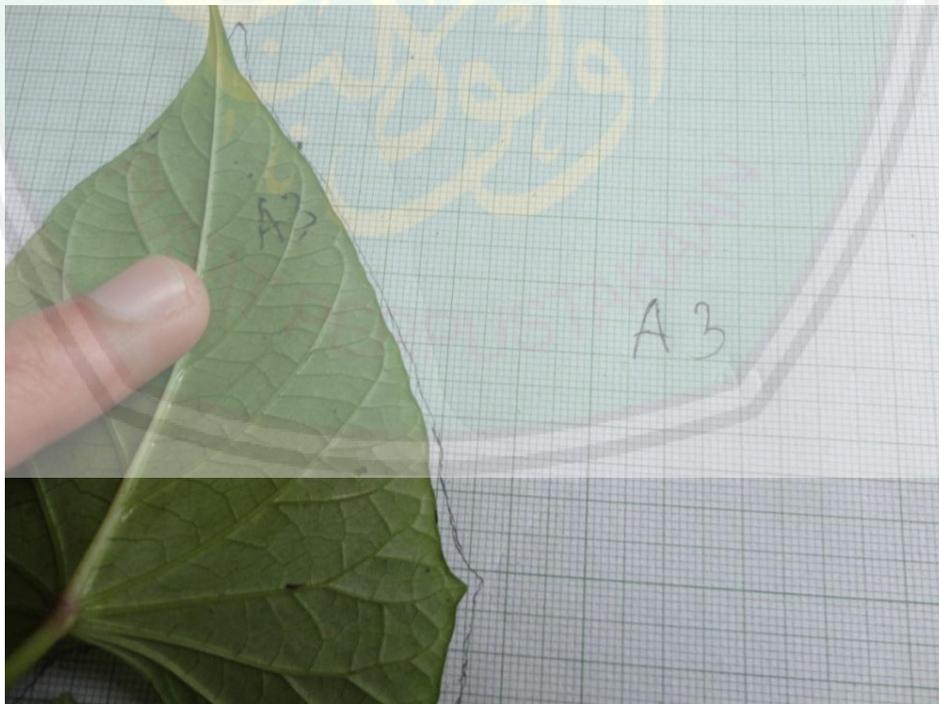
Gambar sketsa daun ketela pohon, kode B5



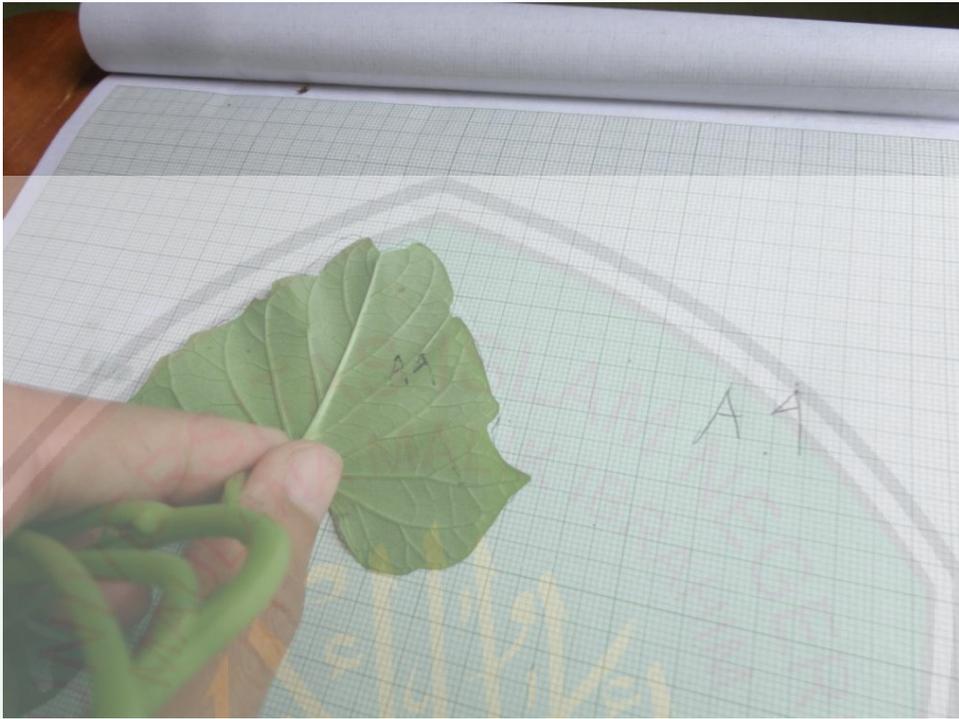
Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A1



