



**UJI KINERJA MESIN SANGRAI TIPE SILINDER  
HORIZONTAL BERPUTAR UNTUK PENYANGRAIAN BIJI  
KAKAO "UNDER GRADE"**

**SKRIPSI**

Oleh

**SITI AZIZAH  
NIM. 001710201023**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2005**



## DAFTAR ISI

<b>BAB</b>	<b>Isi</b>	<b>Halaman</b>
	<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
	<b>HALAMAN DOSEN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
	<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
	<b>HALAMAN MOTTO.....</b>	<b>iv</b>
	<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
	<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
	<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
	<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
	<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
	<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvi</b>
	<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>I.</b>	<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
	1.1 Latar Belakang .....	1
	1.2 Permasalahan.....	2
	1.3 Tujuan Penelitian.....	3
	1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>II.</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
	2.1 Sistematika Tanaman Kakao.....	4
	2.1.1..... Anatomi Buah Kakao .....	5
	2.1.2..... Komposisi Biji Kakao .....	5
	2.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao.....	6
	2.3 Pengolahan Primer Biji Kakao.....	9
	2.3.1..... Pemanenan .....	9
	2.3.2..... Pemecahan Buah dan Sortasi .....	10
	2.3.3..... Fermentasi.....	10
	2.3.4..... Perendaman dan Pencucian.....	11

2.3.5..... Pengeringan.....	11
2.3.6..... Sortasi .....	12
2.3.7..... Penggudangan .....	12
2.4 Pengolahan Sekunder Biji Kakao.....	13
2.4.1..... Tahapan Pengolahan.....	14
2.4.2..... Penyiapan Bahan Baku.....	15
2.4.3 Penyangraian.....	16
2.4.4..... Pemisahan Nib dari Kulit.....	19
2.4.5..... Pemastaaan .....	19
2.4.6..... Pengepresan Lemak.....	20
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.2.1..... Alat Penelitian.....	21
3.2.2..... Bahan Penelitian.....	22
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.4 Prosedur Analisa Pengamatan.....	25
3.4.1..... Kadar Air .....	25
3.4.2..... Kadar Kulit Biji Kakao.....	25
3.4.3..... Densitas Kamba.....	26
3.4.4..... Jumlah Biji per 100 g .....	26
3.4.5..... Ukuran Biji.....	26
3.4.6..... Perubahan Warna .....	26
3.4.7..... Kebutuhan Daya.....	27
3.4.8..... Kaonsumsi Bahan Bakar Minyak.....	27
3.4.9..... Kapasitas Penyangraian.....	28
3.4.10... Uji Organoleptik.....	28
3.5 Deskripsi Mesin Sangrai ( <i>Roaster</i> ).....	29

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Mekanisme Penyangraian .....	32
4.2 Bahan Baku .....	33
4.2.1..... Kadar Air .....	34
4.2.2..... Kadar Kulit.....	34
4.2.3..... Kelas Mutu Biji Kakao .....	35
4.2.4..... Ukuran Biji Kakao.....	35
4.3 Kinerja Mesin Sangrai .....	37
4.3.1..... Perubahan Suhu Selama Proses Penyangraian.....	37
4.3.2..... Perubahan Kadar Air .....	39
4.3.3..... Perubahan Densitas Kamba .....	43
4.3.4..... Perubahan Konsumsi Bahan Bakar Minyak .....	46
4.3.5..... Perubahan Kebutuhan Daya Pada Proses Penyangraian.....	49
4.3.6..... Perubahan Warna Pasta Coklat .....	50
4.4 Hasil Uji Organoleptik Pasta Coklat .....	53
4.5 Kapasitas Penyangraian .....	55
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran .....	58

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

# UJI KINERJA MESIN SANGRAI TIPE SILINDER HORIZONTAL BERPUTAR UNTUK PENYANGRAIAN BIJI KAKAO “UNDER GRADE”

Siti Azizah<sup>1</sup> Siswijanto<sup>2</sup> Soni Sisbudi H.<sup>3</sup> Sukrisno Widyotomo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

<sup>2</sup>Dosen Pembimbing Utama

<sup>3</sup>Dosen Pembimbing Anggota I

<sup>4</sup>Dosen Pembimbing Anggota II

## RINGKASAN

---

Konversi biji kakao “under grade” menjadi pasta coklat merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah biji kakao “under grade” dari biji kakao ekspor. Salah satu tahapan penentu dalam proses konversi tersebut adalah dengan proses penyangraian. Produktivitas proses penyangraian yang dilakukan secara konvensional selama ini dirasa masih sangat rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji kinerja mesin sangrai tipe silinder horizontal berputar agar diketahui kondisi optimal penyangraian biji kakao “under grade” dimana diperoleh mutu pasta yang terbaik. Silinder sangrai mempunyai diameter 0,35 m, panjang 0,5 m, dan digerakkan oleh sebuah motor listrik 1440 RPM. Dengan dihubungkan dengan sistem reduksi gigi, kecepatan putar silinder sangrai diatur pada 14 dan 18 RPM.

Sumber panas diperoleh dari sebuah kompor bertekanan (*burner*) dengan bahan bakar minyak tanah. Mesin sangrai dilengkapi sebuah bak pendingin biji kakao hasil sangrai dengan sistem hembusan udara lingkungan dari sebuah kipas sentrifugal. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif, dengan parameter pengamatan variasi berat bahan 5, 7, dan 9 kg, suhu 130, 140, dan 150°C, kecepatan putar silinder sangrai 14 dan 18 RPM. Sedangkan parameter hasil sangrai meliputi kadar air, densitas kamba, konsumsi BBM, perubahan warna, dan uji organoleptik. Hasil uji kinerja menunjukkan bahwa kapasitas maksimum sangrai 9 kg per *batch* dan minimum 5 kg per *batch*. Suhu ruang sangrai dapat diatur antara 120-160°C, waktu sangrai berkisar antara 20-45 menit. Kadar air biji kakao hasil penyangraian berkisar antara 1-2 persen, sedangkan densitas kambanya berkisar antara 0,43 - 0,47 g/mL. Konsumsi bahan bakar minyak tanah terendah 0,38 mL pada proses penyangraian dengan kecepatan putar silinder 18 RPM, suhu 130°C, dan berat bahan yang disangrai 5 kg. Nilai daya terendah 606,7 watt pada proses penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM, suhu 130°C, dan berat bahan yang disangrai 5 kg. Kapasitas penyangraian tertinggi 0,36 kg/menit pada proses penyangraian dengan kecepatan putar silinder 18 RPM, suhu 150°C, dan berat bahan yang disangrai 9 kg. Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa pasta coklat yang paling disukai adalah pasta dari proses penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM, suhu 150°C, dan berat bahan yang disangrai 7 kg.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia saat ini menjadi salah satu negara penghasil biji kakao terbesar di dunia setelah Pantai Gading dan Brasil. Produksi saat ini mencapai 400 ribu ton dan diperkirakan akan terus meningkat secara nyata karena program peremajaan tanaman yang teratur dan perluasan kebun (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1999 dalam Mulato dkk, 2004)

Perkembangan areal tanaman kakao yang cukup pesat di beberapa provinsi di Indonesia perlu didukung dengan kesiapan sarana dan metode pengolahan yang cocok agar petani mampu menghasilkan biji kakao dengan mutu seperti yang dipersyaratkan oleh Standar Nasional Indonesia. Kriteria mutu biji kakao yang meliputi aspek fisik, citarasa dan kebersihan serta aspek keseragaman dan konsistensi yang ditentukan oleh perlakuan pada setiap tahapan proses produksinya.

