



**PERUBAHAN GEOMETRIK DAN WARNA IRISAN PISANG
TANDUK (*Musa paradisiaca*) DENGAN VARIASI
KETEBALAN SELAMA PENGERINGAN
MENGUNAKAN METODE
*IMAGE ANALYSIS***

SKRIPSI

oleh :

**Mohammad Kamil Abdillah
NIM 141710201078**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PERUBAHAN GEOMETRIK DAN WARNA IRISAN PISANG
TANDUK (*Musa paradisiaca*) DENGAN VARIASI
KETEBALAN SELAMA PENGERINGAN
MENGUNAKAN METODE
*IMAGE ANALYSIS***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh :

**Mohammad Kamil Abdillah
NIM 141710201078**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah Subhana Wa Ta'ala, puji syukur kehadiratNya yang telah memudahkan segala urusan, semoga rahmat dan hidayah selalu mengiringi setiap langkah hamba dan berilah ampunan atas segala dosa hamba;
2. Rosulullah Shallallahu 'alaihi Wa Sallam yang telah membimbing dan memperjuangkan umat manusia menjadi khalifah di bumi serta menjadi teladan untuk mencapai kebahagiaan di dunia maupun akhirat;
3. Orang tuaku tercinta,

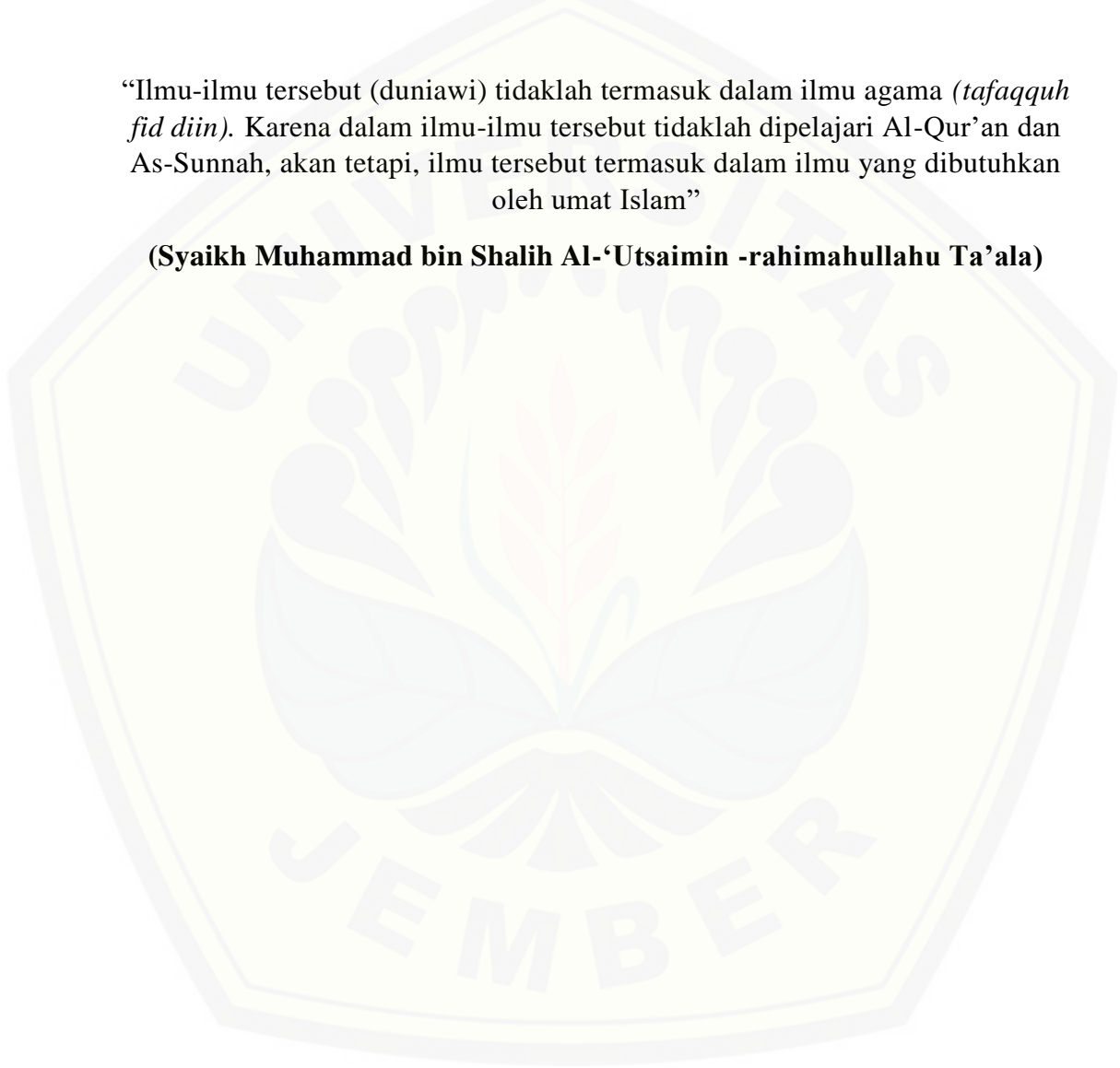
MOTTO

”Menuntut ilmu (agama) itu wajib atas setiap muslim.”

(HR. Ibnu Majah no. 224)

“Ilmu-ilmu tersebut (duniawi) tidaklah termasuk dalam ilmu agama (*tafaqquh fid diin*). Karena dalam ilmu-ilmu tersebut tidaklah dipelajari Al-Qur’an dan As-Sunnah, akan tetapi, ilmu tersebut termasuk dalam ilmu yang dibutuhkan oleh umat Islam”

(Syaikh Muhammad bin Shalih Al-‘Utsaimin -rahimahullahu Ta’ala)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Kamil Abdillah

NIM : 141710201078

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa, skripsi berjudul Perubahan Geometrik dan Warna Irisan Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Ketebalan Selama Pengeringan Menggunakan Metode *Image Analysis* merupakan hasil karya sendiri, kecuali jika ada pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan kepada instansi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi laporan ini, sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta akan mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 02 September 2018

Yang menyatakan,

Mohammad Kamil Abdillah
NIM 141710201078

SKRIPSI

**PERUBAHAN GEOMETRIK DAN WARNA IRISAN PISANG
TANDUK (*Musa paradisiaca*) DENGAN VARIASI
KETEBALAN SELAMA PENGERINGAN
MENGUNAKAN METODE
*IMAGE ANALYSIS***

Oleh

**Mohammad Kamil Abdillah
NIM 141710201078**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si.
Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M. Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perubahan Geometrik Dan Warna Irisan Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Ketebalan Selama Pengeringan Menggunakan Metode *Image Analysis*” karya Mohammad Kamil Abdillah telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 18 Oktober 2018

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

Dian Purbasari, S. Pi., M.Si.
NRP. 760016795

Tim Penguji:

Ketua Penguji

Penguji Anggota

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

Ir. Giyarto, M. Sc.
NIP. 196607181993031013

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.
NIP. 19680923 1994031009

RINGKASAN

Perubahan Geometrik dan Warna Irisan Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Ketebalan Selama Pengeringan Menggunakan Metode *Image Analysis* ; Mohammad Kamil Abdillah; 141710201078; 73 Halaman; Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pisang banyak digunakan sebagai bahan baku produk-produk industri, seperti keripik pisang. Selama pengolahan menjadi keripik, pisang mengalami perubahan, baik fisik dan kimia. Perubahan sifat yang banyak digunakan untuk penentuan mutu adalah warna. Ada beberapa metode yang digunakan dalam mengukur penyusutan bahan selama pengeringan diantaranya dengan mengukur perpindahan air dan gas, namun untuk mengukur perubahan warna diperlukan instrumen lain. Perubahan bentuk dan warna irisan pisang yang dapat diidentifikasi secara visual memungkinkan melakukan analisis menggunakan *image processing*. Tujuan penelitian adalah (1) mengetahui variabel citra yang digunakan untuk mengidentifikasi perubahan geometri dan warna (2) menganalisis hubungan antara perlakuan ketebalan dengan perubahan geometri dan warna, (3) menganalisis hubungan kadar air dengan perubahan geometri dan warna pada pengeringan irisan pisang.

Rancangan penelitian dilakukan dengan 3 variasi ketebalan, yaitu 2 mm, 3 mm dan 5 mm, dengan 3 kali ulangan setiap perlakuan. Suhu yang digunakan adalah 70° C. Variabel citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah area, perimeter, lebar, tinggi, ketebalan, indeks R, indeks G, dan indeks B.

Hasil penelitian menunjukkan hasil uji korelasi yang tinggi antara variabel kadar air dan variabel citra. Pengukuran perubahan geometrik dan warna irisan pisang selama pengeringan berdasarkan perlakuan ketebalan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, namun menunjukkan hasil berbeda nyata pada variabel perimeter. Persen *shrinkage* menunjukkan hubungan yang linier dengan kadar air. Kenaikan persen *shrinkage* pada ketiga ketebalan berkisar antara 81,81%-86,43% selama pengeringan.

SUMMARY

Geometric and Color Changes of Banana Slices (*Musa paradisiaca*) with Thickness Variations During Drying Using Image Analysis Method; Mohammad Kamil Abdillah; 141710201078; 73 Pages; Agricultural Engineering Study Program Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Banana is widely used as a raw material for industrial products, such as banana chips. During processing into chips, banana experiences physical and chemical changes. Color changes that are widely used for quality determination. There are several methods used in measuring the shrinkage of materials during drying, among the others by measuring the displacement of water and gas, but to measure the color changes other instruments are needed. The shape and color changes of banana slices during drying that can be visually identified, allows to analyze using image processing. The research objectives were (1) to find out the image variables used to identify the shape and color changes (2) to analyze the relationship between thickness treatment with geometry and color changes, (3) to analyze the relationship of water content geometry and color changes from banana slices during drying.

The treatment were 3 thickness variations (2 mm, 3 mm, 5 mm) with 3 replications. The temperature used was 70° C. Image variables used in this research were area, perimeter, width, height, thickness, index R, index G, and index B.

The results showed a high correlation between the water content and image variables. Geometry and color changes measurement of banana slices during drying based on thickness treatment were not significantly different, but showed significantly different results on perimeter variables. Shrinkage percentages showed a linear relationship with the water content. The increased in percent shrinkage of all three thicknesses ranged from 81.81% - 86.43% during drying.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Subhana Wa Ta'ala atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Pengeringan Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca*) Berdasarkan Perubahan Geometrik dan Warna Menggunakan Metode *Image Analysis*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibunda Azizah, Ayahanda Soekaryadi, dan Kakakku Mohammad Iqbal Ardiansyah serta segenap keluarga besar yang telah memberikan dorongan dan doa serta motivasi demi terselesaikannya skripsi ini;
2. Dr. Dedy Wirawan, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dosen Pembimbing Akademik dan Komisi Bimbingan yang telah membimbing selama masa kuliah hingga penyelesaian skripsi ini;
3. Dian Purbasari, S. Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Penguji yang telah mengavaluasi dan memberikan masukan dalam penyempurnaan naskah skripsi ini;
5. Ir. Giyarto, M. Sc., selaku Penguji Anggota yang telah mengavaluasi dan memberikan masukan dalam penyempurnaan naskah skripsi ini;
6. Segenap dosen, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah banyak membantu dalam proses menuntut ilmu;
7. Tim Magang Irigasi 2014, Bagus Fiqri Sampurna, Rocky Andrianto, I Gede Ligar Dirgantara, Rofi Yanuar Asmi, Ibnu Sa'im, Muhammad Derajat Karim, Muhammad Faqih Zainur Rahman, Dwi Putra Ardani, Yaumil Zahro, Siska Suryaningtyas, Mohammad Kholilur Rohman dan Rosalina Sekar Arumsari, yang telah berjuang bersama dalam pengerjaan Proyek Irigasi Situbondo;

8. Sahabat-sahabatku TEP-A 2014 yang telah berjuang bersama untuk menggapai gelar sarjana;
9. Teman-teman Mahasiswa FTP angkatan 2014 yang selalu LUAR BIASA;
10. UKM-KI KOSINUS TETA dan HMJ IMATEKTA FTP UNEJ sebagai keluarga baru dan wadah mengembangkan diri dibidang non akademik;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan, terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 02 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pisang Tanduk (<i>Musa paradisiaca</i>)	3
2.2 Pengeringan.....	5
2.3 <i>Browning</i>	7
2.3.1 <i>Enzymatic Browning</i>	7
2.3.2 <i>Non Enzymatic Browning</i>	7
2.4 Kadar Air	8
2.5 <i>Image Processing</i>	8
2.6 <i>Thresholding</i>	9
2.7 Segmentasi Citra.....	9
2.8 Indeks Bentuk	9
2.9 Pengolahan Warna	10
2.10 <i>Shrinkage</i>	11
2.15 Analisis Regresi Linier	11
2.16 Analisis Korelasi	12
2.17 Analisis Varians Satu Arah	12
2.18 Penelitian Terdahulu	13
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	15

3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.3 Pelaksanaan Penelitian	15
3.3.1 Persiapan Sampel.....	17
3.3.2 Penentuan Kadar Air Awal.....	17
3.3.3 <i>Image Acquisition</i>	17
3.3.4 Pengeringan Sampel	17
3.3.5 Pengukuran Kadar air dan Massa Bahan.....	18
3.3.6 Pengambilan citra irisan pisang.....	18
3.3.7 Pengolahan citra	18
3.3.8 Analisis Data	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil Pengukuran Kadar Awal	20
4.2 <i>Image Acquisition</i>	20
4.3 Citra Irisan Pisang	20
4.4 Program Pengolahan Citra Irisan Pisang	21
4.5 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>)	22
4.6 Proses Ekstrasi Citra	23
4.7 Laju Pengeringan Irisan Pisang	25
4.8 Analisis Statistik Variabel Citra Pengukuran Perubahan Geometri dan Warna	27
4.8.1 Hubungan Kadar Air Bahan dengan Variabel Citra.....	27
4.8.2 Analisis Varian Variabel Citra	41
BAB 5. PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Interpretasi nilai koefisien korelasi	12
4.1 Hasil pengukuran kadar air awal	19
4.2 Hasil pengukuran area dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	28
4.3 Hasil pengukuran tinggi dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	28
4.4 Hasil pengukuran lebar dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	28
4.5 Hasil pengukuran <i>roundness</i> dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	31
4.6 Hasil pengukuran ketebalan dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	32
4.7 Hasil pengukuran perimeter dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	33
4.8 Hasil pengukuran indeks <i>blue</i> dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	35
4.9 Hasil pengukuran indeks <i>green</i> dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	35
4.10 Hasil pengukuran indeks <i>red</i> dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	36
4.11 Hasil pengukuran <i>shrinkage</i> dan kadar air irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	38
4.12 Koefisien korelasi <i>shrinkage</i> irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	40
4.13 Analisis varian variabel area irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan	

2 mm, 3 mm dan 5 mm	40
4.14 Analisis varian variabel tinggi irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm	40
4.15 Analisis varian variabel lebar irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm	41
4.16 Analisis varia variabel perimeter irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm	41
4.17 Analisis varian variabel indeks <i>blue</i> irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm	42
4.18 Analisis varian variabel indeks <i>green</i> irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm.....	42
4.19 Analisis varian variabel indeks <i>red</i> irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm.....	42