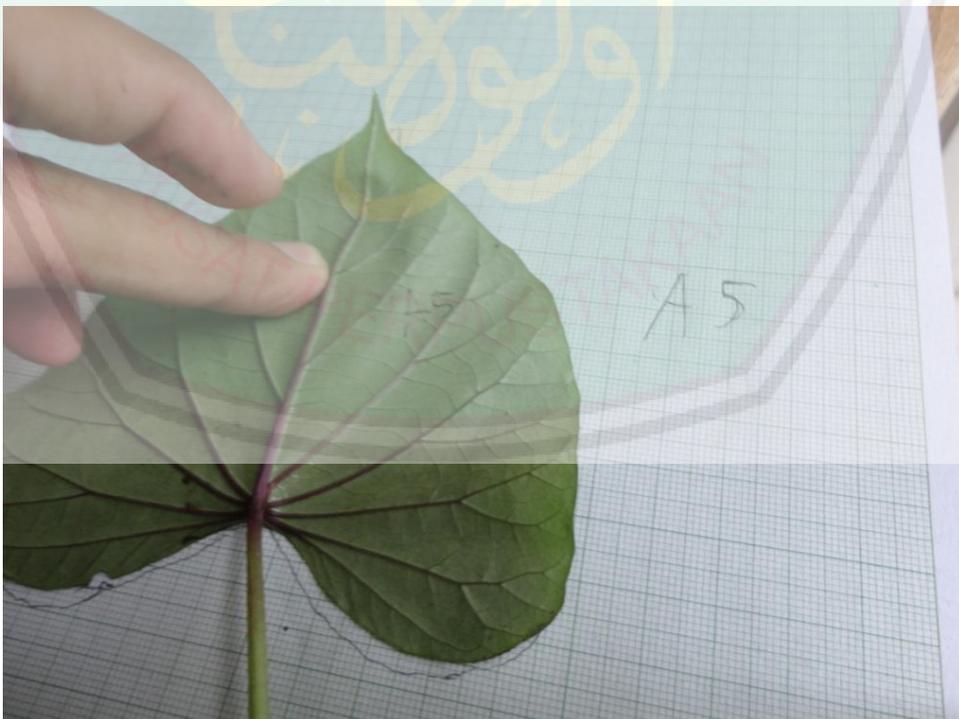
Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A2



Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A3



Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A4



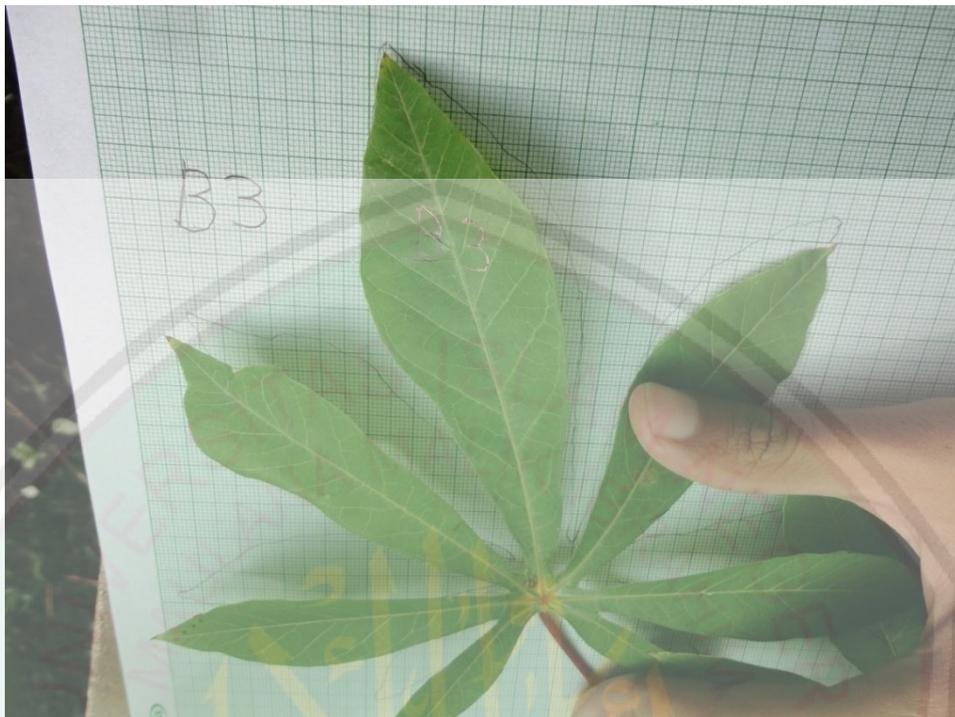
Gambar pengeblatan daun ubi jalar, no A5



Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B1



Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B2



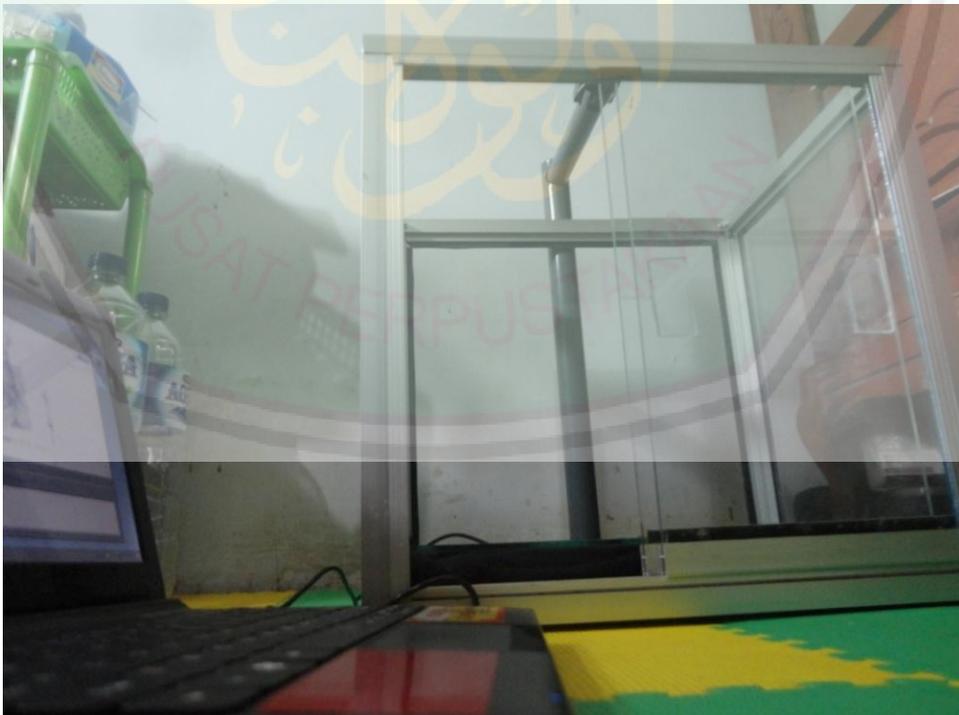
Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B3



Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B4



Gambar pengeblatan daun ketela pohon, no B5



Gambar alat pengambil foto daun tampak dari depan



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A1 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A2 dg citra digital*



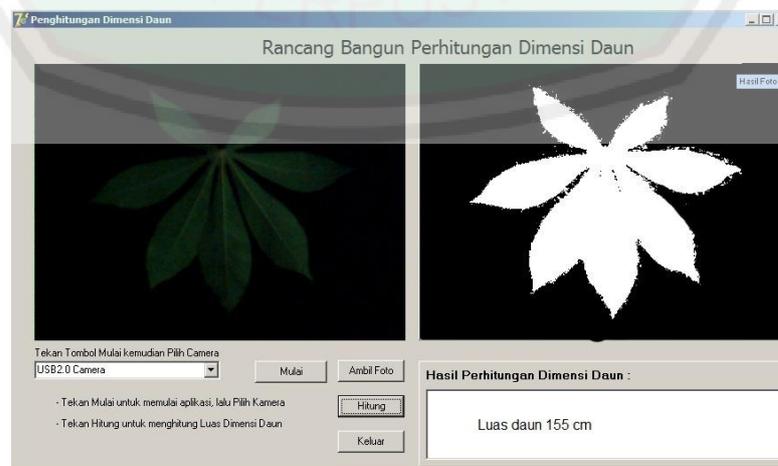
*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A3 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A4 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ubi jalar A5 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B1 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B2 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B3 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B4 dg citra digital*



*Print screen dari penghitungan luas daun ketela pohon B5 dg citra digital*