Salah satu upaya strategi untuk mengurangi ketergantungan pasar komoditas primer di luar negeri adalah perluasan pasar melalui pendekatan diversifikasi dan pengembangan produk sekunder. Pengembangan produk sekunder kakao dinilai akan memberikan beberapa insentif ekonomi bagi negara antara lain peningkatan nilai tambah yang lebih besar pada produk-produk pertanian, peluang lapangan kerja di pedesaan, pengembangan industri terkait dan peningkatan konsumsi per kapita coklat di dalam negeri yang saat ini relatif rendah yang berarti mengurangi ketergantungan terhadap pasar komoditas primer di luar negeri (Soehargo, 2001 dalam Mulato dkk, 2000).

Salah satu produk sekunder kakao yang mempunyai potensi pasar domestik yang besar adalah lemak, bubuk dan pasta coklat. Ketiganya merupakan bahan baku yang penting untuk industri makanan dan minuman coklat.

Pada penelitian ini, jenis biji kakao yang digunakan adalah jenis biji kakao “under grade”. Biji kakao under grade merupakan biji kakao lokal yang memiliki mutu lebih rendah daripada biji kakao ekspor. Menurut ukuran berat bijinya, yang dinyatakan dalam jumlah biji per 100 g contoh, biji kakao “under grade” tergolong dalam kelas S. Kelas S jumlah biji per 100 g nya adalah diatas 120 biji.

Agar diperoleh mutu pasta coklat dari biji kakao under grade yang setara dengan biji kakao ekspor, maka perlu dilakukan tahapan proses pengolahan yang baik. Salah satu tahapan penentu dalam proses konversi biji kakao menjadi pasta coklat adalah proses penyangraian.

Proses penyangraian (*roasting*) merupakan langkah pendahuluan di dalam pengolahan produk sekunder biji kakao. Proses ini sangat penting karena selama proses penyangraian akan berkembang rasa dan aroma yang spesifik dari coklat. Keberhasilan proses penyangraian dipengaruhi oleh waktu, suhu, kadar air dan macam peralatan yang digunakan selama proses penyangraian berlangsung.

Produktifitas proses penyangraian yang dilakukan secara konvensional selama ini dirasa masih sangat rendah. Selain diperlukan tenaga kerja yang cukup besar dan juga upah yang tinggi, hal ini dapat menyebabkan meningkatnya biaya produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu diperlukan suatu mesin sangrai kakao tipe horisontal berputar yang mempunyai produktivitas tinggi.

## **1.2 Permasalahan**

Pasta, lemak dan bubuk coklat merupakan bahan utama produk makanan dan minuman coklat yang diperoleh dari inti biji kakao. Untuk memperoleh mutu yang baik dari produk sekunder tersebut diperlukan salah satu tahapan penentu yaitu proses penyangraian.

Mengingat pentingnya proses penyangraian dalam rangka menghasilkan pasta dengan mutu yang baik, maka perlu dilakukan penelitian tentang kinerja mesin sangrai tipe horisontal berputar untuk penyangraian biji kakao “under grade”.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

- a. Mengetahui kinerja mesin sangrai tipe horisontal berputar untuk penyangraian biji kakao “under grade”.
- b. Mengetahui kondisi optimal penyangraian biji kakao “under grade” dimana diperoleh mutu pasta yang terbaik.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kinerja mesin sangrai tipe horisontal berputar dan juga kondisi optimal penyangraian biji kakao "under grade" dimana diperoleh mutu pasta yang terbaik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistematika Tanaman Kakao**

Tanaman kakao termasuk marga *Theobroma*, suku dari *Sterculiaceae* yang banyak diusahakan oleh para pekebun, perkebunan swasta dan perkebunan negara. Menurut Syamsulbahri (1996), dalam sistematika tumbuhan, kedudukan tanaman kakao diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Malvales</i>
Famili	: <i>Sterculiaceae</i>
Genus	: <i>Theobroma</i>
Species	: <i>Theobroma cacao</i> Linn

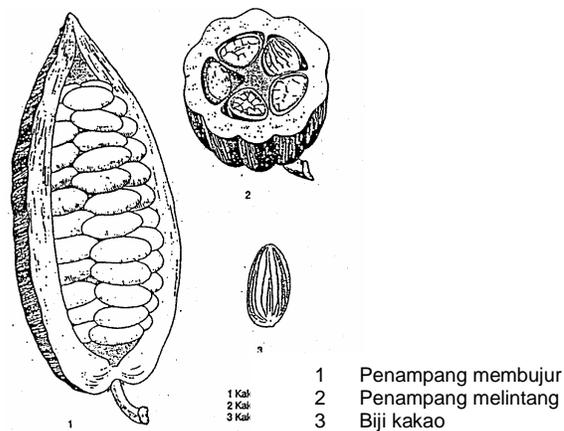
Menurut Sunanto (1992), jenis tanaman kakao yang terkenal ada tiga, yaitu :

1. Jenis *Criollo*, yang terdiri dari *Criollo Amerika Tengah* dan *Criollo Amerika Selatan*. Jenis ini menghasilkan biji kakao yang mutunya sangat baik dan dikenal sebagai coklat mulia, fine dan *flavour cocoa*, *choiced cocoa*, *edel cocoa*. Buahnya berwarna merah atau hijau, kulit buahnya tipis dan berbintil-bintil kasar dan lunak. Biji buahnya berbentuk bulat telur dan berukuran besar dengan kotiledon berwarna putih pada waktu basah.
2. Jenis *Forastero*, menghasilkan biji coklat yang mutunya sedang (*bulk cacao*) atau juga sebagai *ordinary cocoa* (lindak cacao). Buahnya berwarna hijau dan kulitnya tebal. Biji buahnya tipis atau gepeng dan kotiledon berwarna ungu pada waktu basah.
3. Jenis *Trinitario*, merupakan campuran atau hybrida dari jenis *Criollo* dengan jenis *Forastero* secara alami, sehingga jenis ini menghasilkan biji yang termasuk *fine flavour cocoa* dan ada yang termasuk *bulk cocoa*.

### 2.1.1 Anatomi Buah Kakao

Tanaman kakao yang banyak dibudidayakan di perkebunan rakyat adalah jenis *Forastero*, karena menghasilkan coklat yang lebih tua dan beraroma lebih kuat dibanding jenis *Criollo*. Dalam dunia perdagangan kakao ini sering disebut sebagai kakao lindak atau *bulk cocoa* (Wood dan Lass,1985).

Buah kakao terdiri atas 3 komponen utama, yaitu kulit buah, plasenta dan biji (Gambar 2.1). Kulit buah merupakan komponen terbesar dari buah kakao, yaitu lebih dari 70 persen berat buah masak. Prosentase biji kakao di dalam buah hanya sekitar 27-29 persen, sedang sisanya adalah plasenta yang merupakan pengikat dari 30 sampai 40 biji (Wood dan Lass,1985; Mulato dan Widyotomo, 2001)



Gambar 2.1 Penampang membujur dan melintang buah kakao lindak.

Sumber: Wood and Lass, 1985

### 2.1.2 Komposisi Biji Kakao

Kakao terdiri atas dua bagian utama yaitu pertama kulit biji yaitu sebanyak 10 – 14 persen dari berat keping biji dan kedua adalah keping biji (*cotyledon*) sebanyak 86 – 90 persen dari berat kering biji. Secara lengkap komposisi kimia biji (*cotyledon*) dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Biji Kakao Sebelum Fermentasi

Komposisi	Prosentase (%)
Kulit biji	9.63
Kecambah	0.77
Keping biji	89.60
Lemak	53.05
Air	3.65
Total abu	2.63
Nitrogen	5.78
Total N	2.28
Protein	1.50
Theobromin	1.71
Karbohidrat	14.31
Glukosa	0.30
Pati	6.10
Selulosa	1.92
Tanin	7.54
Asam-asam	0.34
Asetat	0.14
Oksalat	0.29

Sumber : Rohan (1963)

## 2.2 Karakteristik Fisik Biji Kakao

Menurut Sukrisno dan Mulato (2003), persyaratan mutu yang diatur dalam syarat perdagangan meliputi karakteristik fisik dan pencemaran atau tingkat kebersihan. Selain itu, beberapa pembeli juga menghendaki uji organoleptik yang terkait dengan aroma dan citarasa sebagai persyaratan tambahan. Karakteristik fisik merupakan persyaratan paling utama karena menyangkut rendemen lemak (*yield*) yang akan dinikmati oleh pembeli. Karakteristik fisik ini mudah diukur dengan tata cara dan peralatan baku yang disepakati oleh Institusi Internasional.