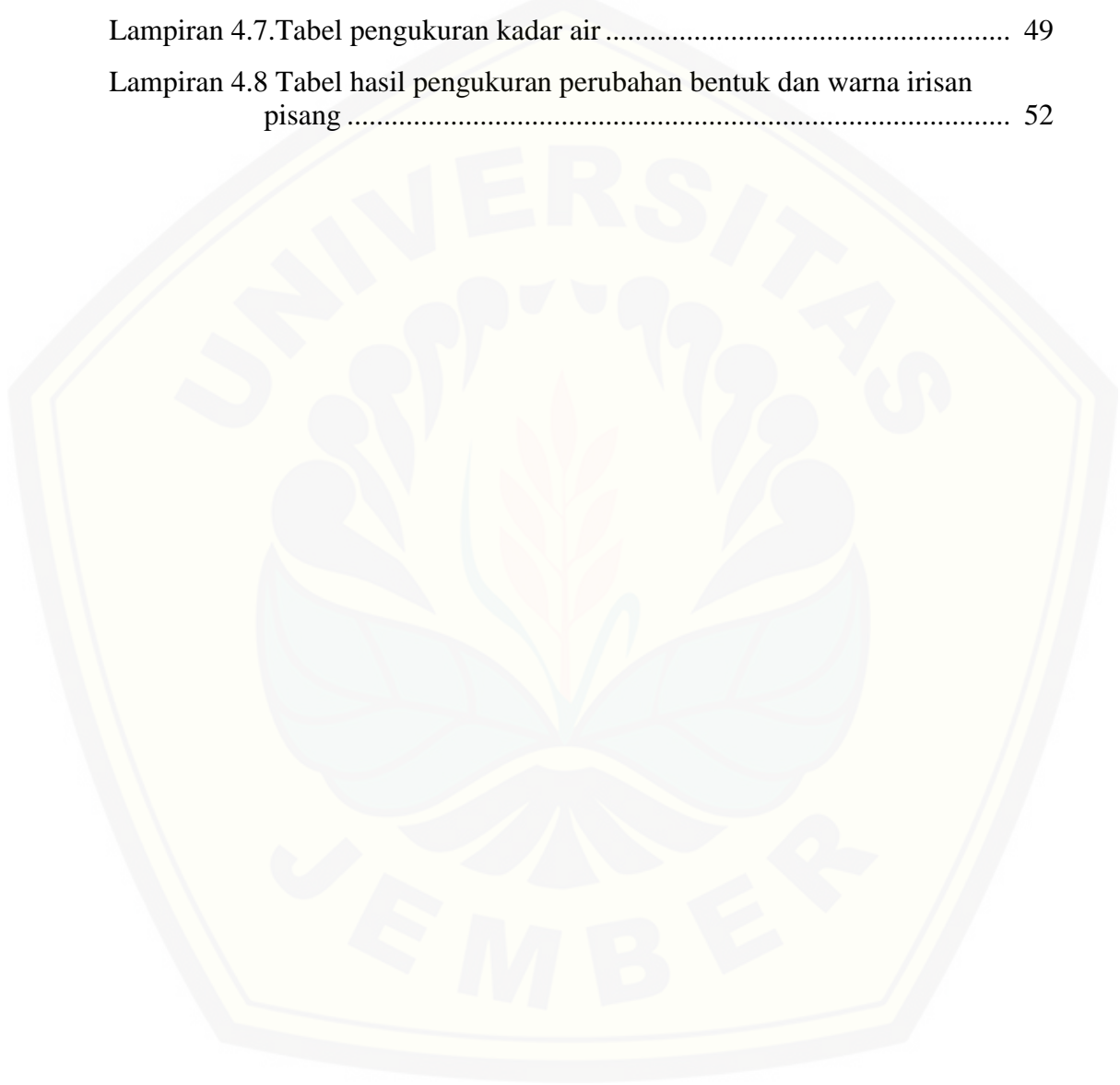
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kurva laju pengeringan.....	6
3.1 Diagram alir penelitian.....	15
4.1 Citra irisan pisang tanduk dikeringkan dengan suhu 70° C selama 0, 100, 200, 300, 500, 700 dan 900 menit.....	20
4.2 Citra ketebalan irisan pisang tanduk dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm	20
4.3 Tampilan pengolahan citra irisan pisang.....	21
4.4 Grafik sebaran nilai R, G, dan B pada obyek dan <i>background</i>	22
4.5 Citra biner hasil thresholding irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70° C.....	22
4.6 Perhitungan tinggi irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70° C.....	23
4.7 Perhitungan lebar irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70° C.....	23
4.8 Tampilan file. txt nilai variabel citra.....	25
4.9 Laju pengeringan irisan pisang tanduk pada suhu 70°C selama 900 menit	26
4.10 Grafik hubungan kadar air dan area irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda	29
4.11 Grafik hubungan kadar air dan tinggi irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	30
4.12 Grafik hubungan kadar air dan lebar irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	30
4.13 Grafik hubungan kadar air dan <i>roundness</i> irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	31
4.14 Grafik hubungan kadar air dan ketebalan irisan tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	33
4.15 Grafik hubungan kadar air dan perimeter irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	34

4.16 Grafik hubungan kadar air dan indeks <i>blue</i> irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	36
4.17 Grafik hubungan kadar air dan indeks <i>green</i> irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	37
4.18 Grafik hubungan kadar air dan indeks <i>red</i> irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan variasi ketebalan irisan yang berbeda.....	37
4.19 Grafik hubungan kadar air dan <i>shrinkage</i> pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan ketebalan irisan 2 mm	38
4.20 Grafik hubungan kadar air dan <i>shrinkage</i> irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan ketebalan irisan 3 mm	39
4.21 Grafik hubungan kadar air dan <i>shrinkage</i> irisan pisang tanduk yang dikeringkan pada suhu 70°C dengan ketebalan irisan 3 mm.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 4.5. Sebaran nilai RGB pembentuk citra obyek dan <i>background</i>	48
Lampiran 4.7. Tabel pengukuran kadar air	49
Lampiran 4.8 Tabel hasil pengukuran perubahan bentuk dan warna irisan pisang	52



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pisang merupakan buah yang berasal dari kawasan Asia Tenggara dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Jumlah produksi pisang meningkat dari 60 ton/ Ha pada tahun 2012 sampai 85,65 ton/ Ha pada tahun 2016 (BPS dan Direktorat Jenderal Hortikultura, 2016). Pisang banyak digunakan sebagai bahan baku produk-produk industri, seperti keripik pisang. Jenis pisang yang biasa digunakan untuk membuat keripik adalah pisang tanduk (*Musa paradisiaca*). Keripik pisang merupakan produk agroindustri yang menggunakan metode pengeringan dalam pembuatannya, yaitu metode untuk mengawetkan bahan makanan dengan menurunkan kadar air sampai mikroorganisme tidak bisa berkembang.

Selama proses pengeringan akan terjadi perubahan bentuk sebagai akibat dari penurunan kadar air. Perubahan sifat fisik bahan tersebut dapat diidentifikasi secara visual, namun identifikasi secara visual masih bersifat subyektif. Sangat sulit untuk mengidentifikasi perubahan bentuk dan warna yang terjadi selama pengeringan terlebih dengan perlakuan yang berbeda. Ada beberapa metode yang digunakan dalam mengukur penyusutan bahan selama proses pengeringan diantaranya dengan mengukur perpindahan air dan gas, namun untuk pengukuran warna diperlukan instrumen lain untuk mengukurnya.

Oleh karena itu diperlukan alternatif untuk menganalisis perubahan dari geometri dan warna secara langsung dengan waktu singkat pada pengeringan irisan pisang tanduk. *Image processing* (pengolahan citra) dapat digunakan sebagai alternatif dalam menganalisis perubahan geometri dan warna pada proses pengeringan irisan pisang tanduk. *Image processing* adalah proses pengolahan dan proses analisa citra yang banyak melibatkan persepsi visual (Ahmad, 2005:4). Nadian *et al.* (2014) melakukan penelitian pada penyusutan dan perubahan bentuk pada irisan apel selama pengeringan menunjukkan hubungan yang linier antara variabel shrinkage dan kadar air. *Image analysis* berhasil diaplikasikan untuk mengukur perubahan bentuk irisan apel selama pengeringan. Perubahan geometri dan warna pada proses pengeringan irisan pisang tanduk dapat dianalisis

menggunakan analisa citra secara detail dengan mendeteksi piksel pada objek, sehingga diperoleh akurasi yang tinggi dalam waktu yang singkat.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Variabel citra apakah yang dapat digunakan untuk mengukur perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk selama pengeringan pada suhu 70°C ?
- b. Bagaimana pengaruh antara perlakuan ketebalan dengan perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk selama pengeringan pada suhu 70°C ?
- c. Bagaimana hubungan kadar air dengan perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk selama pengeringan pada suhu 70°C ?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini yaitu mempelajari perubahan geometrik dan warna pada pengeringan irisan pisang tanduk dengan perlakuan ketebalan dengan menggunakan metode *image analysis*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mengetahui variabel citra yang dapat digunakan untuk mengukur perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk selama pengeringan pada suhu 70°C .
- b. Menganalisis perlakuan ketebalan terhadap perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk irisan pisang tanduk selama pengeringan pada suhu 70°C .
- c. Menganalisis hubungan kadar air dengan perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk irisan pisang tanduk selama pengeringan pada suhu 70°C .

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pelaku industri keripik pisang tanduk terkait perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk selama pengeringan berdasarkan perubahan variabel citra.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca*)

Nama genus musa dianggap berasal dari nama arab untuk tanaman (*mouz*) yang dikhususkan untuk menghormati Antoniou Musa (63-14 SM), dokter untuk Octavius Augustus, kaisar pertama Roma. Nama pisang tanduk berasal dari bahasa arab banan yang berarti jari. Genus Musa adalah anggota famili *Musaceae*. Berdasarkan jumlah kromosom Genus Musa dibedakan menjadi musa yaitu Calimusa dan Musa. Pisang tanduk termasuk dalam genus Musa dengan nama spesies *Musa paradisiaca* (Department of Health, 2016). Pisang Tanduk berukuran besar dan bentuknya menyerupai tanduk. Buah matang memiliki warna kulit buah coklat kemerahan berbintik-bintik dan warna daging buahnya kuning kemerahan. Pisang jenis ini hanya cocok untuk pisang olahan. Berat setiap tandan berkisar antara 7-10 kg yang terdiri atas tiga sisir, dan setiap sisir berisi paling banyak sekitar 10 buah. Ukuran buah pisang tanduk termasuk besar, yaitu panjang 25,3-30,9 cm, lingkaran buah 13,6- 15,2 cm dengan berat buah 247,4-346,3 g, daging buah berkisar 113-199 g. Pisang Tanduk sebaiknya dipanen saat sudah tua, yaitu sekitar 105-120 hari setelah bunga mekar, karena memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang berada pada kondisi maksimum. Pada saat mentah memiliki kadar karbohidrat 30-33,2% dan setelah matang menjadi 25,6-29,7% (karbohidrat) atau gula total: 22,1-30,5% .

Pisang Tanduk sangat cocok diolah menjadi keripik, buah dalam sirup, aneka olahan tradisional (pisang goreng, rebus) dan tepung. Persentase daging buah sekitar 73% karena bagian kulitnya cukup tebal (Prabawati *et al.*, 2008). Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (2004) menyatakan buah pisang memiliki kandungan vitamin A yang cukup tinggi sebesar 0.003-1.0 mg per 100 g, terutama pada Pisang Tanduk. Menurut Edison dan Hermanto (2012) setiap 100 gr daging buah pisang mengandung 19,6-23% gula total, 396 mg kalium, 1 mg natrium, 0,54 Niasin, 21,8 mg Mg, 0,5 mg serat, 1,2% protein, 0,48 lemak, 23,43% karbohidrat, 9,1 mg vitamin C, 81 IU vitamin A, thiamin (B1) 0,05 mg, dan Riboflavin (B2) 0,1 mg. Pisang juga mengandung asam-asam yaitu meliputi asam malat, asam sitrat dan asam oksalat. Saat pisang masih mentah asam organik

utamanya adalah asam oksalat, tetapi setelah tua dan matang asam organik yang utama adalah asam malat. Sementara itu, pH menurun dari 5.4 (mentah) menjadi 4.5 ketika pisang menjadi matang (Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2004). Pisang tanduk atau lebih dikenal di daerah Lumajang dengan nama pisang agung (*Musa paradisiaca* var. *Typica*, AAB group) merupakan salah satu jenis pisang golongan *plantain* yang diunggulkan. Pisang jenis *plantain* memiliki kandungan pati dan amilosa yang cukup tinggi sehingga sesuai untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi produk pangan fungsional (Abdillah, 2010).

Ketidakeragaman umur panen merupakan kendala keseragaman kematangan, untuk menyeragamkan kematangan tersebut, dipacu dengan etilen. Pisang yang dipacu kematangannya, umur simpannya menjadi lebih pendek. Pisang termasuk buah klimaterik dimana perubahan-perubahan fisikokimia akan terjadi dengan cepat pada fase klimaterik. Masa simpan pisang yang telah mencapai fase klimaterik relatif singkat (Suprayatmo *et al.*, 2005). Selama proses pascapanen, pisang mengalami beberapa perubahan fisikokimia yang mempengaruhi kualitas (Wills *et al.*, 1989). Perubahan-perubahan selama proses pematangan yang terjadi akibat adanya proses-proses fisikokimia antara lain :

- a. Penyusutan bobot pada buah dipengaruhi oleh hilangnya cadangan makanan karena proses respirasi. Respirasi merupakan metabolisme utama yang terjadi pada buah setelah panen. Dalam proses respirasi terjadi pemecahan senyawa kompleks (karbohidrat, lemak, dan protein) menjadi senyawa sederhana (CO_2 , air, dan energi). Selama berlangsungnya proses respirasi, pisang banyak menggunakan O_2 dan kehilangan substrat (Kader, 1992).
- b. Hilangnya air dalam buah dapat juga mempengaruhi laju susut bobot buah. Semakin besar kehilangan air maka semakin besar pula susut bobot. Hilangnya air tersebut disebabkan adanya proses transpirasi pada kulit buah yang berpengaruh juga terhadap rasio bobot daging per kulit buah (Paul, 1993).
- c. Pada saat pemasakan, kulit buah mengalami degradasi klorofil sehingga terjadi perubahan warna kulit buah dari hijau menjadi kuning. Perubahan warna ini

disebabkan oleh munculnya zat karetenoid yang tidak tertutupi klorofil lagi (Pantastico *et al.*, 1989).

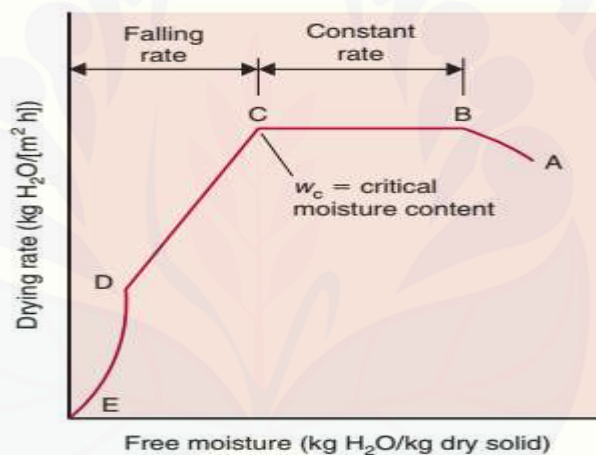
d. Selama proses pemasakan, total asam tertitrasi buah terus meningkat sehingga mengakibatkan turunnya pH buah. Peningkatan akan terus berlangsung sampai titik maksimum kemudian mengalami penurunan sedikit sejalan dengan masaknya buah. Peningkatan kadar asam ini karena buah mensintesis asam oksalat dalam jumlah yang berlebih pada waktu masih hijau dan asam malat pada waktu berwarna kuning (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

f. Pisang setelah dipanen mengalami perubahan kekerasan buah. Tekstur daging buah secara bertahap mengalami perubahan dari tekstur keras pada waktu mentah menjadi lunak pada waktu masak. Daging buah menjadi empuk karena adanya degradasi zat pektin dan hemiselulosa (Winarno dan Aman, 1981).

2.2 Pengerinan

Pengerinan adalah operasi kompleks yang melibatkan transfer panas dan masa dengan beberapa tahapan prosesnya, seperti transformasi fisik dan kimia yang menyebabkan kualitas produk selama mekanisme pindah panas dan massa. Perubahan fisik yang terjadi termasuk, penyusutan, *puffing*, dan kristalisasi. Pada beberapa kasus, reaksi kimia atau biokimia yang diharapkan dan yang tidak diharapkan mungkin terjadi yang akan berdampak pada warna, tekstur dan aroma atau sifat lainnya dari produk solid (Mujumdar, 2011: 2). Kandungan air pada bahan terdiri atas air bebas dan air terikat. Air bebas adalah air yang terdapat di permukaan bahan dan air yang terikat adalah air yang ada di dalam bahan. Kadar air bahan adalah kandungan air bebas dan terikat yang ada pada bahan (Henderson dan Perry, 1976). Pada proses pengerinan air yang dikeluarkan pertama kali adalah air bebas kemudian air terikat. Air yang bebas cenderung lebih mudah untuk dilepaskan dibanding air yang terikat sehingga laju pengerinan akan berbeda tergantung dari kadar air bahan. Penyusutan (*shrinkage*) adalah fenomena yang diharapkan dari pengerinan bahan pangan seperti buah dan sayuran, pengerinan berhubungan dengan penyusutan. Tingkat yang berbeda dari proses pengerinan pada tahap awal pengerinan, disebabkan kondisi pengerinan yang berbeda dan

jenis koagulan yang terlibat (Chen dan Mujumdar, 2008:15). Menurut Shing (2009), penurunan kadar air dari produk makanan akan mengikuti serangkaian tingkat pengeringan. Kurva laju pengeringan diilustrasikan pada Gambar 2.1. Pada awal pengeringan (AB), air dalam bahan mengalami sedikit peningkatan suhu. Setelah tahap awal pengeringan, penurunan kadar air secara signifikan terjadi pada fase penurunan konstan (*constant rate*) dan pada suhu produk yang konstan. Pada umumnya periode *constant rate* (BC) akan terjadi sampai kadar air direduksi sampai kadar air kritis. Pada kadar air dibawah kadar air kritis, laju pengeringan menurun terhadap waktu. Periode ini adalah periode penurunan laju pengeringan (*falling rate drying period*) (Shing, 2009:658).