Dengan demikian pengawasan mutu berdasarkan sifat-sifat fisik ini dapat dengan mudah dikontrol oleh konsumen. Sebaliknya, persyaratan tambahan merupakan kesepakatan khusus antara eksportir dan konsumen.

Beberapa karakteristik fisik biji kakao yang termasuk dalam standar mutu meliputi:

#### 1. Kadar Air

Kadar Air merupakan sifat fisik yang sangat penting dan sangat diperhatikan oleh pembeli. Selain sangat berpengaruh terhadap rendemen hasil (*yield*), kadar air berpengaruh pada daya tahan biji kakao terhadap kerusakan terutama saat penggudangan dan pengangkutan. Biji kakao yang mempunyai kadar air tinggi, sangat rentan terhadap serangan jamur dan serangga. Keduanya sangat tidak disukai oleh konsumen karena cenderung menimbulkan kerusakan citarasa dan aroma dasar yang tidak dapat diperbaiki pada proses berikutnya. Standar kadar air biji kakao mutu ekspor adalah 6 – 7 persen.

#### 2. Ukuran biji

Seperti halnya kadar air, ukuran biji kakao sangat menentukan rendemen hasil lemak. Makin besar ukuran biji kakao, makin tinggi rendemen lemak dari dalam biji. Ukuran biji kakao dinyatakan dalam jumlah biji (*beans account*) per 100 g contoh uji yang diambil secara acak pada kadar air 6 – 7 persen. Ukuran biji rata-rata yang masuk kualitas ekspor adalah antara 1,0 - 1,2 g atau setara dengan 85 - 100 biji per 100 g contoh uji.

#### 3. Kadar kulit

Biji kakao terdiri atas keping biji (*nib*) yang dilindungi oleh kulit (*shell*). Kadar kulit dihitung atas dasar perbandingan berat kulit dan berat total biji kakao (kulit dan keping) pada kadar air 6 - 7 persen. Standar kadar kulit biji kakao yang umum adalah antara 11 - 13 persen.

Biji kakao dengan kadar kulit yang tinggi cenderung lebih kuat atau tidak rapuh saat ditumpuk di dalam gudang sehingga biji tersebut dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama. Kadar kulit biji kakao dipengaruhi oleh jenis bahan tanaman dan cara pengolahan (fermentasi dan pencucian).

Makin singkat waktu fermentasi, kadar kulit biji kakao makin tinggi karena sebagian besar sisa lendir (*pulp*) masih menempel pada biji. Namun demikian, kandungan kulit biji tersebut dapat dikurangi dengan proses pencucian.

#### 5. Kadar Lemak

Kadar lemak pada umumnya dinyatakan dalam persen dari berat kering keping biji. Lemak merupakan komponen termahal dari biji kakao sehingga nilai ini dipakai oleh konsumen sebagai salah satu tolok ukur penentuan harga. Selain oleh bahan tanam dan musim, kandungan lemak dipengaruhi oleh perlakuan pengolahan, jenis bahan tanaman dan faktor musim. Biji kakao yang berasal dari pembuahan musim hujan umumnya mempunyai kadar lemak lebih tinggi.

Sedang, karakter fisik biji kakao pasca pengolahan, seperti kadar air, tingkat fermentasi dan kadar kulit, berpengaruh pada rendemen lemak biji kakao. Kisaran kadar lemak biji kakao Indonesia adalah antara 49 - 52 persen.

#### 6. Standar Mutu Biji Kakao

Standar mutu diperlukan sebagai sarana untuk pengawasan mutu. Setiap partai biji kakao yang akan diekspor harus memenuhi persyaratan tersebut dan diawasi oleh lembaga yang ditunjuk. Standar mutu biji kakao Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia Biji Kakao (SNI 01 - 2323 - 2002). Standar ini meliputi definisi, klasifikasi, syarat mutu, cara pengambilan contoh, cara uji, syarat penandaan (*labelling*), cara pengemasan dan rekomendasi.

Syarat umum biji kakao yang akan diekspor ditentukan atas dasar ukuran biji, tingkat kekeringan dan tingkat kontaminasi benda asing. Ukuran biji dinyatakan dalam jumlah biji per 100 g biji kakao kering (kadar air 6 - 7 persen). Klasifikasi mutu atas dasar ukuran biji dikelompokkan menjadi 5 tingkat, sedang tingkat kekeringan dan kontaminasi ditentukan secara laboratoris atas contoh uji yang mewakili.

Tabel 2.2 Mutu biji kakao atas dasar ukuran biji

Ukuran	Jumlah biji/100 g
AA	Maks. 85
A	Maks. 100
B	Maks. 110
C	Maks. 120
S	> 120

Sumber: SNI 01-2323-2002

Tabel 2.3 Syarat umum biji kakao

Karakteristik	Persyaratan
Kadar air (b/b)	Maks. 7,5 %
Biji berbau asap dan atau abnormal dan atau berbau asing	Tidak ada
Serangga hidup	Tidak ada
Kadar biji pecah dan atau pecahan biji dan atau pecahan kulit (b/b)	Maks. 3 %
Kadar benda-benda asing (b/b)	Maks. Opersen

Sumber: SNI 01-2323-2002

### 2.3 Pengolahan Primer Biji Kakao

Proses pengolahan kakao untuk menghasilkan produk primer (biji kakao) adalah sebagai berikut:

#### 2.3.1 Pemanenan

Pemungutan hasil adalah memetik buah coklat yang matang atau masak dari pohon, kemudian memecah buah tersebut dan mengambil biji-bijiannya yang basah. Tanda-tanda buah coklat yang telah matang dapat diketahui dari perubahan warna sepanjang alur kulit buah. Buah coklat yang kulitnya berwarna hijau, jika telah matang warna sepanjang alurnya akan berubah menjadi kering. Sedangkan buah coklat yang kulitnya berwarna merah tua, merah muda dan jingga, jika matang warna kulit buahnya akan menjadi kuning. Disamping itu, buah coklat

yang sudah matang porosnya agak kering sehingga biji-biji di dalamnya agak renggang dari kulit buah dan akan terbentuk rongga antara biji dan kulit buah. Dari kondisi demikian maka buah coklat yang matang itu jika digoyang-goyang atau dikocok akan berbunyi (Sunanto, 1994).

### 2.3.2 Pemecahan Buah dan Sortasi

Pemecahan buah harus dilakukan dengan hati-hati jangan sampai terkena biji kakao karena hal itu akan menyebabkan persentase biji kering yang bermutu rendah akan makin besar. Disamping itu harus dihindarkan pula tercampurnya biji yang telah terkupas dengan tanah karena hal itu dapat mempengaruhi mutu biji kakao kering yang dihasilkan (Soenaryo, 1978).

Sortasi buah bertujuan untuk memisahkan buah kakao yang sehat dari buah yang rusak terkena penyakit, busuk atau cacat. Buah sehat akan tercemar oleh buah busuk jika ditimbun dalam satu tempat. Buah yang terkena serangan hama dan penyakit hendaknya ditimbun ditempat terpisah dan segera dikupas kulitnya. Setelah diambil bijinya, kulit buah segera ditimbun dalam tanah untuk mencegah penyebaran hama dan penyakit ke seluruh kebun. Sortasi buah juga merupakan hal yang sangat penting terutama buah kakao hasil panen harus ditimbun terlebih dahulu selama beberapa hari sebelum dikupas kulitnya.