Gambar 2.1 Kurva laju pengeringan (Shing, 2009)

2.3 Browning

Browning dibedakan menjadi dua, yaitu *enzymatic browning* dan *non enzymatic browning*.

2.3.1 Enzymatic Browning

Pencoklatan yang terjadi alibat oksidasi fenol dan dikatalis oleh enzim polifenol oksidase. Polifenol oksidase berperan menentukan mutu bahan nabati. Reaksi pencoklatan enzimatis menyebabkan perubahan warna pada buah-buahan dan sayuran serta produk olahannya. Berbagai usaha telah dilakukan untuk mencegah reaksi pencoklatan enzimatis seperti penghilang oksigen dan fenol. Asam askorbat (vitamin c), natrium bisulfit, dan tiol menghambat pencoklatan

enzimatis dengan cara mengubah produk awal reaksi pencoklatan yaitu *o* - *benzoquinone* kembali ke substrat, sehingga mencegah pembentukan melanin yang berwarna gelap. Pada produk pangan, reaksi pencoklatan enzimatis masih dapat tetap terjadi selama enzim masih aktif. Asam askorbat, natrium bisulfit dan tiol juga berperan menginaktivasi enzim polifenol oksidase dengan merusak sisi aktif histidin (oleh asam askorbat), atau penghilangan Cu^{2+} pada sisi aktif (oleh bisulfit dan tiol) (Estiasih *et al.*, 2016: 10).

2.3.2 Non Enzymatic Browning

Non enzymatic browning disebabkan terutama oleh pemanasan buatan dari bahan makanan yang menyebabkan perubahan warna dan aroma pencoklatan non-enzimatik yang paling populer adalah reaksi senyawa karbonil, terutama, mengurangi gula, dengan senyawa yang mengandung gugus amino bebas, seperti asam amino, amina dan protein. Reaksi ini juga dikenal sebagai reaksi Maillard (Becket, 1995: 66-67). Menurut Estiasih *et al.* (2016: 9) reaksi mailard membentuk warna coklat, sehingga disebut pencoklatan non enzimatis. Panas sering dibutuhkan dalam reaksi pencoklatan nonenzimatik. Kadar air, suhu, dan pH adalah parameter yang mempengaruhi tingkat non enzymatic browning. Tingkat browning paling cepat pada kadar air menengah dan menurun pada kadar air yang sangat rendah (Chen dan Mujumdar, 2008:257).

2.4 Kadar air

Menurut Wilhelm (2004:250-251) kadar air sering diindikasikan dengan persen kadar air. Metode yang digunakan dalam menyatakan kadar air adalah *wet basis (m)* dan *dry basis (M)*. Persamaan umum untuk mengindikasikan kadar air adalah sebagai berikut.

$$m = \frac{mw}{mw+md} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$M = \frac{mw}{md} \dots\dots\dots(2.2)$$

m = desimal kadar air basis basah
M= desimal kadar air basis kering
md = massa bahan kering
mw = massa air dalam bahan

Kegunaan dari pengukuran basis basah biasanya digunakan dalam industri biji-bijian, yang mana kadar air biasanya dinyatakan dalam basis basah.

2.5 Image Processing

Image processing atau pengolahan citra merupakan bidang tersendiri yang tidak hanya dapat menangani data teks, tetapi data citra. Teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra kepada citra lain, sementara tugas perbaikan informasi dari satu citra kepada lain, sementara tugas perbaikan informasi terletak pada manusia melalui penyusunan kalimat logika. Bidang ini meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra. Sebaliknya, sistem visual menggunakan citra sebagai masukan tetapi menghasilkan keluaran jenis lain seperti representasi dari kontur obyek di dalam citra (Ahmad, 2005:4).

Menurut Ahmad (2005:6), penekananan sistem visual adalah perbaikan dan pengambilan informasi secara otomatis dengan interaksi manusia yang minimal. Secara ringkas dapat dikatakan bahwa sistem visual menghasilkan pengukuran dan abstraksi dari sifat-sifat geometri pada citra dan melahirkan suatu interpretasi tertentu. Secara sederhana sistem visual akan mudah dipahami bahwa:

Visual = Geometri + pengukuran + Interpretasi.....(2.3)

2.6 Thresholding

Thresholding atau binerisasi merupakan operasi tingkat titik. Binerisasi adalah pengelompokan piksel-piksel ke dalam citra berdasarkan batas nilai intensitas tertentu. Operasi binerisasi akan memetakan piksel citra asal menjadi piksel obyek atau latar belakang pada citra hasil operasi tergantung pada intensitas piksel itu sendiri pada citra asalnya (Ahmad, 2005:16).

2.7 Segmentasi Citra

Informasi intensitas pada citra digital tak berwarna disimpan dalam bentuk nilai abu-abu (*grayscale*). Pada citra berwarna terdapat tiga macam informasi intensitas masing-masing untuk warna, hijau, dan biru, yang sering disebut sebagai RGB (*red, green, dan blue*). Tingkat kuantisasi intensitas yang umum digunakan

untuk mempresentasikan citra adalah 256 tingkat nilai abu-abu. Menggunakan 256 tingkat abu-abu, pada komputer, intensitas 0 berarti hitam, intensitas 255 berarti putih. Pembagian citra menjadi beberapa daerah, berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra yang dapat dijadikan pembeda, disebut juga segmentasi citra (Ahmad, 2005: 83-86). Idealnya, suatu segmen citra mewakili satu atau sebagian dari obyek. Jadi, daerah adalah bagian dari citra dan segmentasi adalah pengelompokkan piksel-piksel dalam suatu citra menjadi beberapa daerah. Citra biner didapat dari hasil segmentasi citra abu-abu melalui proses binerisasi.

2. 8 Indeks Bentuk

Indeks yang digunakan dalam pengukuran perubahan geometrik dan warna irisan pisang selama pengeringan adalah :

- a. Area adalah jumlah dari piksel-piksel penyusun obyek tersebut dan unit yang umum digunakan adalah piksel, karena sejumlah piksel tadi membentuk luasan. Area dapat mencerminkan ukuran atau berat obyek sesungguhnya pada beberapa benda pejal dengan bentuk yang hampir seragam, tetapi tidak untuk benda berongga. (Ahmad, 2005:147).
- b. Perimeter adalah bagian terluar dari suatu obyek yang bersebelahan dengan piksel atau piksel-piksel dari latar belakang. Nilai perimeter dapat dicari dengan menghitung banyaknya piksel yang berada pada perbatasan dari obyek tersebut (Ahmad, 2005:147).
- c. *Roundness*, kombinasi beberapa sifat geometri obyek dapat digunakan untuk menganalisis bentuk obyek tersebut melalui perhitungan faktor bentuk tak berdimensi (Ahmad, 2005:148). *Roundness* merupakan faktor bentuk tak berdimensi yang berhubungan dengan area adalah kebundaran suatu obyek (*roundness*), yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$R = \frac{4.A}{\pi.L^2} \dots \dots \dots (2.4)$$

R, A dan L masing-masing adalah kebundaran, area, dan panjang maksimum (diameter maksimum bila obyek berbentuk bundar). Lingkaran adalah bentuk paling bundar dengan nilai ratio 1 dan semakin mengecil ketika obyek berbentuk memanjang.

2.9 Pengolahan Warna

Pengolahan warna menggunakan model warna RGB sangat mudah dan sederhana. Salah satu cara mudah untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen tersebut. Hasil perhitungan tiap komponen warna pokok yang telah dinormalisasi akan menghilangkan pengaruh penerangan, sehingga nilai setiap komponen warna dapat dibandingkan satu sama lainnya. Cara melakukan normalisasi adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{R}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$g = \frac{G}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots(2.7)$$

Nilai warna hasil normalisasi ini kemudian ditafsirkan dengan melihat besarnya. Bila ketiga komponen warna yang telah dinormalkan, masing-masing menjadi indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), indeks warna biru (b), mempunyai nilai yang sama (1/3), maka obyek tidak berwarna.

2.10 Shrinkage

Shrinkage (penyusutan) adalah rasio antara volume massa sampel pada tingkat kekeringan tertentu dan volume awal. Penyusutan menunjukkan penurunan dimensi volume, area atau ketebalan (Koc *et al.*, 2008). Penyusutan volume sering ditunjukkan dengan persamaan

$$\%S = 1 - \frac{V}{V_0} \times 100 \dots\dots\dots(2.8)$$

S = *Shrinkage*

V = Volume sampel pada tingkat kekeringan tertentu

V_0 = Volume sampel awal

2.15 Analisis Regresi Linier

Regresi linier mengeksplorasi hubungan yang dapat dijelaskan dengan garis lurus. Ketika ada satu variabel terikat dan satu variabel bebas, analisisnya disebut dengan analisis regresi linear sederhana. Hal ini dapat diasumsikan sebuah

hubungan linier diantara dua variabel. Variabel bebas adalah karakteristik yang dapat diukur secara langsung, Sedangkan variabel terikat adalah karakteristik yang nilainya bergantung pada nilai variabel bebas. Tujuan analisis regresi adalah untuk menjelaskan keragaman pada variabel terikat terhadap satu atau lebih variabel bebas dan menganalisis hubungan antar variabel untuk menjawab, pertanyaannya berapa besar perubahan variabel terikat dengan perubahan setiap variabel bebas (Zaid, 2015:13-14). Regresi linier sederhana adalah metode statistik untuk mempelajari hubungan dua variabel. Variabel yang satu dinotasikan dengan x yang dianggap sebagai variabel bebas dan variabel lainnya dinotasikan dengan y, yang dianggap sebagai respon, hasil atau variabel terikat. Secara matematis model regresi dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 \pm \beta_1 x_1 \pm \varepsilon_1 \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

x = variabel bebas

y = variabel terikat

β_1 = kemiringan garis regresi

β_0 = titik *intercept* dari garis regresi dan y axis

2.16 Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan suatu metode statistik untuk mengetahui derajat hubungan linier antara satu variabel dengan variabel lainnya (Usman dan Akbar, 2000: 197). Ukuran statistik yang dapat menggambarkan hubungan antara suatu variabel dengan variabel lain, salah satunya adalah koefisien korelasi (r). Koefisien korelasi dapat ditentukan dengan persamaan yaitu persamaan koefisien korelasi (r) (Usman dan Akbar, 2000: 203).

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan :

r : koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y (tanpa dimensi)

Nilai koefisien korelasi (r) berkisar antara $-1 \leq r \leq 1$. Apabila dua variabel mempunyai nilai $r = 0$, berarti dua variabel tersebut tidak ada hubungan. Jika r

bertanda plus (+) maka hubungan antara kedua variabel bersifat linier positif, sedangkan jika r bertanda minus (-) maka hubungan liniernya negatif (Usman dan Akbar, 2000: 200). Interpretasi nilai koefisien korelasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Interpretasi nilai koefisien korelasi

Koefisien korelasi (r)	Interpretasi
0	Tidak Berkorelasi
0,01-0,20	Korelasi sangat rendah
0,21-0,40	Rendah
0,41-0,60	Agak Rendah
0,61-0,80	Cukup
0,81-0,99	Tinggi
1	Sangat Tinggi

Sumber : Usman dan Akbar (2000:201)

2.17 Analisis Varians Satu Arah

Analisis varians merupakan suatu uji perhitungnan yang diterapkan untuk data yang dihasilkan oleh eksperimen yang dirancang pada variabel terkontrol. Tujuan analisis varians adalah untuk melokalisasi variabel-variabel bebas yang penting dalam suatu penelitian dan menentukan bagaimana mereka berinteraksi dan mempengaruhi respons. Analisis satu arah untuk menganalisis satu macam karakteristik dari populasi yang diambil dari sampel. Langkah pertama, menentukan uji hipotesisnya, yaitu :

Bila $F_{hitung} \geq F_{Tabel}$ dapat diinterpretasikan bahwa hipotesis nol (H_0) ditolak. Hal ini berarti ada perbedaan nyata diantara kedua rerata sampel, ada pengaruh terhadap respons (Kholisah, 1994:74-75).

Hipotesis nol (H_0): $\mu_1 = \mu_2$, tidak berbeda nyata.

Hipotesis alternatif (H_1) : $\mu_1 \neq \mu_2$, ada perbedaan nyata

Penentuan F Tabel berdasarkan nilai α

2.18 Penelitian Terdahulu

Ebrahimi *et al.* (2012) melakukan penelitian penyusutan irisan pisang menggunakan metode image analysis dengan variasi suhu dan ketebalan menunjukkan nilai area, perimeter dan *shrinkage* mengalami penurunan. Semakin

tinggi suhu maka penurunan variabel citra semakin cepat. Hasil uji korelasi antara kadar air dan variabel citra menunjukkan korelasi yang tinggi dan linier. Guiné *et al.* (2014) menunjukkan hasil yang sama pada penelitian kinetika *browning* selama proses pengeringan. Pengukuran warna diukur menggunakan model CIELAB, koordinat b^* menunjukkan dengan nilai -60 (biru) sampai +60 (kuning), hasil pengukuran menunjukkan peningkatan dengan interval 31.01-33.15, hal ini menunjukkan koordinat b^* semakin kuning. Koordinat a^* menunjukkan dengan nilai -60 (*green*) sampai +60 (*red*), hasil pengukuran menunjukkan peningkatan dengan interval 0,53 sampai 2.66, hal ini menunjukkan koordinat a^* semakin merah yang mengakibatkan indek warna *green* semakin kecil..

Ibarz (2000) melakukan penelitian kinetika model dari *non enzymatic browning* pada apel menunjukkan variabel a^* meningkat, sedangkan variabel b^* semakin menurun terhadap perlakuan waktu dan suhu. Hal ini menunjukkan semakin tinggi suhu dan lama waktu pengeringan maka semakin tinggi nilai a^* atau semakin merah. begitu juga dengan variabel b^* semakin tinggi suhu dan lama waktu pengeringan maka variabel b^* semakin menurun atau semakin kuning. Erminawati *et al.* (2018) melakukan penelitian pengaruh pH dan suhu terhadap intensitas *browning* gula kelapa dan aktivitas antioxidant, menunjukkan hasil reaksi mailard juga sangat dipengaruhi suhu, semakin tinggi suhu maka akan meningkatkan reaksi mailard sehingga intensitas *browning* semakin meningkat. Perlakuan ketebalan dengan suhu yang sama tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap intensitas *browning*, karena bahan dengan perlakuan ketebalan yang berbeda mengalami intensitas *browning* yang sama.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Energi, Otomasi, dan Elektrifikasi Pertanian (ENOTIN) dan Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian (EHP) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada Bulan Mei - Juni 2018.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

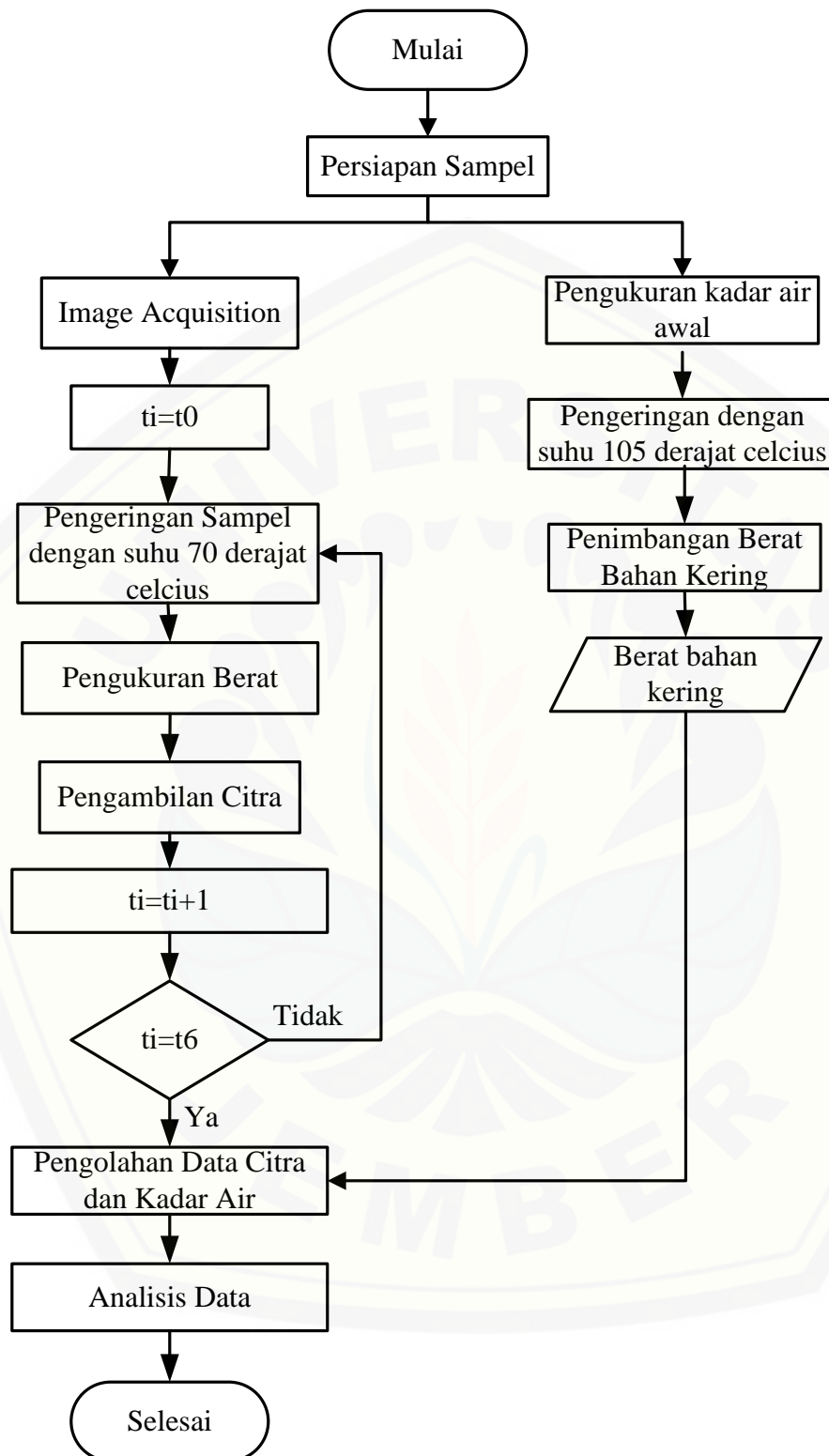
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Kamera CCD 31BUO4.H
- b. 4 buah lampu TL
- c. Seperangkat meja pengambil gambar
- d. Kain biru sebagai *background*
- e. Software *CSharp Develop 4.2*
- f. Software *Microsoft Excel*
- g. Software *Paint Shop Pro*
- h. Timbangan Digital O'hauss Pioneer
- i. Oven