### 2.3.3 Fermentasi

Fermentasi merupakan salah satu tahap yang penting dalam proses pengolahan biji kakao karena selama proses ini berlangsung akan terjadi beberapa perubahan fisis, biologi, kimia dan biologis pada biji kakao dan perubahan ini mempengaruhi mutu biji kakao tersebut (Anonim,1993).

Menurut Rohan, 1963; Clapperton, 1994 *dalam* Mulato dkk, 2004, fermentasi bertujuan untuk membentuk citarasa khas coklat serta mengurangi rasa pahit dan sepat yang ada di dalam biji kakao. Beberapa aspek penting untuk kesempurnaan proses fermentasi adalah berat biji yang akan difermentasi, pengadukan (pembalikan), lama fermentasi dan rancangan kotak fermentasi

Proses fermentasi biasanya berlangsung 4 – 6 hari. Perubahan-perubahan biji selama fermentasi meliputi peragian gula menjadi alkohol, fermentasi asam cuka, dan menaikkan suhu. Disamping itu aromapun meningkat selama proses fermentasi dan pH biji mengalami perubahan (Siregar dkk, 2002).

#### 2.3.4 Perendaman dan Pencucian

Sebelum dikeringkan, biji yang telah difermentasi, mengalami proses pencucian, tetapi ada juga pengolahan tanpa pencucian. Biji yang lebih dahulu mengalami pencucian, biasanya menghasilkan kulit biji yang tipis, sehingga rapuh dan mudah terkelupas, sedangkan biji tanpa pencucian memiliki rendemen yang tinggi dan kulitnya tidak rapuh. Aroma biji tanpa pencucian juga lebih baik karena tidak ada bagian yang dibilas oleh air (Siregar dkk, 2003).

Menurut Ardana (1990), tujuan dari proses ini adalah untuk menghentikan proses fermentasi, mempercepat proses pengeringan, memperbaiki kenampakan biji dan mengurangi kadar kulit. Biji yang dicuci mempunyai kenampakan lebih bagus, namun agak rapuh dibanding biji yang tidak dicuci.

#### 2.3.5 Pengeringan

Menurut Wood dan Lass (1985), pengeringan bertujuan untuk menguapkan air yang masih tertinggal di dalam biji pasca fermentasi yang semula 50 – 55 persen menjadi 7 persen agar biji kakao aman disimpan sebelum dipasarkan atau diangkut lanjut ke konsumen. Pengeringan biji kakao umumnya dilakukan dengan 3 cara, yaitu cara penjemuran, cara mekanis dan kombinasi keduanya (Ong Kheng Oei, 1978 dalam Mulato dkk, 2004).

Selama proses pengeringan berlangsung, laju pengeringan ditentukan oleh adanya perpindahan panas dari udara sekeliling ke dalam biji. Jika udara sekelilingnya lembab, akan terjadi pengembunan sehingga komoditi yang dikeringkan akan menjadi basah. Oleh karena itu, dalam proses pengeringan dibutuhkan energi panas untuk menguapkan air (Sarmidi, 1993).

### 2.3.6 Sortasi

Sortasi ditujukan untuk mengelompokkan biji kakao berdasarkan ukuran fisiknya dan sekaligus memisahkan kotoran-kotoran yang tercampur didalamnya. Mesin sortasi yang umum digunakan adalah jenis silinder berputar atau jenis getar dengan kapasitas antara 500-1250 kg per jam.

Mesin sortasi mempunyai tiga saringan untuk memisahkan biji dengan golongan mutu A, B dan C. Mutu A adalah golongan biji dengan ukuran besar dan mempunyai jumlah biji antara 85-90 untuk setiap 100 g. Mutu B adalah golongan biji dengan ukuran medium dan mempunyai jumlah biji antara 95-110 untuk setiap 100 g. Sedangkan mutu C adalah golongan biji dengan ukuran kecil dan mempunyai jumlah biji diatas 120 untuk setiap 100 g (Mulato dkk, 2004).

### 2.2.7 Penggudangan

Penggudangan bertujuan untuk menyimpan biji kakao kering yang telah disortasi dalam kondisi yang aman sebelum dipasarkan ke konsumen. Setiap karung mempunyai berat bersih 60 kg dan diberi label yang menunjukkan jenis mutu dan identitas produsen dengan menggunakan pelarut non minyak. Karena sifatnya yang rapuh, karung biji kakao ditumpuk rapi didalam ruangan gudang dengan jumlah tumpukan maksimal 5 karung. Tumpukan karung disangga dengan palet dari papan-papan kayu setinggi 10 cm dari permukaan lantai gudang. Tumpukan karung di bagian pinggir, diberi jarak antara 15-20 cm dari dinding gudang (Mulato dkk, 2004).

Serangan jamur dan hama pada biji kakao selama penggudangan merupakan penyebab penurunan mutu yang serius. Jamur merupakan cacat mutu yang tidak dapat diterima oleh konsumen, karena menyangkut rasa dan kesehatan. Sedangkan serangan hama selain menurunkan rendemen lemak, juga menyangkut penyebaran hama ke wilayah negara lain (Zaenuddin dan Teguh Wahyudi, 1996; ASKINDO,1999 dalam Mulato dkk, 2004).

Beberapa faktor penting pada penyimpanan biji kakao adalah kadar air, kelembaban relatif udara dan kebersihan gudang. Kadar air keseimbangan biji kakao pada kelembaban relatif udara 70 persen adalah 6-7 persen (Minife,1978; Ritterbusch and Muehlbauer, 2000 dalam Mulato dkk, 2004).

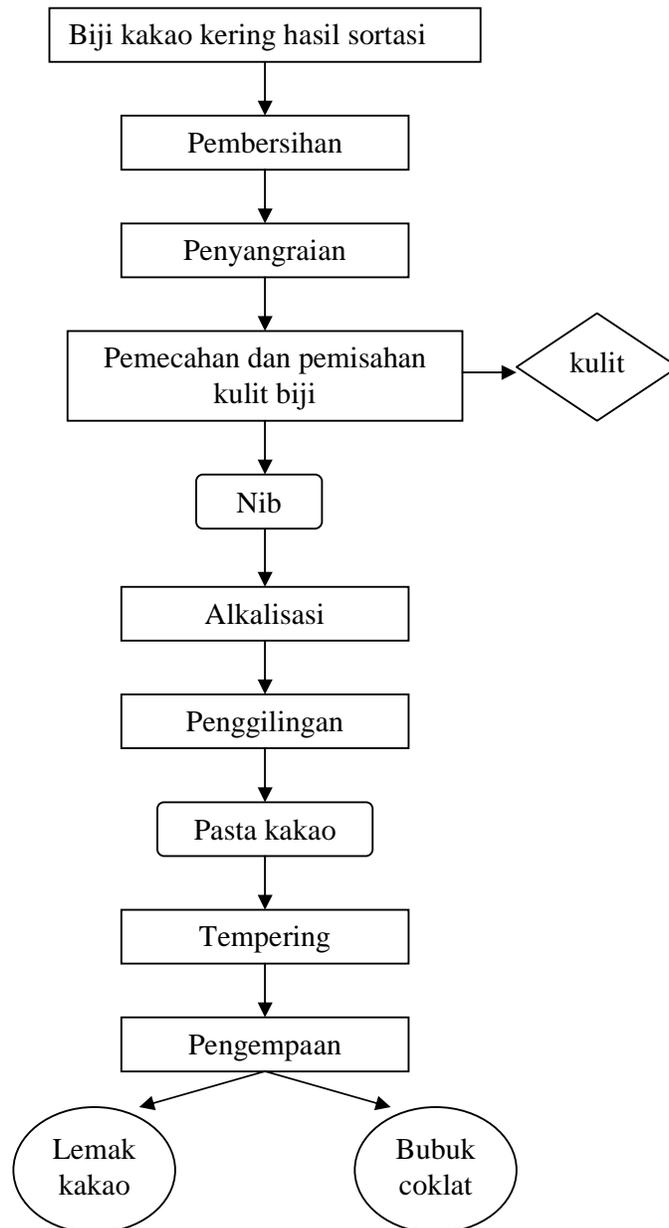
Dengan demikian, kelembaban ruangan gudang sebaiknya dikontrol pada nilai yang aman untuk penyimpanan biji kakao kering, yaitu sekitar 70 persen. Gudang penyimpanan biji kakao di daerah tropis sebaiknya dilengkapi dengan sistem penerangan dan sirkulasi udara yang cukup.

#### **2.4 Pengolahan Sekunder Biji Kakao**

Proses pengolahan biji kakao menjadi produk sekunder (pasta, lemak dan bubuk coklat) adalah sebagai berikut :

#### 2.4.1 Tahapan Pengolahan

Secara skematis tahapan pengolahan sekunder biji kakao disajikan pada Gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2.2 Tahapan proses pengolahan sekunder biji kakao menjadi pasta, lemak dan bubuk coklat

Sumber: Mulato dkk, 2004

#### 2.4.2 Penyiapan Bahan Baku

Biji kakao kering merupakan bahan baku makanan dan minuman coklat sehingga aspek mutu (fisik, kimiawi dan kebersihan) harus diawasi sangat ketat karena menyangkut cita rasa dan kesehatan konsumen. Untuk mendapatkan hasil pengolahan yang optimal, syarat mutu bahan baku sebaiknya mengikuti nilai seperti pada Tabel 2.4.

Dari aspek rasa dan aroma, makanan atau minuman coklat akan sangat baik jika biji kakao yang digunakan telah difermentasi secara penuh (5 hari). Dari aspek kesehatan, biji kakao harus bebas jamur. Kontaminasi jamur juga akan menyebabkan rasa tengik atau apek. Sedang dari aspek efisiensi produksi, biji kakao dengan ukuran yang seragam akan mudah diolah dan menghasilkan mutu produk yang seragam pula. Kadar kulit, kadar kotoran dan kadar air akan berpengaruh pada rendemen hasil. Kadar air yang tinggi juga menyebabkan waktu sangrai lebih lama. Kontaminasi benda keras (batu atau besi) selain akan menyebabkan komponen mesin cepat aus, juga berpengaruh negatif terhadap kualitas coklat (kehalusan).

Tabel 2.4 Spesifikasi mutu biji kakao sebagai bahan baku produk coklat.

Kriteria mutu	Syarat
Tingkat fermentasi (hari)	5
Kadar air (%)	7
Kadar kulit (%)	12-13
Kadar lemak (%)	50-51
Ukuran biji	Seragam
Kadar kotoran	
Jamur	Nihil
Benda asing lunak	Nihil
Benda asing keras	Nihil

Sumber: Mulato dkk, 2004

### 2.4.3 Penyangraian

Proses penyangraian bertujuan untuk membentuk aroma dan cita rasa khas cokelat dari biji kakao. Selain itu, proses ini juga memudahkan untuk mengeluarkan lemak dari dalam biji.

Melalui proses fermentasi dan pengeringan yang tepat, biji kakao mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk cita rasa dan aroma khas cokelat antara lain asam amino dan gula reduksi. Selama proses sangrai, keduanya akan bereaksi membentuk senyawa Maillard. Menurut Winarno (2001), reaksi Maillard adalah reaksi yang terjadi antara gugus amina primer pada rantai protein dengan gula reduksi sehingga terbentuk senyawa melanoidin (pigmen coklat). Sedangkan senyawa gula non-reduksi (sukrosa) akan terhidrolisa oleh air membentuk senyawa gula reduksi dan kemudian akan melanjutkan reaksi Maillard. Selain keberadaan senyawa calon pembentuk aroma dan cita rasa, kesempurnaan reaksi sangrai dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu panas, waktu dan kadar air (Lees and Jackson, 1973 dalam Mulato dkk, 2004).

Susut sangrai berkaitan erat dengan adanya penguapan air dan pirolisis bahan-bahan organik. Nilai susut organik sering digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui lamanya penyangraian disamping juga mempertimbangkan kadar air awalnya.

Biji yang berbentuk relatif bulat, pada suhu dan lama penyangraian yang sama akan lebih cepat mengalami perubahan daripada yang berbentuk *hemiellipsoida*. Biji berukuran lebih kecil juga akan lebih cepat berubah warna daripada yang berukuran lebih besar. Jika penyangraian biji-biji yang lebih kecil dicampur dengan biji yang berukuran lebih besar, maka biji yang lebih kecil akan tersangrai lebih gelap warnanya (Widyotomo dan Mulato, 2003).

Selama proses penyangraian, ada empat tahapan reaksi fisik dan kimiawi berjalan secara berurutan, yaitu,

1. Penguapan air dari dalam biji,
2. Pelepasan kulit yang menempel di permukaan inti biji,
3. Pencoklatan inti biji,

4. Penguapan senyawa volatile (senyawa yang mudah menguap) antara lain asam, aldehid, furan, pirazin, alkohol dan ester.

Menurut Minife (1980), tingkat suhu penyangraian beragam tergantung jenis biji dan penggunaan selanjutnya. Tingkat suhu penyangraian dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

- a. Penyangraian suhu rendah, yaitu pada suhu 110 – 115°C dengan waktu 60 menit. Produk yang dihasilkan adalah lemak kakao, gula-gula, dan *red cocoa powder*.
- b. Penyangraian suhu menengah, yaitu pada suhu 140°C dengan waktu 40 menit. Produk yang dihasilkan adalah bubuk kakao, *liquor, vamicelly, dan chocolate bars*.
- c. Penyangraian suhu tinggi, yaitu pada suhu 190 – 200°C dengan waktu 15 – 20 menit. Produk yang dihasilkan adalah kakao bahan *coating, black liquor cocoa*, bahan pengisi *chocolate bars*.

Pada prinsipnya ada 2 tipe penyangrai, yaitu tipe kontinyu dan tipe batch. Penyangrai tipe batch biasanya berbentuk drum berputar dengan pemanasan dari luar memakai burner minyak tanah, kayu, arang atau LPG (*Liquid Petroleum Gas*). Sedangkan penyangrai tipe kontinyu biasanya menggunakan udara panas yang dialirkan berlawanan arah dengan aliran biji kakao (Minife, 1980).

Menurut Mulato (1997), proses penyangraian biji kakao dapat dilakukan dalam tiga cara, yaitu:

1. Seluruh biji (kulit dan inti biji),
2. Inti biji saja,
3. Pasta inti biji.

Jika proses sangrai dilakukan setelah kulit dilepas dari inti biji (setelah melalui proses pemecahan dan pemisahan kulit), maka tahapan proses hanya terdiri atas tiga tingkatan, yaitu penguapan air, pencoklatan dan penguapan senyawa volatile saja. Teknik ini sekarang umum digunakan di pabrik pasta cokelat karena prosesnya lebih efisien.

Teknologi sangrai yang banyak dipakai saat ini umumnya dikembangkan di pabrik-pabrik makanan coklat di Eropa, seperti P.D.A.T (*Pasteurizing-De-Acidifying-Roasting*) fasa cair (pasta) yang dikembangkan oleh Carle and Montarani, Itali dan N.A.R.S (*Nibs Alkalizing Roasting and Sterilizing*) fasa padat (inti biji) yang dikembangkan oleh BARTH, Jerman (Sri Mulato, 1997).

Pada proses N.A.R.S, pecahan-pecahan inti biji kakao disangrai dalam fase padat secara batch di dalam mesin sangrai tipe silinder berputar sistem aliran panas konveksi bebas.