Bahan penelitian ini yang digunakan yaitu pisang tanduk yang telah diperam selama satu hari tanduk dengan tingkat kematangan sedang.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Secara umum pelaksanaan penelitian ini mengacu pada diagram alir seperti yang digambarkan pada Gambar 3.1. Pada penelitian ini ada satu perlakuan, yaitu ketebalan irisan pada saat pisang tanduk dalam kondisi basah. Ketebalan irisan yang akan digunakan sebagai bahan penelitian adalah K1 (2 mm), K2 (3 mm) dan K3 (5 mm) dengan suhu pengeringan dalam oven 70⁰C. Pengamatan perubahan geometri dan warna dilakukan 7 kali tiap sampel yaitu pada menit ke 0, 100, 200, 300, 500, 700 dan 900.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Persiapan Sampel

Sampel yang disiapkan untuk pengambilan data citra dan penentuan kadar air awal dengan variasi ketebalan 2 mm, 3 mm dan 5 mm. Sampel untuk penentuan kadar air awal yang disiapkan masing-masing 3 sampel untuk masing-masing ketebalan, sehingga total seluruh sampel untuk penentuan kadar air adalah 9 sampel. Sampel untuk pengambilan data citra yang disiapkan sebanyak 12 sampel untuk setiap ketebalan dengan 3 kali pengulangan. Jumlah seluruh sampel adalah 108 sampel.

3.3.2 Penentuan Kadar Air Awal

Pengukuran kadar air awal irisan pisang tanduk dilakukan dengan mengeringkan 3 sampel untuk setiap ketebalan dengan variasi ketebalan 2 mm, 3mm dan 5 mm dengan suhu 105°C selama 5 jam, kemudian sampel didinginkan pada desikator dan ditimbang kemudian sampel dipanaskan lagi dalam oven selama 30 menit, kemudian didinginkan lagi dalam desikator dan ditimbang, perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan. Selisih antara berat awal dan berat akhir bahan merupakan berat air dalam bahan.

3.3.3 *Image Acquisition*

Image acquisition digunakan untuk mengatur kesesuaian gambar yang dihasilkan citra dengan penampakan bentuk asli buah. Langkah-langkah metode ini meliputi penentuan jarak kamera dengan obyek, pengaturan posisi lampu TL, dan penentuan latar belakang yang baik dengan kain biru untuk mendapatkan hasil pengolahan cita terbaik.

3.3.4 Pengeringan Sampel

Suhu yang digunakan untuk pengeringan irisan pisang tanduk adalah 70°C . sampel akan dikeluarkan untuk ditimbang serta diambil citranya pada interval waktu 0, 100, 200, 300, 500, 700 dan 900 menit. Oven yang digunakan untuk mengeringkan bahan adalah oven laboratorium untuk pengeringan dan sterilisasi.

3.3.5 Penimbangan Massa Bahan

Penimbangan massa bahan menggunakan timbangan digital o'hauss pioneer. Sampel irisan pisang tanduk akan ditimbang dengan interval waktu setiap pengukuran 0, 100, 200, 300, 500, 700, dan 900 menit.

3.3.6 Pengambilan Citra Irisan Pisang Tanduk

Langkah pengambilan citra irisan pisang tanduk sebagai berikut:

- a. meletakkan sampel irisan pisang tanduk pada masing-masing perlakuan pada papan pengambilan gambar yang telah diberi background putih menghadap vertikal ke kamera dengan bagian atas objek yang terekam;
- b. melakukan pengaturan konfigurasi citra pada program *IC Capture 6.5* meliputi kecerahan, kontras, kejenuhan warna (*saturation*), dan corak warna (*hue*);
- c. melakukan perekaman citra menggunakan kamera CCD 31BU04.H;
- d. menyimpan hasil rekaman citra dalam bentuk file berekstensi .bmp

3.3.7 Pengolahan Citra

Pengolahan citra bertujuan melakukan analisis citra untuk mengukur variabel berupa area, diameter, panjang dan warna. Berikut prosedur ekstraksi citra.

- a. Melakukan proses segmentasi obyek dengan *background* untuk mendapatkan citra biner, obyek akan diubah menjadi putih dan background akan diubah menjadi hitam. Seluruh piksel berwarna biru akan dihitung untuk mendapatkan nilai area.
- b. Perhitungan tinggi irisan pisang tanduk didapatkan dengan menentukan ordinat (y) paling atas dan ordinat (y) paling bawah kemudian dihitung jarak antar keduanya dengan menjumlahkan piksel diantara keduanya. Perhitungan lebar irisan pisang tanduk didapatkan dengan menentukan ordinat (x) paling kiri dan ordinat (x) paling kanan kemudian dihitung jarak antar keduanya dengan menjumlahkan piksel diantara keduanya.
- c. Menentukan nilai r, g, dan b dari nilai rata-rata indeks warna merah, indeks warna hijau dan indeks warna biru pada obyek.

3.3.8 Analisis Data

Data yang dianalisis adalah data rasio hasil pengukuran variabel citra dan kadar air, data rasio digunakan untuk melihat seberapa besar perubahan terjadi dari kondisi awal sampai akhir pengeringan, analisa data yang digunakan yaitu regresi, korelasi dan uji anava.

a. Analisis regresi

Regresi linier sederhana adalah metode statistik untuk mempelajari hubungan dua variabel. Variabel yang satu dinotasikan dengan x dalam penelitian ini variabel bebas adalah kadar air dan variabel lainnya dinotasikan dengan y , dalam penelitian ini variabel y adalah variabel citra.

b. Analisis korelasi

Nilai koefisien korelasi (r) berkisar antara $-1 \leq r \leq 1$. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar air yang dinotasikan dengan x dan variabel citra yang dinotasikan dengan y .

c. Analisis varian satu arah

Analisis satu arah untuk menganalisis satu macam karakteristik dari populasi yang diambil dari sampel. Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0,05. Bila F hitung $\geq F$ Tabel dapat diinterpretasikan bahwa hipotesis nol ditolak. Hal ini berarti ada perbedaan nyata diantara kedua rerata sampel, ada pengaruh terhadap respons.

H_0 : Tidak terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan ketebalan irisan.

H_1 : Terdapat pengaruh nyata dari perlakuan ketebalan irisan

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Variabel citra area, tinggi, lebar, perimeter, *roundness*, *red*, *green* dan *blue* dapat digunakan untuk mengukur perubahan geometri dan warna irisan pisang tanduk
- b. Perlakuan ketebalan tidak berpengaruh terhadap perubahan variabel citra area, tinggi, lebar, *roundness*, *red*, *green* dan *blue* pada pengeringan irisan pisang tanduk namun perlakuan ketebalan pada variabel citra perimeter menunjukkan menunjukkan hasil yang beda nyata.
- c. Hubungan kadar air dan variabel citra area, tinggi, lebar, perimeter, *roundness*, *red*, *green* dan *blue* menunjukkan yang korelasi yang tinggi.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk mengembangkan penelitian ini:

- a. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan membandingkan dengan standar mutu keripik pisang.
- b. Sebaiknya dilakukan *vignette correction* agar didapatkan citra irisan pisang tanduk yang lebih baik dan diharapkan pengukurannya lebih akurat.
- c. Sebaiknya dilakukan pengambilan citra secara majemuk untuk mempercepat pengambilan citra irisan pisang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. 2010. Modifikasi Tepung Pisang Tanduk (*Musa Paradisiaca* Formatypica) Melalui Proses Fermentasi Spontan Dan Pemanasan Otoklaf Untuk Meningkatkan Kadar Pati Resisten. Tesis. IPB. Bogor.
- Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2016. Produktivitas Pisang tanduk Menurut Provinsi, 2012-2016. <http://www.pertanian.go.id/Data5tahun/HortiATAP2016/Produktivitas%20Pisangtanduk.pdf>. [Diakses pada tanggal 5 Mei 2018].
- Becket, S.T. 1995. *Physico-Chemical Aspects of Food Processing*. London: Blackie.
- Chen, X. D., dan Mujumdar, A.S. 2008. *Drying Technologies in food processing*. Singapore: Blackwell Publishing Ltd.
- Department of Health. 2016. The Biology of Banana. [http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/5DCF28AD2F3779C4CA257D4E001819B9/\\$File/biologybanana2016.pdf](http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/5DCF28AD2F3779C4CA257D4E001819B9/$File/biologybanana2016.pdf). [Diakses pada tanggal 12 Mei 2018].
- Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2004. Teknologi, Mutu dan Sarana Pengolahan Hasil Pisang. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Ebrahimi, M.A., Mohtasebi, S.S., dan Hosseinpour. 2012. Investigation of Banana Slices *Shrinkage* Using Image Processing Technique. *AJCS* 6(5): 938:945.
- Edison, HS dan Hermanto, C. 2012. *Kandungan Nutrisi Pisang Sangat Baik untuk Kesehatan*. <https://balitbu.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita-mainmenu-26/info-lainnya/344-kandungan-nutrisi-pisang>. [Diakses pada tanggal 29 Oktober 2018].
- Erminawati, Karseno, Yanto, Tri., Setyowati, R. and Haryanti, P. 2018. Effect of pH and temperature on *browning* intensity of coconut sugar and its antioxidant activity. *Journal of Food Research; eISSN: 2550-2166*.
- Falade, K.O. dan Solademi, O.J., 2009. Modelling of Air Drying Fresh and Blanched Sweet Potato Slices. *International Journal of Food Science and Technology* 45(2): 277-278.
- Guiné, R.P. F. and Maria João Barroca. 2014. Evaluation of the *Browning* Kinetics for Bananas and Pears Submitted to Convective Drying. *Current Biochemical Engineering* 1(2) :165-172.

- Henderson SM, Perry RL. 1976. *Agricultural Process Engineering*. Westport Connecticut (US): The AVI Publishing Company Inc.
- Hatamipour MS, Mowla D. 2002. Shrinkage of Carrot During Drying in Inert Medium Fluidized Bed. *Food Eng J*. 55.
- Hapsari, T.P. 2008. Pengaruh Pregelatinisasi terhadap Karakteristik Tepung Singkong. 1(1):1-15.
- Ibarz, A., Pagan dan Garza, S. 2000. Kinetic models of non-enzymatic *browning* in apple puree. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:1162–1168.
- Kader AA. 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops. Ethiop .J. Appl. Sci.Technology* (1):1-8.
- Kholisah, Luluk. 1994. *Statistika dan Probabilitas*. Jakarta: Gunadarma.
- Koc, Banu., Eren, Ismail. dan Ertekin, Figen Kaymak. 2007. Modelling Bulk Density, Porosity and *Shrinkage* of quince during drying: The effect of drying method. *Journal of Food Engineering* (85) 340.
- Muchtadi TR, Sugiyono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Jakarta : Dirjen Dikti PAU Pangan dan Gizi.
- Mujumdar, A.S. 2012. *Industrial Transfer Processes*. Queenstown :National University of Singapore.
- Nadian, M.H., Raflee, S., dan Mohtasebi, S.S., Hosseinpour, S.dan Khanali, M. 2011 Determination of *Shrinkage* and Shape Change of Apple slices During Drying. *7th Asia-Pacific Drying Conference*.
- Pantastico, ErB, Matto AK, Phan CT. 1975. *postharvest physiology, handling and utilization tropical and sub-tropical fruits and vegetable*. Madison : Avi Pub.Co. Terjemahan oleh Kamaryani. 1989. *Fisiologi pascapanen, penanganan dan pemanfaatan buah-buahan dan sayur-sayuran tropika dan sub tropika*. Yogyakarta: UGM Press.
- Paul RE. 1993. Tropical fruit physiology and storage potential. Di dalam: Champ BR, Highley E, Johnson GI. *Proceedings of an International Conference*; 19-23 Juli 1993: 198-203.
- Prabawati, S., Suyanti dan Dondy A Setyabudi. 2008. *Teknologi Pascapanen Dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Singh, R.P., dan Helman, Denis. R. 2009. *Introduction to Food Engineering*. Burlington: Academic Press.
- Shipar, M.A.H., 2014. A General Review On Maillard Reactions In Foods. https://www.researchgate.net/profile/Md_Shipar/publication/256816667_A_GENERAL_REVIEW_ON_MAILLARD_REACTIONS_IN_FOODS/links/00b7d523ca823594ce000000/A-GENERAL-REVIEW-ON-MAILLARD-REACTIONS-IN-FOODS.pdf?origin=publication_detail [Diakses pada tanggal 31 Agustus 2018].
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Suprayatmo M, Hariyadi P, Hasbullah R, Andarwulan N, Kusbiantoro B. 2005. Aplikasi 1-methylcyclopropene dan etilen untuk pengendalian kematangan pisang ambon di suhu ruang. Di dalam : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca panen Pertanian, editor *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pasca Panen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian* . Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Usman, H. dan Akbar, R. P. S. 2000. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Winarno FG, Aman M. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Jakarta: PT Sastra Hudaya.
- Wilhelm, Luther R., Suter, Dwayne. dan Brusewits, Gerald H. 2004. *Food and process Engineering Tecnology*. Michigan: ASAE.
- Wills, RHH, Lee TH, Graham D, Mc. Glasson WB, Hall EG. 1989. *Postharvest and Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. New York (US): Van Nostrand Reinhold
- Yadollahinia, A., Latifi, A. dan Mahdavi, R. 2008. New method for determination of potato slice *Shrinkage* during drying. *Elsevier; computers and electronics in agriculture* 65: 268–274.
- Zaid, Mohammed Ahmed. 2015. *Correlation and Regression Analysis*. Ankara: Statistical Economic and Social Research and Training Centre for Islamic Countries.