Sumber panas untuk proses sangrai umumnya diperoleh dari pembakaran minyak dari sebuah burner. Energi panas disalurkan lewat dinding silinder bagian luar secara konduksi. Dengan demikian, kontaminasi asap hasil pembakaran minyak ke dalam silinder dapat dicegah. Uap air dari inti biji, hasil pemanasan, terperangkap di dalam silinder, sebaliknya udara dari lingkungan luar silinder tidak dapat masuk silinder. Proses pindah panas dan pindah massa uap air didalam silinder berlangsung secara seimbang dari permukaan pecahan biji ke lingkungan di dalam silinder dan sebaliknya. Dengan demikian, lingkungan di dalam silinder dipertahankan sangat lembab, dan panas.

Suhu dan kelembaban udara di dalam silinder terkontrol secara alami menghasilkan distribusi suhu yang seragam untuk semua jenis ukuran pecahan biji. Dengan demikian, proses penyangraian lebih terkendali. Biji gosong (*over roasting*) pada pecahan biji ukuran kecil, seperti umumnya terjadi pada penyangraian konvensional, tidak terjadi. Selain itu, uap air yang terbentuk di dalam silinder berfungsi sekaligus sebagai media sterilisasi bagi mikroba-mikroba yang tersisa di dalam biji. Untuk lebih mengefektifkan fungsi sterilisasi, uap air bersuhu tinggi secara berkala di semprotkan ke dalam silinder terutama pada akhir proses sangrai. Tekanan uap air didalam silinder meningkat, sehingga daya basmi terhadap bakteri-bakteri yang tahan panas semakin tinggi karena uap air mampu mendifusi ke dalam pori-pori biji dengan lebih sempurna.

Hasil uji kinerja mesin penyangrai biji kakao kering yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa kondisi optimal pengoperasian mesin penyangrai pada kapasitas 45 kg dengan kadar air awal  $\pm 7$  persen, suhu  $110^{\circ}\text{C}$  adalah 60 menit, konsumsi bahan bakar (minyak tanah) 5 liter per jam pada kadar air akhir  $\pm 1,5$  persen. Waktu *pre-heating* dari suhu kamar untuk mencapai suhu  $110^{\circ}\text{C}$  adalah 20-25 menit (Widyotomo dkk, 2000).

#### 2.4.4 Pemisahan Nib (keping biji) dari Kulit

Kulit biji kakao tidak cocok untuk dikonsumsi oleh manusia karena memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yang dapat mengakibatkan rasa pedih. Kulit biji juga dapat menyebabkan kapasitas penghancuran biji secara mekanis menjadi rendah (Beckett, 2000 dalam Mulato dkk, 2004).

Menurut Minife (1980), pemisahan kulit biji secara manual pada biji kakao berkadar air 6,5 persen diperoleh komponen nib sebanyak 87,1 persen sedangkan pemisahan secara mekanis jarang dapat mencapai lebih dari 83 persen dan nib lazimnya masih mengandung 1,5-2 persen kulit biji. Hal ini berarti kandungan murni tidak lebih dari 82 persen.

Penghancuran dalam proses pengolahan kakao bertujuan untuk memperbesar luas permukaan nib, sehingga pada saat perlakuan pengepresan dengan bantuan pemanasan massa kakao akan memberikan pengaruh semakin banyaknya kakao yang dapat diekstrak. Kadar kulit dan kadar air biji kakao akan mempengaruhi tingkat kesulitan dalam penghancuran nib menjadi massa kakao (Beckett, 2000 dalam Mulato dkk, 2004).

#### 2.4.5 Pemastaan

Sebagai bahan baku makanan dan minuman, nib yang semula berbentuk butiran padat kasar harus dihancurkan sampai ukuran tertentu ( $<20\ \mu\text{m}$ ) dan menjadi bentuk pasta cair kental. Proses pemastaan atau penghalusan nib kakao dilakukan dalam dua tahap, yaitu penghancuran untuk merubah biji kakao padat menjadi pasta dengan kehalusan butiran  $>40\ \mu\text{m}$  dengan menggunakan mesin

pemasta silinder. Kemudian disusul proses pelumatan dengan alat penghalus pasta atau refiner untuk menghasilkan kehalusan pasta dengan ukuran partikel  $<20 \mu\text{m}$ .

Pelumatan dilakukan di dalam gilingan berputar yang dipasang secara seri sebanyak 5 buah. Proses pelumatan dilakukan secara berulang sampai diperoleh pasta coklat dengan tingkat kehalusan di bawah  $20 \mu\text{m}$ . Pasta yang demikian dapat langsung digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai jenis makanan, roti, kue atau permen coklat (Mulato dkk, 2004).

#### 2.4.6 Pengepresan Lemak

Pengepresan bertujuan untuk memisahkan lemak atau minyak dari pasta kasar/pasta halus. Banyaknya lemak yang dapat diekstrak tergantung pada lamanya pengepresan, tekanan yang digunakan, dan ukuran partikel pasta yang diekstrak. Lemak kakao akan relatif mudah dikempa pada suhu antara  $40-45^{\circ}\text{C}$ , kadar air  $<4$  persen dan ukuran partikel  $<75 \mu\text{m}$ . Pengempaan pasta dilakukan di dalam tabung yang dilengkapi dengan penyaring 140 mesh tekanan hidrolis sampai 40 atm. Kempa dapat digerakkan dengan mesin atau manual.

Lemak kakao memiliki sifat khas yakni bersifat plastis, kandungan senyawa lemak padat relatif tinggi, warna putih-kekuningan dan mempunyai bau khas coklat. Lemak kakao banyak diolah untuk produk makanan setelah dicampur dengan pasta, gula, dan bahan-bahan lainnya. Lemak coklat juga banyak dipakai sebagai bahan baku industri farmasi dan kosmetika (Mulato dkk, 2004).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai Agustus 2005, bertempat di Laboratorium Rekayasa Alat Mesin dan Pengolahan Kopi dan Kakao Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (PUSLITKOKA), Kaliwining, Jember.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin Sangrai Tipe Silinder Horizontal Berputar berkapasitas 5 - 10 kg/batch,
2. Motor listrik 1 fase tipe JYIA-4 berdaya ½ HP dengan kecepatan putaran 1440 RPM, dengan RPM Reduser (*Gear Box*) tipe ASS dengan ratio RPM 1: 50,
3. Pulley dan sabuk sebagai transmitor daya,
4. Satu set Komputer,
5. Fluke 20 channel,
6. Kabel thermokople,
7. Timbangan analitik,
8. Takaran minyak,
9. Ring sample alumunium,
10. Gelas ukur,
11. Tachometer,
12. Stop watch,
13. Watt meter,
14. Chromameter CR-300.

### 3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kakao jenis lindak (*bulk cocoa*) dari kebun percobaan Kaliwining yang telah dilakukan fermentasi selama 5 hari, dengan kadar air awal 7,3 persen dan kadar kulit 18,7 persen.

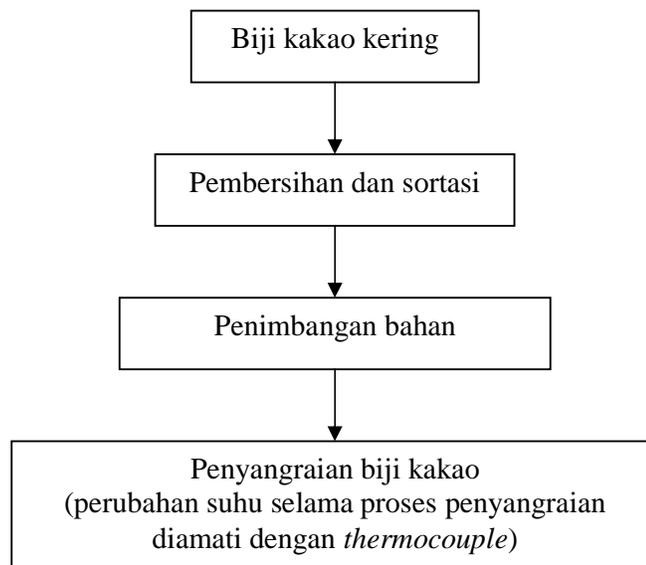
### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Penelitian Pendahuluan

- a. Memilih biji kakao jenis lindak (*bulk cocoa*),
- b. Menghitung kadar air awal biji kakao,
- c. Menghitung kadar kulit biji kakao,
- d. Klasifikasi ukuran biji (jumlah biji per 100 g).

#### 2. Penelitian Utama

##### A. Langkah-langkah proses penyangraian :



Gambar 3.1 Alur proses penyangraian biji kakao

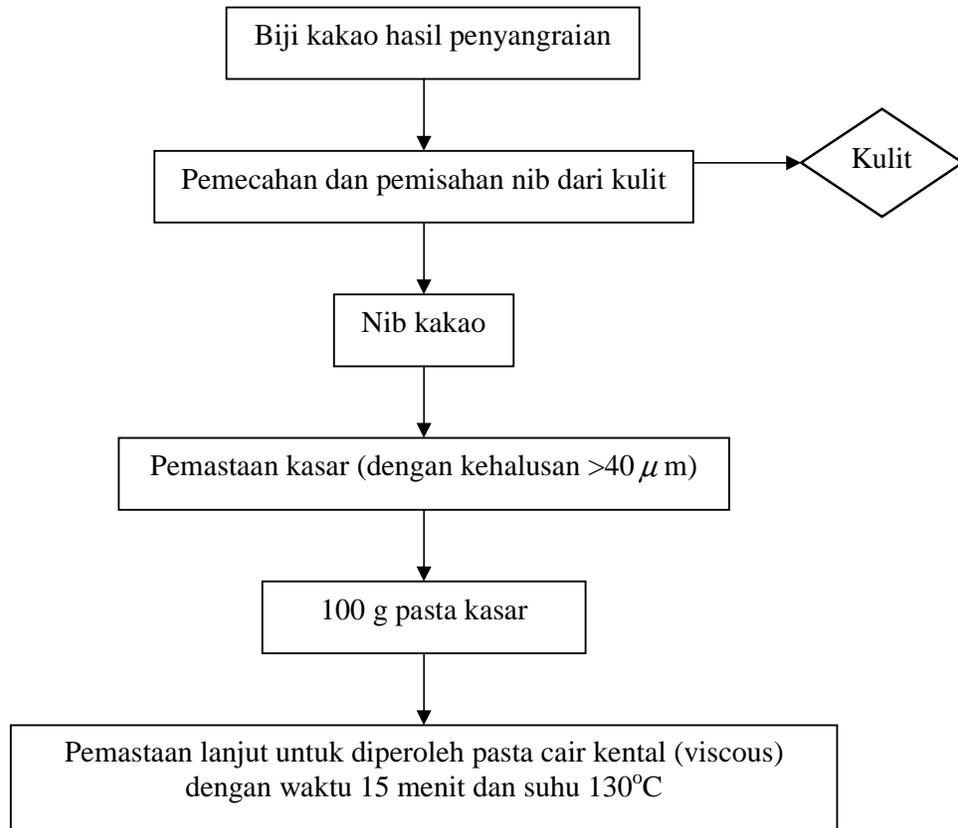
Tabel 3.1 Variasi suhu, berat bahan, kecepatan putar silinder, dan lama penyangraian

Kecep. Putar silinder (RPM)	Suhu (°C)	Berat bahan (kg)	Lama penyangraian. (menit)
14	130	5	40
		7	40
		9	45
	140	5	35
		7	35
		9	35
	150	5	20
		7	30
		9	30
18	130	5	30
		7	35
		9	35
	140	5	30
		7	30
		9	35
	150	5	20
		7	20
		9	25

Sumber: Data Penelitian, 2005

## B. Cara Membuat Pasta Coklat

Pasta coklat dibuat dengan melumatkan inti biji kakao di dalam silinder berputar dengan pelumat berbentuk bola (*ball mill*), dengan langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Alur pembuatan pasta coklat

## C. Parameter pengamatan

- Variasi bahan (biji kakao) 5 kg, 7 kg dan 9 kg,
- Perlakuan suhu (130, 140, 150°C),
- Lama penyangraian (sesuai tingkat kematangan, berkisar antara 20-45 menit)
- Kecepatan putar silinder sangrai (14 RPM dan 18 RPM).

D. Data pengamatan yang dilakukan meliputi:

- a. Suhu penyangraian,
- b. Waktu penyangraian,
- c. Kecepatan putar,
- d. Daya terpakai (watt meter),
- e. Konsumsi bahan bakar (minyak kerosene/ minyak tanah),
- f. Perubahan kadar air,
- g. Perubahan densitas kamba,
- h. Perubahan warna,
- i. Cita rasa coklat (*organoleptik test*).

### 3.4 Prosedur Analisa Pengamatan

Dari data hasil penelitian akan dilakukan analisa sebagai berikut:

#### 3.4.1 Kadar Air (SNI 01-2323-2002)

Penentuan kadar air biji kakao dilakukan dengan metode oven (gravimetri), dengan cara menimbang contoh uji yang telah dihancurkan dengan mortar sebanyak 10 g ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya. Menempatkan cawan beserta isinya ke dalam oven pada suhu ( $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ) selama 16 jam. Setelah 16 jam dikeluarkan dan ditempatkan ke dalam eksikator. Kemudian ditimbang. Cara menentukan hasil :

$$\text{Kadar Air (\%bb)} = \frac{(M1 - M2)}{(M1 - M0)} \times 100 \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana :  $M0$  = bobot cawan (g)

$M1$  = bobot cawan + contoh uji sebelum dioven (g)

$M2$  = bobot cawan + berat kering mutlak bahan (g)

#### 3.4.2 Kadar Kulit Biji Kakao (SNI 01-2323-2002)

Biji kakao ditimbang sebanyak  $\pm 100$  g, kemudian dipisahkan antara kulit dan keping bijinya. Meletakkan kulit dan keping biji di cawan yang berbeda yang telah diketahui bobotnya. Menimbang masing-masing cawan yang berisi kulit dan keping biji.

Cara menentukan hasil adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar kulit (\%)} = \frac{N2 - N1}{N0} \times 100\% \dots\dots\dots 3.2$$

Dimana : N0 = berat biji kakao (g)

N1 = berat cawan kosong (g)

N2 = berat cawan dan kulit/keping biji (g)

### 3.4.3 Densitas Kamba (Lewis, M.J, 1987)

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots 3.3$$

Dimana :  $\rho$  = densitas kamba (kg/m<sup>3</sup>, g/mL)

m = berat bahan (kg, g)

V = Volume bahan (m<sup>3</sup>, mL)

### 3.4.4 Jumlah biji per 100 g

Mutu biji kakao digolongkan sesuai SNI 01-2323-2002, atas dasar jumlah biji per 100 g contoh biji kakao kering.

### 3.4.5 Ukuran Biji

Dimensi biji yang dinyatakan dalam ukuran panjang, lebar (diameter besar) dan tebal (diameter kecil) biji kering diukur untuk mengetahui sebaran biji persatuan berat tertentu. Contoh sebanyak 100 g diambil secara acak dan dilakukan pengukuran panjang, lebar dan tebal dengan menggunakan jangka sorong.

### 3.4.6 Perubahan Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat Minolta Chromameter CR-300. Sampel diletakkan pada tempat yang tersedia dengan berat tiap sampel harus sama, setelah menekan tombol start diperoleh nilai L, a, dan b. Nilai L berkisar antara 0 – 100 yang menunjukkan warna gelap sampai terang.