LAMPIRAN

Lampiran 4.5. Tabel sebaran nilai RGB pembentuk citra obyek dan *background*

No	Buah (R)	Buah (G)	Buah (B)	Back ground (R)	Back ground (G)	Back ground (B)
1	33	26	21	11	13	46
2	155	98	58	7	11	33
3	192	122	81	6	16	38
4	209	153	107	16	21	63
5	53	28	29	8	10	35
6	30	22	26	11	19	61
7	97	66	53	12	17	46
8	30	21	26	15	21	60
9	214	141	87	10	15	57
10	118	64	47	12	20	66
min	30	21	21	6	10	33
max	214	153	107	16	21	66

Lampiran 4.7. Tabel pengukuran kadar air

a. Ketebalan sampel 2 mm

Kadar air awal : 65.79

t (menit) ke	Berat (gram)			Rerata berat (g)	Berat air (gram)	Berat solid (gram)	m (%bb)	M (%bk)	dM/dt (%bk/men)
	1	2	3						
0	1.3764	1.3475	1.2326	1.3188	0.8676	0.4512	65.8	192.3	0.000
100	0.8098	0.7852	0.6391	0.7447	0.2934	0.4512	39.4	65.0	1.272
200	0.7028	0.6731	0.5987	0.6582	0.2069	0.4512	31.4	45.9	0.192
300	0.6825	0.6440	0.5869	0.6378	0.1866	0.4512	29.3	41.4	0.045
500	0.6685	0.6321	0.5744	0.6250	0.1738	0.4512	27.8	38.5	0.014
700	0.6656	0.6306	0.5722	0.6228	0.1716	0.4512	27.5	38.0	0.002
900	0.6613	0.6246	0.5677	0.6179	0.1666	0.4512	27.0	36.9	0.005

b. Ketebalan sampel 3 mm

Kadar air awal : 65.41

t (menit) ke	Berat (gram)			Rerata berat (g)	Berat air (gram)	Berat solid (gram)	m (%bb)	M (%bk)	dM/dt (%bk/men)
	1	2	3						
0	1.7545	1.7071	1.7468	1.7361	1.1356	0.6005	65.4	189.1	0
100	1.0563	0.9993	1.0030	1.0195	0.4190	0.6005	41.1	69.8	1.193
200	0.8804	0.8326	0.8612	0.8581	0.2575	0.6005	30.0	42.9	0.269
300	0.8396	0.7929	0.8359	0.8228	0.2223	0.6005	27.0	37.0	0.059
500	0.8183	0.7773	0.8121	0.8025	0.2020	0.6005	25.2	33.6	0.017
700	0.8138	0.7741	0.8079	0.7986	0.1981	0.6005	24.8	33.0	0.003
900	0.8093	0.7668	0.8056	0.7939	0.1934	0.6005	24.4	32.2	0.004

c. Ketebalan sampel 5 mm

Kadar air Awal : 66.67

t (menit) ke	Berat (gram)			Rerata berat (g)	Berat air (gram)	Berat solid (gram)	m (%bb)	M (%bk)	dM/dt (%bk/men)
	1	2	3						
0	3.5551	3.5004	3.1955	3.4170	2.2780	1.1390	66.7	200.0	0
100	2.5138	2.6607	2.1036	2.4260	1.2870	1.1390	53.0	113.0	0.870
200	1.9185	1.9753	1.6295	1.8411	0.7021	1.1390	38.1	61.6	0.513
300	1.6589	1.6282	1.4399	1.5757	0.4366	1.1390	27.7	38.3	0.233
500	1.5707	1.5453	1.3723	1.4961	0.3571	1.1390	23.9	31.3	0.035
700	1.5500	1.5202	1.3558	1.4753	0.3363	1.1390	22.8	29.5	0.009
900	1.5344	1.5037	1.3442	1.4608	0.3217	1.1390	22.0	28.2	0.006

Lampiran 4.8. Tabel hasil pengukuran perubahan bentuk dan warna irisan pisang

a. Ketebalan sampel 2 mm ulangan ke-1

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	Blue	Red	Green	Roundness	Ketebalan
1	0	55340	257	287	854	0.2247	0.4518	0.3235	0.8559	26
	100'	35468	205	233	816	0.2121	0.4760	0.3119	0.8323	17
	200'	29979	194	228	817	0.2035	0.4900	0.3065	0.7346	14
	300'	29519	188	222	746	0.1948	0.4999	0.3053	0.7630	11
	500'	26951	187	220	741	0.1942	0.5037	0.3021	0.6729	9
	700'	25565	192	218	753	0.1955	0.5142	0.2903	0.7224	7
	900'	19592	190	211	764	0.1970	0.5067	0.2963	0.5606	7
2	0	64639	247	353	982	0.2243	0.4517	0.3240	0.6608	23
	100'	43835	205	297	896	0.2069	0.4768	0.3163	0.6331	16
	200'	42916	207	297	898	0.2098	0.4812	0.3090	0.6198	14
	300'	38980	200	289	913	0.1938	0.5004	0.3058	0.5945	12
	500'	36183	194	281	907	0.1934	0.5008	0.3058	0.5837	10
	700'	37914	194	285	892	0.1909	0.5124	0.2967	0.5946	9
	900'	36948	194	286	900	0.1862	0.5188	0.2950	0.5754	8
3	0	66019	248	354	1001	0.2248	0.4526	0.3226	0.6711	24
	100'	36455	191	300	879	0.2096	0.4788	0.3116	0.5160	19
	200'	37769	196	292	885	0.2020	0.4860	0.3120	0.5643	16
	300'	33177	188	286	831	0.1978	0.4950	0.3072	0.5167	13
	500'	24754	172	280	875	0.1943	0.5035	0.3022	0.4022	12
	700'	28968	192	282	831	0.1961	0.5038	0.3001	0.4640	10
	900'	27455	175	281	827	0.1878	0.5229	0.2892	0.4429	7
4	0	59325	253	313	876	0.2196	0.4524	0.3280	0.7714	25
	100'	24321	197	253	936	0.2069	0.4791	0.3140	0.4840	16
	200'	25526	196	244	896	0.1980	0.4959	0.3061	0.5462	13
	300'	22645	181	237	785	0.1976	0.4976	0.3048	0.5136	11
	500'	9366	170	226	968	0.1917	0.5064	0.3018	0.2336	10
	700'	13931	194	233	905	0.1901	0.5170	0.2928	0.3269	8
	900'	17710	179	235	803	0.1953	0.5131	0.2915	0.4085	7
5	0	57780	258	285	866	0.2285	0.4483	0.3231	0.9062	24
	100'	33887	218	239	774	0.2066	0.4823	0.3111	0.7557	16
	200'	32061	193	227	794	0.1996	0.4925	0.3079	0.7824	12
	300'	31647	211	217	747	0.1950	0.5021	0.3029	0.8673	23
	500'	27657	204	213	696	0.1967	0.5024	0.3009	0.7565	22
	700'	27560	199	217	775	0.1974	0.5151	0.2875	0.7456	17
	900'	26941	203	218	748	0.1890	0.5185	0.2925	0.7413	13

	0	56433	225	338	974	0.2298	0.4481	0.3221	0.6293	25
	100'	36754	185	284	908	0.2103	0.4793	0.3104	0.5075	16
	200'	32132	177	293	886	0.1984	0.4921	0.3095	0.5454	12
6	300'	31025	173	277	840	0.1964	0.4989	0.3047	0.5151	10
	500'	29869	166	286	859	0.1941	0.5036	0.3023	0.4652	9
	700'	29186	170	276	873	0.1996	0.5078	0.2926	0.4527	8
	900'	27071	166	286	862	0.1867	0.5171	0.2962	0.4545	8
	0	47904	240	277	856	0.2245	0.4543	0.3212	0.7953	23
	100'	22366	189	229	844	0.2160	0.4738	0.3102	0.5433	16
	200'	24255	183	223	776	0.2095	0.4845	0.3060	0.6213	14
7	300'	20378	177	217	781	0.2044	0.4935	0.3021	0.5513	13
	500'	12920	162	211	807	0.2071	0.4919	0.3010	0.3697	11
	700'	16097	178	209	831	0.2104	0.4982	0.2914	0.4694	10
	900'	14068	164	213	781	0.2051	0.5002	0.2947	0.3950	9
	0	64103	290	309	936	0.2260	0.4488	0.3252	0.8552	24
	100'	43412	234	269	849	0.2123	0.4731	0.3146	0.7643	15
	200'	41567	229	260	917	0.2033	0.4819	0.3148	0.7833	13
8	300'	37269	220	254	799	0.1954	0.5005	0.3041	0.7359	12
	500'	35356	221	251	792	0.1987	0.4931	0.3083	0.7149	10
	700'	34739	216	244	803	0.1918	0.5156	0.2926	0.7433	9
	900'	34890	215	249	789	0.1883	0.5183	0.2934	0.7169	9
	0	66941	293	310	934	0.2262	0.4490	0.3248	0.8874	27
	100'	43572	231	269	822	0.2123	0.4748	0.3129	0.7671	22
	200'	41650	216	261	871	0.2033	0.4857	0.3110	0.7789	18
9	300'	38364	215	255	792	0.1946	0.5023	0.3031	0.7516	18
	500'	33164	206	255	773	0.1965	0.4970	0.3065	0.6497	16
	700'	37316	211	257	796	0.1960	0.5070	0.2970	0.7197	13
	900'	34708	205	257	781	0.1917	0.5101	0.2983	0.6694	10
	0	64894	283	299	985	0.2242	0.4496	0.3262	0.9247	27
	100'	43353	237	261	863	0.2081	0.4750	0.3169	0.8107	19
	200'	40567	230	252	858	0.1985	0.4893	0.3121	0.8138	15
10	300'	37269	231	242	846	0.2022	0.4917	0.3060	0.8107	12
	500'	33215	220	240	833	0.1923	0.5038	0.3038	0.7346	9
	700'	32292	227	236	818	0.2041	0.4987	0.2972	0.7386	8
	900'	34095	230	243	802	0.2013	0.5017	0.2970	0.7355	7
	0	63822	286	314	964	0.2262	0.4484	0.3254	0.8246	25
11	100'	39692	227	254	830	0.2124	0.4743	0.3134	0.7837	20
	200'	38444	230	256	824	0.2013	0.4869	0.3118	0.7473	17
	300'	35763	220	236	809	0.1945	0.5021	0.3034	0.8180	16

	500'	28924	220	246	757	0.1966	0.4969	0.3065	0.6089	13
	700'	31623	214	239	780	0.1900	0.5160	0.2940	0.7052	11
	900'	29977	217	242	777	0.1856	0.5221	0.2922	0.6521	9
	0	60680	269	316	892	0.2288	0.4470	0.3242	0.7741	30
12	100'	40466	220	269	832	0.2112	0.4729	0.3159	0.7124	22
	200'	36610	219	262	821	0.2073	0.4829	0.3098	0.6794	21
	300'	32623	212	257	763	0.2021	0.4928	0.3051	0.6292	19
	500'	29218	205	249	782	0.1919	0.5039	0.3042	0.6003	15
	700'	28295	211	253	787	0.2008	0.5008	0.2984	0.5631	10
	900'	28727	213	256	763	0.1954	0.5062	0.2983	0.5584	9

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan sampel 2 mm ulangan ke-2

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
1	0	63606	264	305	1104	0.2303	0.4409	0.3288	0.8710	26
	100'	39219	204	264	818	0.2130	0.4764	0.3106	0.7168	18
	200'	35078	196	257	819	0.2051	0.4867	0.3083	0.6765	16
	300'	34030	201	255	774	0.1949	0.5005	0.3046	0.6667	14
	500'	26834	194	246	804	0.1872	0.5241	0.2887	0.5649	11
	700'	22729	194	241	831	0.1889	0.5263	0.2848	0.4985	10
	900'	20108	196	248	808	0.1898	0.5347	0.2754	0.4165	8
2	0	53336	260	280	1002	0.2317	0.4482	0.3201	0.8666	27
	100'	18961	212	238	1029	0.2103	0.4827	0.3069	0.4264	17
	200'	15802	204	231	994	0.1989	0.4958	0.3053	0.3772	15
	300'	14099	199	212	933	0.1857	0.5219	0.2925	0.3996	12
	500'	8826	192	206	977	0.1873	0.5292	0.2835	0.2649	11
	700'	10754	192	204	849	0.1968	0.5223	0.2809	0.3292	9
	900'	6125	186	199	889	0.1904	0.5374	0.2722	0.1970	7
3	0	54162	259	299	947	0.2292	0.4462	0.3246	0.7718	23
	100'	24328	192	253	890	0.2161	0.4744	0.3095	0.4842	16
	200'	29109	201	248	775	0.2103	0.4791	0.3106	0.6029	13
	300'	21474	194	233	838	0.1949	0.5079	0.2972	0.5039	11
	500'	14050	184	233	899	0.1909	0.5220	0.2871	0.3297	9
	700'	10878	180	235	846	0.1903	0.5246	0.2852	0.2509	8
	900'	14426	191	229	751	0.1890	0.5307	0.2804	0.3504	9
4	0	38880	223	297	1061	0.2342	0.4451	0.3206	0.5615	25
	100'	8924	164	228	1219	0.2309	0.4617	0.3074	0.2187	22
	200'	7916	166	212	1199	0.2137	0.4805	0.3058	0.2244	23

	300'	6261	149	208	1108	0.1993	0.5061	0.2945	0.1844	12
	500'	3816	140	213	1187	0.1949	0.5201	0.2850	0.1071	11
	700'	1705	141	204	1213	0.2074	0.5130	0.2795	0.0522	10
	900'	2865	159	203	1076	0.1983	0.5260	0.2757	0.0886	8
5	0	66082	257	326	1014	0.2305	0.4401	0.3293	0.7921	27
	100'	41806	221	273	958	0.2134	0.4730	0.3136	0.7146	18
	200'	38385	214	263	950	0.2033	0.4865	0.3102	0.7069	14
	300'	34840	204	257	882	0.1876	0.5130	0.2995	0.6720	11
	500'	32445	200	258	787	0.1902	0.5158	0.2940	0.6209	10
	700'	29549	204	253	770	0.1898	0.5204	0.2897	0.5881	9
	900'	29289	201	261	810	0.1888	0.5288	0.2824	0.5477	9
6	0	45013	223	272	880	0.2368	0.4412	0.3220	0.7751	25
	100'	19387	178	227	917	0.2212	0.4678	0.3110	0.4793	21
	200'	17692	173	217	848	0.2114	0.4802	0.3084	0.4786	17
	300'	14112	166	212	818	0.1907	0.5139	0.2955	0.4000	16
	500'	9980	161	205	874	0.1946	0.5198	0.2856	0.3025	14
	700'	6492	161	201	900	0.1969	0.5209	0.2821	0.2047	12
	900'	5732	155	198	1088	0.2070	0.5131	0.2799	0.1863	10
7	0	63873	249	325	1045	0.2366	0.4352	0.3282	0.7703	29
	100'	38719	196	272	890	0.2109	0.4760	0.3131	0.6667	22
	200'	36313	189	261	846	0.2053	0.4821	0.3126	0.6791	15
	300'	31138	184	253	883	0.1883	0.5120	0.2998	0.6197	12
	500'	25214	179	249	912	0.1831	0.5288	0.2881	0.5181	10
	700'	21795	174	242	927	0.1846	0.5326	0.2828	0.4741	8
	900'	14399	167	246	986	0.1832	0.5432	0.2736	0.3031	7
8	0	63117	250	320	1055	0.2346	0.4404	0.3250	0.7852	27
	100'	39974	203	276	897	0.2045	0.4814	0.3141	0.6685	22
	200'	36060	190	272	860	0.2113	0.4771	0.3116	0.6209	19
	300'	33999	186	259	788	0.1834	0.5164	0.3001	0.6456	15
	500'	26576	194	256	820	0.1926	0.5140	0.2934	0.5166	14
	700'	26027	186	262	843	0.1952	0.5146	0.2902	0.4830	11
	900'	21018	187	255	878	0.1952	0.5225	0.2823	0.4118	9
9	0	61065	232	320	1067	0.2262	0.4450	0.3288	0.7597	29
	100'	35562	195	251	868	0.2102	0.4804	0.3094	0.7191	17
	200'	35817	189	253	875	0.2051	0.4818	0.3131	0.7128	16
	300'	32981	185	245	806	0.1912	0.5050	0.3038	0.6999	16
	500'	25690	182	230	812	0.1835	0.5307	0.2858	0.6186	13
	700'	24019	180	233	850	0.1846	0.5281	0.2873	0.5636	10
	900'	15311	179	227	859	0.1855	0.5411	0.2734	0.3785	9

	0	60289	275	289	984	0.2273	0.4469	0.3258	0.9195	21
	100'	32454	222	242	853	0.2079	0.4850	0.3071	0.7059	11
	200'	31256	217	236	809	0.2023	0.4927	0.3050	0.7149	8
10	300'	29297	214	226	793	0.1883	0.5169	0.2948	0.7307	4
	500'	20516	208	223	775	0.1857	0.5321	0.2823	0.5255	3
	700'	16161	193	224	789	0.1907	0.5299	0.2794	0.4103	6
	900'	18430	195	225	775	0.1900	0.5292	0.2808	0.4638	8
	0	55985	280	267	987	0.2322	0.4453	0.3225	1.0004	27
	100'	26644	209	224	872	0.2142	0.4773	0.3085	0.6764	17
	200'	21813	206	210	859	0.2065	0.4890	0.3044	0.6301	14
11	300'	23582	197	211	809	0.1897	0.5188	0.2915	0.6748	11
	500'	12386	194	203	829	0.1907	0.5270	0.2823	0.3829	10
	700'	6507	185	210	944	0.1981	0.5223	0.2795	0.1880	9
	900'	6369	177	196	1036	0.1866	0.5384	0.2750	0.2112	7
	0	60600	281	299	946	0.2294	0.4454	0.3252	0.8635	30
	100'	33604	236	233	840	0.2100	0.4818	0.3082	0.7885	21
	200'	29371	205	228	825	0.2041	0.4905	0.3055	0.7197	8
12	300'	26611	204	222	746	0.1855	0.5208	0.2937	0.6878	7
	500'	19222	204	223	823	0.1850	0.5333	0.2816	0.4924	3
	700'	15852	200	209	808	0.1887	0.5336	0.2777	0.4623	3
	900'	10994	197	212	890	0.1895	0.5418	0.2687	0.3116	5

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan sampel 2 mm ulangan ke-3

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perim	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
	0	54656	256	289	979	0.2335	0.4389	0.3275	0.8336	24
	100'	26581	217	225	789	0.2044	0.4846	0.3110	0.6689	22
	200'	29080	217	229	815	0.2139	0.4744	0.3117	0.7064	20
1	300'	25143	197	224	791	0.2100	0.4824	0.3076	0.6383	21
	500'	19864	197	219	803	0.1983	0.5034	0.2983	0.5276	15
	700'	16180	199	220	830	0.1955	0.5060	0.2985	0.4259	13
	900'	19292	198	218	843	0.1880	0.5220	0.2900	0.5171	12
	0	52505	248	278	940	0.2244	0.4470	0.3285	0.8654	26
	100'	28352	206	235	825	0.2023	0.4854	0.3124	0.6540	19
2	200'	26746	192	221	867	0.2045	0.4863	0.3092	0.6976	16
	300'	25336	198	224	789	0.1960	0.4982	0.3058	0.6432	14
	500'	22588	192	225	802	0.1942	0.5071	0.2987	0.5684	10

	700'	20300	180	211	787	0.1950	0.5080	0.2971	0.5808	8
	900'	19699	201	228	852	0.1893	0.5209	0.2898	0.4827	6
3	0	52816	216	319	950	0.2335	0.4394	0.3272	0.6612	27
	100'	21112	178	267	853	0.2072	0.4828	0.3100	0.3773	18
	200'	21516	167	252	802	0.2075	0.4856	0.3069	0.4316	16
	300'	15731	160	244	914	0.2009	0.4978	0.3012	0.3366	14
	500'	21252	165	241	744	0.2134	0.4838	0.3028	0.4661	12
	700'	13423	165	248	803	0.2042	0.4999	0.2958	0.2780	10
	900'	15074	163	245	899	0.1951	0.5179	0.2870	0.3199	9
4	0	48167	199	337	1025	0.2264	0.4498	0.3238	0.5403	27
	100'	16116	162	279	1043	0.2146	0.4776	0.3079	0.2637	18
	200'	22643	158	276	980	0.2175	0.4722	0.3103	0.3787	17
	300'	18603	164	269	955	0.2117	0.4811	0.3071	0.3275	14
	500'	9786	156	261	991	0.2100	0.4937	0.2963	0.1830	11
	700'	14851	156	267	934	0.2115	0.4875	0.3010	0.2654	10
	900'	17299	157	267	1017	0.2046	0.5023	0.2931	0.3091	8
5	0	54050	237	334	1034	0.2306	0.4425	0.3269	0.6172	27
	100'	25746	160	271	862	0.2034	0.4856	0.3110	0.4466	18
	200'	23705	160	267	875	0.2032	0.4867	0.3101	0.4236	15
	300'	20250	157	261	848	0.2006	0.4932	0.3062	0.3787	13
	500'	20384	154	260	916	0.1963	0.5042	0.2995	0.3841	10
	700'	16580	154	252	892	0.2009	0.4985	0.3006	0.3326	8
	900'	20668	164	264	933	0.1891	0.5212	0.2897	0.3778	7
6	0	56292	226	334	1000	0.2321	0.4411	0.3269	0.6428	26
	100'	21513	181	256	922	0.2090	0.4773	0.3137	0.4182	17
	200'	21335	182	273	819	0.2055	0.4850	0.3096	0.3647	14
	300'	18204	244	267	862	0.2005	0.4984	0.3010	0.3253	12
	500'	14624	175	248	925	0.1980	0.5095	0.2925	0.3029	11
	700'	13992	175	242	918	0.1982	0.5084	0.2935	0.3044	10
	900'	15137	179	251	912	0.1921	0.5209	0.2871	0.3061	11
7	0	54131	227	338	999	0.2353	0.4417	0.3230	0.6036	27
	100'	18513	171	280	1115	0.2106	0.4783	0.3111	0.3008	19
	200'	17205	163	271	1097	0.2095	0.4828	0.3077	0.2984	16
	300'	13575	157	265	993	0.2023	0.4962	0.3015	0.2463	15
	500'	10983	156	259	1163	0.2032	0.5030	0.2938	0.2086	13
	700'	14823	152	265	1077	0.2076	0.4928	0.2996	0.2689	12

	900'	9679	151	272	1227	0.2032	0.5146	0.2822	0.1667	11
	0	54403	226	341	1032	0.2353	0.4399	0.3247	0.5960	22
	100'	20935	195	235	1110	0.2111	0.4739	0.3150	0.4829	15
	200'	20002	190	265	1059	0.2093	0.4789	0.3117	0.3628	12
8	300'	16117	184	259	1038	0.2019	0.4926	0.3056	0.3061	10
	500'	18011	191	259	994	0.2064	0.4974	0.2962	0.3420	9
	700'	12648	182	253	1017	0.1997	0.5083	0.2920	0.2517	10
	900'	12851	181	256	1079	0.1959	0.5197	0.2844	0.2498	12
	0	51338	214	326	978	0.2327	0.4438	0.3235	0.6154	25
	100'	15053	159	243	958	0.1984	0.4910	0.3106	0.3247	21
	200'	14156	152	249	1010	0.2033	0.4910	0.3057	0.2909	18
9	300'	11865	155	238	974	0.1945	0.5062	0.2993	0.2668	15
	500'	8213	164	231	950	0.1949	0.5141	0.2911	0.1961	13
	700'	8707	169	221	953	0.1966	0.5182	0.2852	0.2271	10
	900'	7862	158	218	1032	0.1921	0.5288	0.2791	0.2107	9
	0	55693	224	336	985	0.2344	0.4409	0.3248	0.6284	22
	100'	22835	181	277	891	0.2077	0.4817	0.3106	0.3791	15
	200'	25806	184	271	866	0.2140	0.4748	0.3113	0.4476	13
10	300'	19276	175	257	904	0.2017	0.4952	0.3031	0.3718	10
	500'	21004	176	255	857	0.2082	0.4915	0.3002	0.4115	8
	700'	13398	171	257	999	0.1985	0.5088	0.2928	0.2584	7
	900'	15960	172	260	951	0.1953	0.5190	0.2857	0.3008	9
	0	48955	208	327	999	0.2294	0.4457	0.3249	0.5832	28
	100'	14367	162	253	990	0.1960	0.4936	0.3105	0.2859	16
	200'	12923	162	240	1026	0.2011	0.4931	0.3059	0.2858	15
11	300'	9615	157	234	1004	0.1954	0.5049	0.2998	0.2237	12
	500'	8310	150	234	1036	0.1915	0.5170	0.2915	0.1933	10
	700'	8192	154	237	1000	0.1900	0.5240	0.2860	0.1858	8
	900'	15626	166	239	850	0.2011	0.5096	0.2893	0.3485	7
	0	48815	217	306	965	0.2323	0.4434	0.3243	0.6641	23
	100'	15438	154	239	855	0.1931	0.4959	0.3110	0.3443	18
	200'	16811	154	235	916	0.2059	0.4841	0.3099	0.3878	14
12	300'	12878	142	233	886	0.1901	0.5115	0.2984	0.3022	13
	500'	11474	163	210	888	0.2011	0.5071	0.2918	0.3314	11
	700'	8638	146	224	914	0.1994	0.5166	0.2840	0.2193	9
	900'	9137	148	237	944	0.1969	0.5249	0.2782	0.2072	8

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan sampel 3 mm ulangan ke-1

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
1	0	67862	247	353	1110	0.2259	0.4375	0.3366	0.6938	35
	100'	36830	200	299	856	0.2179	0.4685	0.3136	0.5248	25
	200'	40649	196	295	899	0.1994	0.4911	0.3095	0.5950	21
	300'	31017	187	282	802	0.2020	0.4921	0.3059	0.4969	22
	500'	23345	181	279	820	0.2038	0.4890	0.3072	0.3820	19
	700'	29698	190	281	845	0.1898	0.5108	0.2994	0.4791	17
	900'	34623	186	286	792	0.1861	0.5202	0.2937	0.5392	15
2	0	65136	263	310	1132	0.2295	0.4331	0.3374	0.8634	36
	100'	36863	236	253	834	0.2136	0.4737	0.3127	0.7336	27
	200'	36038	209	243	864	0.2074	0.4808	0.3118	0.7775	23
	300'	31695	204	232	764	0.1978	0.4982	0.3040	0.7501	20
	500'	24042	197	230	758	0.1960	0.5016	0.3024	0.5790	19
	700'	24102	198	217	799	0.1942	0.5095	0.2963	0.6520	18
	900'	30472	202	235	776	0.1905	0.5129	0.2966	0.7029	16
3	0	63996	265	309	1162	0.2308	0.4328	0.3364	0.8538	36
	100'	38005	212	258	806	0.2157	0.4726	0.3117	0.7273	27
	200'	37273	202	249	809	0.2053	0.4830	0.3117	0.7658	23
	300'	32938	207	246	739	0.1990	0.4980	0.3030	0.6934	20
	500'	27798	197	238	744	0.1966	0.4954	0.3080	0.6252	18
	700'	26559	195	229	796	0.1956	0.5075	0.2969	0.6452	17
	900'	30019	193	235	778	0.1910	0.5196	0.2894	0.6925	17
4	0	67412	264	321	1153	0.2373	0.4248	0.3378	0.8334	34
	100'	40775	203	267	847	0.2188	0.4689	0.3123	0.7286	27
	200'	37330	205	259	822	0.2076	0.4801	0.3123	0.7089	26
	300'	35188	190	246	795	0.2035	0.4932	0.3033	0.7407	23
	500'	29382	185	242	787	0.2010	0.4965	0.3025	0.6391	20
	700'	27963	186	244	849	0.1983	0.5026	0.2991	0.5983	17
	900'	30312	193	253	809	0.1957	0.5078	0.2965	0.6033	19
5	0	67459	262	326	1110	0.2334	0.4316	0.3350	0.8086	35
	100'	40591	212	272	865	0.2150	0.4726	0.3124	0.6989	32
	200'	38113	215	262	833	0.2047	0.4869	0.3084	0.7073	27
	300'	32897	201	258	837	0.2025	0.4924	0.3051	0.6296	25
	500'	26870	197	257	895	0.2028	0.4937	0.3035	0.5182	24
	700'	25040	196	255	863	0.2018	0.4958	0.3025	0.4906	18
	900'	32028	197	260	785	0.1968	0.5095	0.2936	0.6036	15

	0	68362	259	329	1104	0.2365	0.4259	0.3376	0.8046	35
	100'	44137	219	280	886	0.2143	0.4701	0.3157	0.7172	24
	200'	41809	215	268	870	0.2059	0.4831	0.3110	0.7415	22
6	300'	35874	207	258	806	0.2059	0.4871	0.3069	0.6865	18
	500'	29257	207	249	835	0.2045	0.4891	0.3064	0.6011	20
	700'	30793	209	257	854	0.2045	0.4899	0.3057	0.5939	16
	900'	36349	212	261	806	0.1987	0.5050	0.2963	0.6797	13
	0	66920	265	328	1138	0.2376	0.4257	0.3367	0.7924	39
	100'	41340	212	272	930	0.2164	0.4718	0.3118	0.7118	25
	200'	38280	203	268	936	0.2112	0.4777	0.3110	0.6789	21
7	300'	34127	195	259	882	0.2033	0.4903	0.3064	0.6481	19
	500'	28666	196	255	904	0.2006	0.4928	0.3066	0.5616	18
	700'	26388	195	253	907	0.1990	0.4951	0.3058	0.5252	16
	900'	33333	197	260	875	0.1947	0.5094	0.2958	0.6281	15
	0	67282	260	330	1093	0.2318	0.4324	0.3358	0.7870	35
	100'	42403	209	275	843	0.2166	0.4726	0.3108	0.7143	28
	200'	38554	201	263	852	0.2100	0.4836	0.3064	0.7100	26
8	300'	32779	187	256	835	0.2000	0.4949	0.3051	0.6372	24
	500'	29997	194	256	790	0.1997	0.4982	0.3021	0.5831	23
	700'	28249	194	257	834	0.2002	0.4999	0.3000	0.5448	21
	900'	33573	198	260	824	0.1910	0.5193	0.2898	0.6327	16
	0	65759	257	333	1097	0.2354	0.4276	0.3370	0.7554	37
	100'	43248	214	288	936	0.2161	0.4691	0.3149	0.6642	25
	200'	36284	192	272	881	0.2124	0.4778	0.3099	0.6248	21
9	300'	33360	193	267	904	0.1983	0.4966	0.3051	0.5961	20
	500'	27405	183	264	877	0.2045	0.4890	0.3066	0.5009	22
	700'	26476	183	261	889	0.2045	0.4902	0.3053	0.4951	19
	900'	33723	193	267	830	0.2006	0.5036	0.2958	0.6026	18
	0	58627	260	299	995	0.2277	0.4420	0.3302	0.8354	39
	100'	35552	195	263	906	0.2120	0.4753	0.3126	0.6548	25
	200'	27054	182	241	813	0.2096	0.4837	0.3067	0.5934	21
10	300'	28693	179	245	876	0.1952	0.4999	0.3050	0.6089	18
	500'	24687	181	239	941	0.1939	0.5039	0.3022	0.5506	16
	700'	19735	176	234	940	0.1919	0.5065	0.3015	0.4591	15
	900'	27106	173	238	833	0.1877	0.5229	0.2894	0.6096	16
	0	57231	247	293	998	0.2261	0.4437	0.3301	0.8492	36
11	100'	29234	192	243	780	0.2194	0.4705	0.3101	0.6307	27

	200'	24862	171	229	857	0.2002	0.4932	0.3066	0.6039	22
	300'	25621	177	229	798	0.1937	0.5024	0.3039	0.6224	20
	500'	20209	167	227	870	0.1913	0.5077	0.3010	0.4996	18
	700'	15816	173	223	884	0.1908	0.5085	0.3007	0.4052	16
	900'	23875	180	230	826	0.1860	0.5251	0.2889	0.5749	15
12	0	54394	258	272	950	0.2261	0.4467	0.3272	0.9366	37
	100'	22246	178	215	843	0.2166	0.4776	0.3058	0.6131	29
	200'	21647	185	199	780	0.2063	0.4882	0.3055	0.6963	24
	300'	19615	186	210	805	0.2014	0.4986	0.3001	0.5666	20
	500'	12189	174	187	845	0.1990	0.4996	0.3014	0.4440	18
	700'	9242	174	203	894	0.1982	0.5001	0.3017	0.2857	16
	900'	17424	186	206	740	0.1941	0.5147	0.2911	0.5231	14

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan sampel 3 mm ulangan ke-2

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perim	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
1	0	65468	284	299	1017	0.2248	0.4443	0.3309	0.9329	37
	100'	40537	226	243	865	0.2088	0.4813	0.3099	0.8745	29
	200'	37468	216	237	844	0.2007	0.4918	0.3075	0.8498	25
	300'	33972	205	231	842	0.1863	0.5177	0.2961	0.8110	23
	500'	28300	210	230	788	0.1810	0.5275	0.2915	0.6815	19
	700'	27695	206	228	776	0.1803	0.5305	0.2892	0.6787	16
	900'	21958	201	225	896	0.1841	0.5439	0.2720	0.5525	13
2	0	65425	283	297	1057	0.2282	0.4424	0.3294	0.9448	38
	100'	40069	241	248	830	0.2138	0.4757	0.3105	0.8299	28
	200'	36608	229	238	849	0.2049	0.4861	0.3090	0.8233	22
	300'	32134	221	226	802	0.1900	0.5128	0.2972	0.8015	19
	500'	26831	199	220	792	0.1904	0.5243	0.2853	0.7062	16
	700'	23705	220	227	855	0.1873	0.5285	0.2842	0.5860	15
	900'	24739	205	213	781	0.1793	0.5372	0.2835	0.6946	14
3	0	65542	298	306	968	0.2250	0.4491	0.3259	0.8917	35
	100'	41399	231	250	923	0.2132	0.4787	0.3080	0.8438	30
	200'	32539	214	233	946	0.2061	0.4891	0.3048	0.7635	20
	300'	30154	208	225	773	0.1868	0.5105	0.3027	0.7588	19
	500'	26740	210	225	782	0.1835	0.5226	0.2939	0.6729	18
	700'	23018	215	220	923	0.1893	0.5258	0.2848	0.6058	17
	900'	23146	199	224	796	0.1800	0.5366	0.2834	0.5876	15

4	0	64793	278	310	1022	0.2290	0.4415	0.3295	0.8589	36
	100'	41719	229	258	851	0.2135	0.4755	0.3109	0.7984	22
	200'	35668	214	246	812	0.2032	0.4901	0.3066	0.7508	19
	300'	29978	212	232	763	0.1883	0.5109	0.3008	0.7095	16
	500'	28793	207	239	813	0.1876	0.5246	0.2878	0.6421	15
	700'	21113	201	235	852	0.1903	0.5246	0.2851	0.4870	14
	900'	17895	206	238	791	0.1797	0.5396	0.2806	0.4024	13
5	0	54341	261	282	921	0.2177	0.4531	0.3291	0.8705	37
	100'	26065	203	215	840	0.2080	0.4853	0.3067	0.7183	27
	200'	21057	189	197	809	0.1990	0.4968	0.3042	0.6912	22
	300'	18643	184	198	823	0.1840	0.5163	0.2997	0.6058	21
	500'	12469	181	182	832	0.1816	0.5268	0.2916	0.4795	19
	700'	9094	186	175	882	0.1814	0.5297	0.2889	0.3783	17
	900'	7764	172	165	974	0.1802	0.5402	0.2797	0.3633	14
6	0	61933	275	317	1009	0.2295	0.4413	0.3292	0.7851	38
	100'	35401	237	261	845	0.2074	0.4806	0.3120	0.6620	27
	200'	33457	227	251	827	0.2042	0.4878	0.3080	0.6765	24
	300'	31463	222	248	783	0.1934	0.5083	0.2984	0.6517	21
	500'	25886	221	248	857	0.1822	0.5268	0.2910	0.5362	17
	700'	23601	226	229	839	0.1933	0.5174	0.2893	0.5733	15
	900'	22386	215	252	997	0.1816	0.5387	0.2796	0.4491	13
7	0	57438	261	308	938	0.2302	0.4435	0.3263	0.7713	38
	100'	31613	218	265	1005	0.2084	0.4782	0.3134	0.5735	29
	200'	26037	206	251	860	0.2040	0.4860	0.3100	0.5265	25
	300'	24729	202	248	944	0.1774	0.5289	0.2938	0.5122	21
	500'	16791	202	243	936	0.1908	0.5155	0.2936	0.3622	19
	700'	15334	197	221	1035	0.1944	0.5166	0.2890	0.3999	16
	900'	11521	192	225	1191	0.1905	0.5282	0.2813	0.2899	13
8	0	61901	274	315	994	0.2294	0.4413	0.3294	0.7947	37
	100'	35129	231	266	873	0.2118	0.4771	0.3111	0.6325	27
	200'	31427	224	251	852	0.2005	0.4902	0.3093	0.6355	25
	300'	27266	209	233	789	0.1872	0.5152	0.2976	0.6398	23
	500'	25768	216	241	799	0.1875	0.5199	0.2927	0.5652	21
	700'	20983	212	239	859	0.1828	0.5342	0.2831	0.4680	18
	900'	17005	201	217	888	0.1798	0.5455	0.2747	0.4600	15

	0	61357	273	318	1031	0.2308	0.4421	0.3271	0.7729	34
	100'	37657	214	257	890	0.2097	0.4808	0.3095	0.7263	28
	200'	34792	219	253	844	0.2072	0.4817	0.3111	0.6924	25
9	300'	31986	219	248	827	0.1937	0.5039	0.3024	0.6625	27
	500'	25366	201	243	788	0.1844	0.5287	0.2869	0.5472	24
	700'	22957	202	222	821	0.1854	0.5314	0.2832	0.5934	21
	900'	25319	205	239	898	0.1870	0.5298	0.2832	0.5647	19
	0	56483	264	299	989	0.2298	0.4450	0.3252	0.8048	32
	100'	27191	186	253	874	0.2138	0.4760	0.3102	0.5411	31
	200'	26017	193	245	840	0.2091	0.4810	0.3100	0.5521	26
10	300'	23433	188	230	742	0.1915	0.5100	0.2985	0.5643	26
	500'	17298	187	229	755	0.1872	0.5228	0.2900	0.4202	24
	700'	14083	176	221	800	0.1854	0.5279	0.2867	0.3673	19
	900'	10036	175	212	977	0.1852	0.5353	0.2796	0.2845	17
	0	54905	255	293	949	0.2291	0.4459	0.3250	0.8147	23
	100'	19338	197	210	836	0.2138	0.4784	0.3078	0.5586	21
	200'	20885	191	210	781	0.2092	0.4847	0.3061	0.6033	20
11	300'	19269	200	220	745	0.1920	0.5135	0.2946	0.5072	21
	500'	11120	183	196	815	0.1895	0.5250	0.2855	0.3687	12
	700'	8748	190	186	822	0.1866	0.5278	0.2856	0.3221	29
	900'	5253	175	163	902	0.1969	0.5293	0.2738	0.2519	19
	0	54677	259	289	982	0.2261	0.4491	0.3248	0.8339	34
	100'	21784	185	242	787	0.2100	0.4813	0.3088	0.4738	25
	200'	21932	185	227	750	0.2058	0.4829	0.3113	0.5422	20
12	300'	18881	183	220	714	0.1924	0.5090	0.2986	0.4969	18
	500'	12501	171	217	750	0.1874	0.5287	0.2839	0.3382	15
	700'	10947	176	214	890	0.1942	0.5266	0.2792	0.3045	13
	900'	6735	164	212	836	0.1968	0.5297	0.2735	0.1909	11

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan Sampel 3 mm Ulangan Ke-3

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
1	0	54627	235	307	958	0.2283	0.4456	0.3261	0.7383	35
	100'	24267	175	244	744	0.2076	0.4863	0.3061	0.5192	27
	200'	22749	171	237	742	0.2081	0.4867	0.3052	0.5159	25
	300'	15227	165	232	757	0.1988	0.4943	0.3069	0.3604	23
	500'	15997	152	229	743	0.1989	0.4977	0.3034	0.3886	21
	700'	13150	159	228	741	0.1993	0.5032	0.2975	0.3222	18
	900'	16725	166	229	770	0.1905	0.5171	0.2924	0.4063	15
2	0	50467	212	315	990	0.2274	0.4462	0.3264	0.6479	36
	100'	20540	161	251	889	0.2084	0.4855	0.3061	0.4153	30
	200'	18425	161	241	933	0.2060	0.4876	0.3064	0.4041	25
	300'	15861	136	238	896	0.1965	0.5011	0.3023	0.3567	22
	500'	13351	159	235	960	0.1960	0.5064	0.2975	0.3080	18
	700'	9343	155	230	1018	0.1936	0.5104	0.2961	0.2250	17
	900'	15414	157	235	887	0.1946	0.5097	0.2956	0.3556	15
3	0	53098	228	304	1002	0.2269	0.4465	0.3265	0.7319	39
	100'	27410	174	237	789	0.2069	0.4848	0.3083	0.6216	29
	200'	22622	175	226	765	0.2104	0.4765	0.3131	0.5642	23
	300'	19701	173	219	752	0.2061	0.4851	0.3087	0.5233	20
	500'	19130	161	222	764	0.1953	0.5068	0.2979	0.4945	18
	700'	15330	160	214	790	0.2046	0.4890	0.3064	0.4264	17
	900'	18574	165	222	771	0.2003	0.5028	0.2969	0.4801	14
4	0	70866	291	322	1158	0.2257	0.4432	0.3311	0.8707	36
	100'	43164	226	260	988	0.2075	0.4821	0.3104	0.8134	27
	200'	40425	231	259	970	0.2030	0.4892	0.3078	0.7677	25
	300'	37678	220	249	935	0.1943	0.5024	0.3033	0.7741	21
	500'	31051	219	242	804	0.1873	0.5077	0.3050	0.6754	19
	700'	28226	216	236	942	0.1909	0.5128	0.2963	0.6456	17
	900'	34246	214	237	940	0.1838	0.5302	0.2860	0.7767	15
5	0	67471	286	309	1198	0.2273	0.4386	0.3341	0.9002	38
	100'	38697	216	254	813	0.2030	0.4870	0.3099	0.7641	28
	200'	37840	221	253	818	0.1942	0.4925	0.3133	0.7531	23
	300'	35078	210	242	761	0.1904	0.5015	0.3080	0.7630	20
	500'	31951	214	243	764	0.1898	0.5057	0.3045	0.6893	18
	700'	27634	205	236	773	0.1872	0.5109	0.3019	0.6320	16
	900'	33608	213	241	824	0.1838	0.5235	0.2927	0.7371	15

	0	68424	288	308	1078	0.2207	0.4465	0.3328	0.9188	36
	100'	41571	227	257	831	0.2030	0.4856	0.3114	0.8018	29
	200'	37641	214	246	825	0.1993	0.4918	0.3089	0.7924	20
6	300'	34069	203	239	783	0.1910	0.5038	0.3052	0.7598	19
	500'	31468	209	235	811	0.1887	0.5129	0.2984	0.7259	18
	700'	30728	201	242	784	0.1877	0.5097	0.3026	0.6684	17
	900'	33982	208	243	820	0.1830	0.5231	0.2939	0.7331	16
	0	70761	265	339	1185	0.2271	0.4389	0.3340	0.7844	37
	100'	43742	214	281	849	0.2016	0.4881	0.3103	0.7057	28
	200'	38903	203	272	908	0.1971	0.4958	0.3071	0.6698	24
7	300'	35177	191	263	856	0.1893	0.5083	0.3024	0.6479	20
	500'	32067	194	262	850	0.1873	0.5169	0.2958	0.5951	17
	700'	28993	204	260	887	0.1891	0.5176	0.2932	0.5464	16
	900'	33534	211	265	864	0.1827	0.5344	0.2829	0.6083	14
	0	73466	274	341	1156	0.2276	0.4378	0.3346	0.8048	36
	100'	46300	223	293	917	0.2056	0.4816	0.3128	0.6870	26
	200'	42056	208	277	881	0.1991	0.4916	0.3094	0.6982	23
8	300'	38493	202	268	835	0.1868	0.5029	0.3103	0.6827	21
	500'	35546	200	271	836	0.1884	0.5123	0.2992	0.6166	18
	700'	32785	199	267	916	0.1860	0.5173	0.2967	0.5858	16
	900'	36760	200	270	869	0.1813	0.5313	0.2874	0.6424	14
	0	71779	270	338	1174	0.2274	0.4398	0.3328	0.8004	38
	100'	38417	210	256	881	0.2055	0.4853	0.3092	0.7467	31
	200'	34831	200	255	897	0.1996	0.4926	0.3078	0.6824	28
9	300'	34150	211	247	787	0.1873	0.5034	0.3094	0.7131	26
	500'	26518	196	245	897	0.1894	0.5136	0.2970	0.5628	22
	700'	22943	188	240	921	0.1893	0.5152	0.2955	0.5074	19
	900'	25456	191	239	886	0.1835	0.5319	0.2846	0.5677	17
	0	69299	256	345	1134	0.2264	0.4388	0.3347	0.7417	36
	100'	46961	219	297	913	0.1992	0.4849	0.3159	0.6782	30
	200'	43771	205	289	924	0.1928	0.4933	0.3139	0.6676	21
10	300'	40824	201	281	831	0.1872	0.5050	0.3078	0.6586	19
	500'	38830	200	283	828	0.1837	0.5165	0.2998	0.6176	15
	700'	35202	199	282	835	0.1821	0.5204	0.2976	0.5639	13
	900'	37269	199	283	873	0.1762	0.5366	0.2872	0.5928	12
	0	65557	275	312	1067	0.2247	0.4417	0.3336	0.8579	38
11	100'	39173	217	259	829	0.2049	0.4836	0.3115	0.7439	27
	200'	34985	205	256	880	0.2010	0.4890	0.3099	0.6800	20

	300'	31954	191	245	751	0.1864	0.5056	0.3079	0.6781	23
	500'	28972	193	244	780	0.1894	0.5122	0.2983	0.6199	21
	700'	24691	193	241	807	0.1882	0.5162	0.2956	0.5415	18
	900'	28422	197	246	841	0.1835	0.5312	0.2854	0.5983	16
12	0	70537	261	339	1070	0.2248	0.4452	0.3299	0.7819	40
	100'	40863	204	287	877	0.2044	0.4848	0.3109	0.6320	30
	200'	38207	197	278	922	0.2045	0.4865	0.3090	0.6298	27
	300'	36862	197	272	844	0.1930	0.5023	0.3048	0.6347	26
	500'	31329	186	270	809	0.1871	0.5097	0.3032	0.5475	22
	700'	25783	181	270	839	0.1828	0.5151	0.3021	0.4505	20
	900'	32072	194	273	848	0.1816	0.5306	0.2878	0.5482	18

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan sampel 5 mm ulangan ke-1

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
1	0	74704	292	329	1201	0.2407	0.4113	0.3480	0.8792	66
	100'	52354	243	297	897	0.2064	0.4786	0.3150	0.7561	46
	200'	41169	208	276	910	0.2007	0.4905	0.3087	0.6885	40
	300'	38039	218	271	832	0.1923	0.5044	0.3033	0.6598	35
	500'	30843	190	260	881	0.1921	0.5041	0.3038	0.5812	36
	700'	26834	190	258	877	0.1904	0.5051	0.3044	0.5135	33
	900'	31625	198	257	831	0.1857	0.5223	0.2921	0.6100	31
2	0	70915	289	313	1050	0.2339	0.4321	0.3340	0.9221	68
	100'	50341	258	275	898	0.2056	0.4812	0.3132	0.8480	54
	200'	34206	214	241	878	0.2042	0.4882	0.3076	0.7502	44
	300'	31464	217	253	840	0.1923	0.5043	0.3034	0.6262	40
	500'	22056	208	245	923	0.1867	0.5125	0.3007	0.4681	37
	700'	17480	210	233	913	0.1851	0.5137	0.3012	0.4102	35
	900'	27408	208	242	848	0.1817	0.5306	0.2876	0.5962	33
3	0	79285	299	336	1184	0.2426	0.4122	0.3453	0.8946	66
	100'	57254	244	303	937	0.2068	0.4745	0.3187	0.7944	47
	200'	46826	239	270	909	0.2062	0.4824	0.3114	0.8183	38
	300'	37601	227	246	841	0.1994	0.4943	0.3063	0.7915	37
	500'	35362	208	270	863	0.1953	0.5003	0.3044	0.6179	36
	700'	29524	202	260	915	0.1955	0.4986	0.3059	0.5564	34
	900'	38516	213	271	847	0.1819	0.5278	0.2902	0.6681	32
4	0	81489	281	355	1264	0.2391	0.4141	0.3468	0.8237	63

	100'	53831	239	303	972	0.2089	0.4763	0.3148	0.7469	40
	200'	43947	221	286	992	0.2046	0.4846	0.3109	0.6844	37
	300'	38518	226	261	922	0.1977	0.4977	0.3046	0.7203	35
	500'	29553	210	258	940	0.1939	0.5027	0.3034	0.5656	33
	700'	21904	202	255	1036	0.1904	0.5059	0.3036	0.4291	31
	900'	32318	204	261	888	0.1849	0.5244	0.2907	0.6044	29
	0	78029	271	355	1343	0.2434	0.4098	0.3469	0.7887	64
	100'	53770	223	308	964	0.2125	0.4711	0.3164	0.7221	50
5	200'	43726	211	289	977	0.2101	0.4778	0.3121	0.6669	47
	300'	38507	194	281	884	0.2006	0.4950	0.3044	0.6212	39
	500'	32835	201	268	933	0.1977	0.4973	0.3049	0.5824	34
	700'	27022	198	263	960	0.1957	0.4983	0.3059	0.4977	32
	900'	34653	198	272	946	0.1906	0.5150	0.2944	0.5967	30
	0	72682	261	363	1177	0.2338	0.4297	0.3365	0.7027	65
	100'	46790	212	323	926	0.2159	0.4717	0.3124	0.5713	45
6	200'	34322	199	308	1095	0.2181	0.4739	0.3080	0.4609	42
	300'	23601	181	289	998	0.2014	0.4935	0.3051	0.3600	37
	500'	22755	172	279	912	0.1942	0.5002	0.3056	0.3724	36
	700'	15554	172	259	968	0.1924	0.4992	0.3083	0.2954	33
	900'	26247	181	278	880	0.1875	0.5178	0.2948	0.4326	30
	0	67491	272	322	1121	0.2333	0.4310	0.3357	0.8292	63
	100'	42729	213	285	873	0.2144	0.4750	0.3105	0.6701	40
7	200'	32042	206	260	945	0.2061	0.4853	0.3086	0.6038	40
	300'	19802	182	241	867	0.1962	0.4988	0.3050	0.4343	38
	500'	18889	185	245	893	0.1910	0.5066	0.3024	0.4009	37
	700'	10792	187	236	886	0.1872	0.5069	0.3059	0.2468	35
	900'	20064	187	236	902	0.1860	0.5224	0.2916	0.4589	28
	0	69147	254	343	1181	0.2294	0.4377	0.3329	0.7487	60
	100'	44945	208	300	923	0.2104	0.4772	0.3124	0.6362	49
8	200'	30157	194	273	972	0.2116	0.4780	0.3105	0.5155	47
	300'	23574	180	253	924	0.1999	0.4937	0.3063	0.4692	46
	500'	14715	162	260	1036	0.1990	0.5009	0.3001	0.2773	45
	700'	10487	161	248	1127	0.1976	0.5000	0.3024	0.2172	41
	900'	21050	174	241	963	0.1893	0.5162	0.2944	0.4617	36
	0	63348	250	319	1068	0.2331	0.4281	0.3388	0.7930	61
9	100'	43119	210	285	928	0.2105	0.4748	0.3147	0.6763	48
	200'	31856	188	267	1062	0.2127	0.4775	0.3098	0.5692	42

	300'	20652	164	242	954	0.2002	0.4919	0.3078	0.4492	41
	500'	17883	167	235	953	0.1980	0.4972	0.3047	0.4125	40
	700'	14372	175	232	1034	0.1922	0.5049	0.3029	0.3402	39
	900'	19986	160	238	964	0.1915	0.5141	0.2944	0.4495	37
	0	64890	262	310	1177	0.2298	0.4316	0.3387	0.8602	69
	100'	42343	206	272	904	0.2062	0.4822	0.3116	0.7291	41
	200'	30040	181	249	1021	0.2033	0.4873	0.3093	0.6172	39
10	300'	25695	182	234	953	0.1944	0.5002	0.3054	0.5978	37
	500'	25695	182	234	953	0.1944	0.5002	0.3054	0.5978	36
	700'	18500	167	228	942	0.1927	0.5045	0.3029	0.4533	35
	900'	13821	172	217	1029	0.1904	0.5040	0.3056	0.3739	35
	0	21862	185	241	952	0.1840	0.5321	0.2839	0.4795	82
	100'	72289	264	345	1221	0.2376	0.4217	0.3407	0.7737	50
	200'	51577	219	308	941	0.2080	0.4754	0.3167	0.6926	49
11	300'	41143	194	285	927	0.2140	0.4752	0.3107	0.6453	45
	500'	34267	196	274	938	0.1952	0.4984	0.3064	0.5814	42
	700'	30845	194	271	994	0.1912	0.5085	0.3003	0.5350	40
	900'	23099	182	259	907	0.1967	0.4982	0.3051	0.4387	38
	0	30901	189	271	1010	0.1835	0.5274	0.2890	0.5360	59
	100'	71801	258	358	1080	0.2297	0.4370	0.3333	0.7137	45
	200'	45752	201	318	953	0.2184	0.4699	0.3117	0.5763	37
12	300'	40286	189	308	931	0.2066	0.4818	0.3117	0.5410	35
	500'	29672	185	292	897	0.2047	0.4901	0.3052	0.4433	33
	700'	31021	171	294	917	0.1946	0.5009	0.3045	0.4572	30
	900'	23110	165	285	907	0.1935	0.5008	0.3057	0.3624	28

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan sampel 5 mm ulangan ke-2

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
	0	65261	257	333	1062	0.2407	0.4299	0.3294	0.7497	58
	100'	46555	221	287	922	0.2156	0.4692	0.3152	0.7200	53
	200'	32617	201	267	964	0.2239	0.4653	0.3108	0.5828	46
1	300'	27424	200	260	923	0.2046	0.4921	0.3034	0.5168	45
	500'	16420	192	236	929	0.1988	0.5054	0.2958	0.3756	37
	700'	12047	185	230	993	0.1971	0.5113	0.2916	0.2901	35
	900'	11517	186	233	1052	0.1928	0.5213	0.2859	0.2702	33
2	0	75476	284	340	1212	0.2355	0.4302	0.3343	0.8317	60

	100'	53841	245	297	915	0.2151	0.4719	0.3130	0.7776	47
	200'	33542	225	272	923	0.2147	0.4748	0.3104	0.5775	44
	300'	30567	211	258	817	0.1989	0.4988	0.3023	0.5850	43
	500'	18783	204	255	826	0.1916	0.5149	0.2935	0.3680	40
	700'	16995	199	247	842	0.1956	0.5165	0.2879	0.3549	39
	900'	14984	197	251	932	0.1829	0.5327	0.2844	0.3030	39
	0	74182	282	337	1078	0.2345	0.4339	0.3316	0.8321	77
3	100'	51255	252	296	1049	0.2096	0.4771	0.3132	0.7452	65
	200'	34995	218	272	946	0.2155	0.4737	0.3108	0.6026	55
	300'	27175	217	262	1067	0.1961	0.5010	0.3028	0.5043	49
	500'	16382	218	246	1106	0.1896	0.5150	0.2954	0.3448	40
	700'	15331	224	236	1096	0.1906	0.5174	0.2921	0.3507	40
	900'	13635	218	248	1171	0.1870	0.5275	0.2855	0.2824	35
	0	74192	279	331	1178	0.2302	0.4392	0.3305	0.8626	71
	100'	52351	234	298	965	0.2162	0.4730	0.3108	0.7510	41
4	200'	38079	214	273	1019	0.2226	0.4694	0.3080	0.6509	36
	300'	21889	205	248	931	0.1988	0.4975	0.3037	0.4534	49
	500'	12958	197	242	993	0.1898	0.5133	0.2969	0.2819	56
	700'	10187	197	236	992	0.1889	0.5185	0.2926	0.2330	53
	900'	9423	198	235	1034	0.1894	0.5247	0.2859	0.2174	53
	0	69285	282	313	1033	0.2290	0.4481	0.3229	0.9009	65
	100'	47632	236	284	891	0.2160	0.4742	0.3098	0.7523	43
5	200'	35610	217	263	953	0.2209	0.4713	0.3078	0.6558	33
	300'	19070	206	243	880	0.1957	0.5001	0.3043	0.4114	47
	500'	11619	212	231	954	0.1889	0.5144	0.2967	0.2774	37
	700'	9409	192	216	955	0.1893	0.5158	0.2949	0.2569	32
	900'	6736	198	229	1044	0.2022	0.5164	0.2814	0.1636	31
	0	69356	275	318	1100	0.2296	0.4416	0.3289	0.8737	84
	100'	45628	243	262	917	0.2073	0.4816	0.3112	0.8468	53
6	200'	34752	226	249	984	0.2111	0.4812	0.3077	0.7140	30
	300'	13942	198	224	897	0.2029	0.4927	0.3044	0.3540	37
	500'	9160	202	209	938	0.1944	0.5073	0.2983	0.2671	41
	700'	8705	195	226	893	0.1933	0.5125	0.2943	0.2171	29
	900'	7455	199	203	933	0.1928	0.5204	0.2867	0.2305	23
	0	65920	284	304	974	0.2256	0.4487	0.3257	0.9087	72
7	100'	49422	246	260	901	0.2066	0.4820	0.3114	0.9313	52
	200'	34389	224	243	1011	0.2104	0.4822	0.3075	0.7419	34

	300'	24431	215	241	910	0.1935	0.5067	0.2998	0.5358	31
	500'	10401	206	241	989	0.1864	0.5227	0.2910	0.2281	32
	700'	9004	201	237	1003	0.1898	0.5222	0.2880	0.2042	32
	900'	6839	203	202	1021	0.1882	0.5308	0.2811	0.2135	33
8	0	64597	271	301	998	0.2240	0.4507	0.3252	0.9083	71
	100'	45573	251	267	974	0.2066	0.4842	0.3092	0.8144	49
	200'	17920	205	243	974	0.2246	0.4651	0.3103	0.3866	46
	300'	12412	202	227	992	0.1936	0.5045	0.3019	0.3068	33
	500'	5385	182	220	992	0.1945	0.5093	0.2962	0.1417	29
	700'	4518	178	198	993	0.1981	0.5089	0.2929	0.1468	30
	900'	3630	187	212	1035	0.1921	0.5207	0.2873	0.1029	33
9	0	60728	259	292	946	0.2160	0.4616	0.3224	0.9073	62
	100'	36501	213	254	871	0.2097	0.4831	0.3072	0.7207	40
	200'	22738	194	230	951	0.2127	0.4805	0.3067	0.5476	25
	300'	9067	175	205	983	0.1979	0.4991	0.3030	0.2748	32
	500'	4931	172	193	1048	0.1939	0.5096	0.2964	0.1686	21
	700'	3890	177	193	1005	0.1952	0.5113	0.2935	0.1330	24
	900'	2541	177	187	1145	0.1915	0.5214	0.2872	0.0926	24
10	0	72975	292	332	1047	0.2351	0.4320	0.3329	0.8434	68
	100'	48370	244	277	947	0.2077	0.4821	0.3102	0.8031	41
	200'	34430	226	257	898	0.2149	0.4781	0.3069	0.6641	38
	300'	17141	200	241	949	0.2006	0.4953	0.3041	0.3760	20
	500'	7744	192	227	989	0.1956	0.5074	0.2970	0.1914	33
	700'	6243	191	221	1023	0.1953	0.5109	0.2938	0.1628	36
	900'	5788	184	225	1100	0.1955	0.5174	0.2871	0.1456	47
11	0	62124	285	291	994	0.2306	0.4340	0.3354	0.9346	60
	100'	41057	236	250	868	0.2160	0.4740	0.3100	0.8368	34
	200'	29291	211	226	820	0.2143	0.4793	0.3065	0.7305	25
	300'	22664	204	210	757	0.1950	0.5080	0.2970	0.6547	23
	500'	12253	200	210	807	0.1903	0.5225	0.2873	0.3539	17
	700'	9498	200	200	815	0.1842	0.5257	0.2901	0.3025	38
	900'	8060	208	217	821	0.1850	0.5302	0.2848	0.2180	16
12	0	61573	279	293	1005	0.2289	0.4363	0.3348	0.9137	70
	100'	43642	232	257	835	0.2111	0.4750	0.3139	0.8417	46
	200'	22907	213	227	910	0.2151	0.4744	0.3105	0.5663	41
	300'	18416	208	205	797	0.1963	0.5035	0.3002	0.5582	35
	500'	9349	194	199	807	0.1913	0.5164	0.2923	0.3007	30

700'	6541	194	189	795	0.1964	0.5138	0.2898	0.2333	29
900'	4510	186	192	825	0.1929	0.5246	0.2825	0.1558	20

Sumber: Data Primer (2018)

a. Ketebalan sampel 5 mm ulangan ke-3

Sampel	Waktu (menit)	Area	Tinggi	Lebar	Perimeter	Red	Green	Blue	Roundness	Ketebalan
1	0	63805	278	302	1031	0.2232	0.4442	0.3326	0.8912	61
	100'	40690	233	264	986	0.1995	0.4891	0.3114	0.7437	50
	200'	30545	205	242	965	0.2019	0.4861	0.3120	0.6644	43
	300'	22908	195	231	868	0.1941	0.4976	0.3083	0.5469	36
	500'	19358	191	225	878	0.1926	0.5028	0.3046	0.4871	34
	700'	15733	188	219	893	0.1907	0.5063	0.3029	0.4179	32
	900'	19205	193	211	923	0.1854	0.5197	0.2949	0.5495	33
2	0	62990	281	297	1043	0.2268	0.4446	0.3286	0.9097	61
	100'	38899	257	255	942	0.2063	0.4822	0.3115	0.7621	52
	200'	31265	222	212	1019	0.1956	0.4927	0.3117	0.8862	38
	300'	23418	211	230	955	0.1869	0.5049	0.3083	0.5639	36
	500'	14266	193	221	933	0.1841	0.5134	0.3025	0.3721	36
	700'	16058	199	219	874	0.1846	0.5165	0.2989	0.4265	35
	900'	18311	196	223	845	0.1808	0.5313	0.2879	0.4691	33
3	0	63371	280	295	1007	0.2239	0.4469	0.3292	0.9276	65
	100'	27169	221	228	904	0.2081	0.4832	0.3087	0.6658	54
	200'	33941	208	222	804	0.1972	0.4909	0.3118	0.8773	44
	300'	28486	203	225	756	0.1890	0.5031	0.3080	0.7168	43
	500'	20820	189	216	756	0.1890	0.5124	0.2987	0.5685	40
	700'	19426	206	231	813	0.1894	0.5133	0.2973	0.4638	37
	900'	21420	193	225	785	0.1833	0.5306	0.2861	0.5390	35
4	0	65786	296	305	1047	0.2295	0.4408	0.3297	0.9009	69
	100'	45010	247	252	863	0.2065	0.4802	0.3132	0.9029	58
	200'	30884	219	224	878	0.2068	0.4812	0.3120	0.7841	39
	300'	22212	200	217	804	0.1942	0.5009	0.3049	0.6009	37
	500'	19283	201	213	802	0.1874	0.5118	0.3008	0.5414	34
	700'	19308	201	203	940	0.1903	0.5053	0.3044	0.5969	32
	900'	19001	204	195	870	0.1829	0.5218	0.2952	0.6366	33
5	0	64846	282	298	1083	0.2331	0.4370	0.3298	0.9302	69
	100'	42704	231	257	920	0.2106	0.4767	0.3127	0.8236	49
	200'	35258	216	254	891	0.2034	0.4825	0.3141	0.6962	45

	300'	27165	206	223	849	0.1944	0.4963	0.3093	0.6959	41
	500'	23984	197	224	828	0.1917	0.5029	0.3054	0.6089	38
	700'	18974	194	234	885	0.1882	0.5064	0.3054	0.4414	36
	900'	21203	222	214	882	0.1813	0.5277	0.2910	0.5898	33
6	0	58951	244	329	1025	0.2299	0.4423	0.3278	0.6938	63
	100'	25548	179	258	850	0.2147	0.4750	0.3103	0.4889	42
	200'	21047	173	237	821	0.2074	0.4831	0.3095	0.4773	37
	300'	19825	167	252	1047	0.1951	0.4989	0.3060	0.3977	35
	500'	13630	161	219	772	0.1955	0.4997	0.3048	0.3620	35
	700'	9897	170	226	996	0.1919	0.5094	0.2987	0.2468	33
	900'	12952	169	233	885	0.1887	0.5226	0.2887	0.3039	30
7	0	68115	257	342	1029	0.2285	0.4437	0.3278	0.7419	63
	100'	41742	210	296	995	0.2090	0.4780	0.3130	0.6069	45
	200'	33016	188	279	980	0.2033	0.4870	0.3097	0.5403	42
	300'	21534	181	255	935	0.1971	0.4989	0.3040	0.4219	41
	500'	20032	185	258	873	0.1883	0.5104	0.3013	0.3834	39
	700'	17535	177	257	925	0.1862	0.5134	0.3004	0.3382	36
	900'	21502	175	257	910	0.1871	0.5232	0.2897	0.4147	32
8	0	63026	248	331	1058	0.2327	0.4438	0.3235	0.7328	62
	100'	39195	203	286	1011	0.2151	0.4735	0.3114	0.6104	42
	200'	27717	178	272	995	0.2006	0.4892	0.3102	0.4772	40
	300'	20516	179	256	920	0.1975	0.4985	0.3041	0.3988	38
	500'	15215	177	249	956	0.1934	0.5068	0.2998	0.3126	39
	700'	13770	167	247	932	0.1844	0.5122	0.3034	0.2875	35
	900'	17489	158	251	899	0.1819	0.5233	0.2947	0.3536	33
9	0	59398	240	329	1052	0.2319	0.4415	0.3266	0.6991	61
	100'	29580	190	257	956	0.2228	0.4684	0.3087	0.5705	43
	200'	20069	167	239	937	0.2063	0.4863	0.3073	0.4476	40
	300'	14472	170	236	925	0.1965	0.5000	0.3035	0.3310	37
	500'	11857	153	219	962	0.1926	0.5098	0.2977	0.3149	35
	700'	8057	127	217	1130	0.1839	0.5135	0.3026	0.2180	33
	900'	10197	142	222	1089	0.1830	0.5225	0.2945	0.2636	27
10	0	65066	246	344	1014	0.2299	0.4434	0.3267	0.7004	63
	100'	40511	212	287	908	0.2116	0.4777	0.3107	0.6265	42
	200'	30303	197	268	881	0.2042	0.4891	0.3068	0.5375	40
	300'	26281	187	262	871	0.1941	0.5028	0.3031	0.4877	38
	500'	20096	187	254	854	0.1870	0.5141	0.2989	0.3968	35

	700'	17909	182	254	890	0.1857	0.5194	0.2949	0.3536	33
	900'	19710	184	255	859	0.1850	0.5291	0.2860	0.3861	31
11	0	62936	245	336	1012	0.2293	0.4467	0.3240	0.7102	64
	100'	39106	200	275	866	0.2084	0.4813	0.3102	0.6587	49
	200'	31487	190	263	920	0.1992	0.4924	0.3084	0.5799	46
	300'	26453	181	248	809	0.1890	0.5074	0.3036	0.5479	43
	500'	18612	173	247	830	0.1847	0.5172	0.2981	0.3886	40
	700'	15034	176	240	855	0.1803	0.5230	0.2966	0.3325	38
	900'	19292	180	243	860	0.1807	0.5326	0.2867	0.4162	35
12	0	67394	253	340	1054	0.2311	0.4412	0.3277	0.7427	65
	100'	41348	204	275	918	0.2048	0.4815	0.3137	0.6965	46
	200'	35010	193	264	898	0.1912	0.4974	0.3113	0.6399	43
	300'	29671	184	256	881	0.1848	0.5091	0.3061	0.5767	40
	500'	26156	184	252	874	0.1813	0.5168	0.3019	0.5247	38
	700'	20962	172	241	891	0.1799	0.5192	0.3009	0.4598	36
	900'	25455	179	247	932	0.1802	0.5331	0.2867	0.5315	32

Sumber: Data Primer (2018)