Nilai a menggambarkan interval warna antara hijau yang bernilai –100 dan merah yang bernilai +100. Sementara itu parameter b menunjukkan warna biru

yang bernilai  $-100$  dan warna kuning yang bernilai  $+100$ . Selanjutnya dari nilai  $a$  dan  $b$  dapat dihitung  $^{\circ}\text{Hue}$  dan  $\text{Chroma}$  dengan rumus sebagai berikut:

$$^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$$

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Jika hasil dari  $^{\circ}\text{Hue}$  : 18-54 $^{\circ}$  maka produk berwarna Red  
 54-90 $^{\circ}$  maka produk berwarna Yellow Red  
 90-126 $^{\circ}$  maka produk berwarna Yellow  
 126-162 $^{\circ}$  maka produk berwarna Yellow Green  
 162-198 $^{\circ}$  maka produk berwarna Green  
 198-234 $^{\circ}$  maka produk berwarna Blue Green  
 234-270 $^{\circ}$  maka produk berwarna Blue  
 270-306 $^{\circ}$  maka produk berwarna Blue Purple  
 306-342 $^{\circ}$  maka produk berwarna Purple  
 342-18 $^{\circ}$  maka produk berwarna Red Purple

### 3.4.7 Kebutuhan Daya

Kebutuhan daya adalah daya yang dibutuhkan oleh mesin penggerak, daya dihitung dari data pengamatan jumlah alur yang mengalir pada mesin penggerak dikali besarnya tegangan yang ada pada mesin.

$$\text{KD} = V \times I \dots\dots\dots 3.4$$

Dimana : KD = Kebutuhan Daya (Watt)

V = Tegangan pada mesin (Volt)

I = Arus (Ampere)

### 3.4.8 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar dihitung dari volume bahan bakar awal dikurangi volume bahan bakar akhir (akhir proses penyangraian)

$$\text{KBB} = \text{VBB}_1 - \text{VBB}_2 \dots\dots\dots 3.5$$

Dimana : KBB = Konsumsi bahan bakar (liter)

$\text{VBB}_1$  = Volume bahan bakar awal (liter)

$\text{VBB}_2$  = Volume bahan bakar akhir (liter)

### 3.4.9 Kapasitas Penyangraian

Kapasitas penyangraian adalah kemampuan mesin untuk menyangrai biji kakao dalam satuan berat (kg) persatuan waktu (menit).

$$KP = \frac{BM}{t} \dots\dots\dots 3.6$$

Dimana : KP = Kapasitas penyangraian (kg/menit)

BM = Berat bahan masuk (kg)

t = Waktu penyangraian (menit)

### 3.4.10 Uji Organoleptik

Pasta dari hasil penyangraian dengan berbagai perlakuan diuji organoleptik oleh 5 panelis terlatih dengan mengisi formulir isian yang telah disiapkan oleh penyaji. Pada uji organoleptik ini menggunakan uji citarasa dan uji kesukaan. Parameter nilai uji citarasa meliputi: aroma, *flavour*, *acidity* (masam), *bitterness* (pahit), *astringency* (sepat), *burnt* (gosong) dan kesukaan. Adapun skor penilainnya adalah:

#### 1. Nilai uji citarasa

0	= tidak ada	5-6	= sedang
1-2	= rendah	7-8	= sedang - tinggi
3-4	= rendah – sedang	9-10	= tinggi

#### 2. Nilai kesukaan

1	= sangat tidak suka
2	= tidak suka
3	= netral
4	= suka
5	= sangat suka

### 3.5 Deskripsi Mesin Sangrai (*Roaster*)

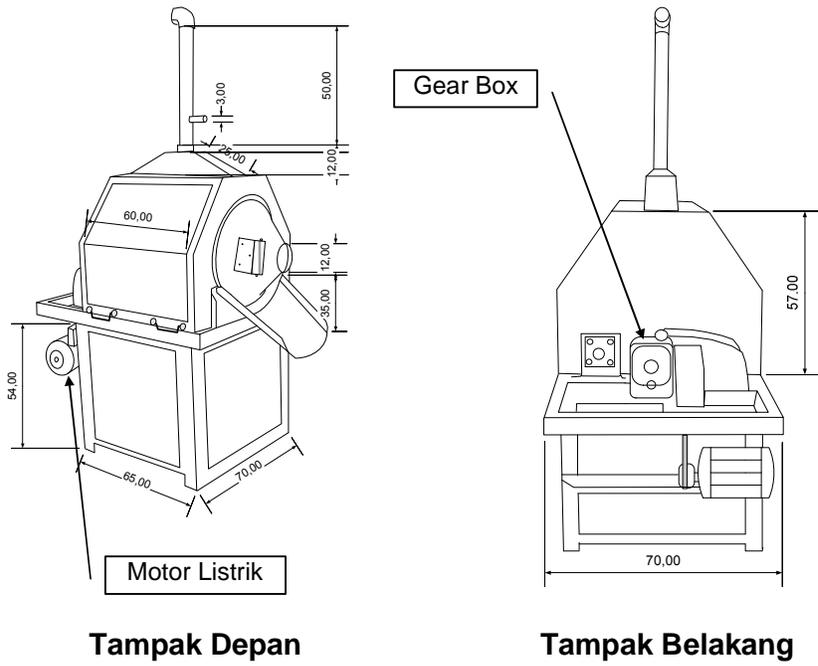
Mesin sangrai terdiri atas tiga bagian penting yaitu silinder sangrai, motor penggerak, sumber panas dan pendingin. Silinder sangrai mempunyai diameter 0,35 meter; panjang 0,5 meter dan digerakkan oleh sebuah motor listrik 1440 RPM.

Kecepatan putar silinder sangrai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14 RPM dan 18 RPM, kecepatan silinder sangrai ini didapatkan dengan mereduksi kecepatan putar motor listrik menggunakan *gear box* yang mereduksi putaran dengan perbandingan 1: 50. *Gear box* dihubungkan ke motor listrik dengan menggunakan sabuk karet tipe-V, kemudian putaran diteruskan oleh *gear box* menuju poros penyangga silinder sangrai dengan menggunakan rantai sehingga kecepatan putaran yang dihasilkan dari *gear box* sampai poros penyangga silinder sangrai dapat diasumsikan tidak ada kehilangan akibat slip.

Sumber panas yang digunakan mesin sangrai ini adalah alat pembakar (*burner*) gas (LPG) dan minyak tanah. Tetapi dalam pelaksanaan penelitian, digunakan minyak tanah (*kerosene*). Bahan bakar minyak tanah disalurkan dari sebuah tangki minyak dan diberikan tekanan udara sebesar 0,2 MPa (2 atm).

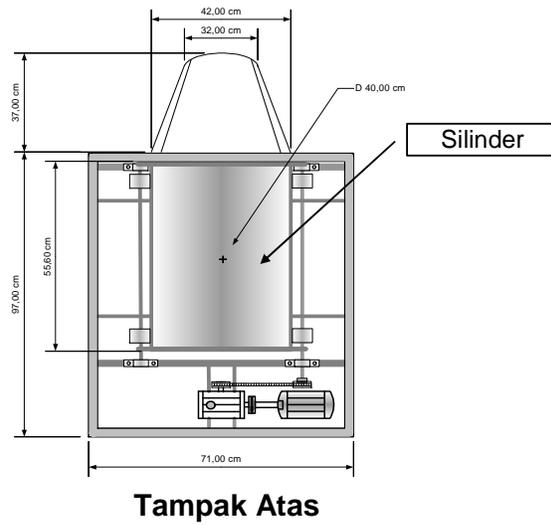
Bak pendingin mesin sangrai berbentuk heksagonal yang disangga empat buah kaki dengan tinggi 0,5 meter. Sebuah kipas sentrifugal, dipasang dibagian bawah bak pendingin seperti Gambar 3.4.

Proses ini disebut sebagai tempering untuk mendinginkan biji tersangrai. Selama pendinginan, biji diaduk secara manual agar proses sangrai menjadi rata dan tidak berlanjut (*over roasted*) dan warna biji menjadi coklat kehitaman.



Tampak Depan

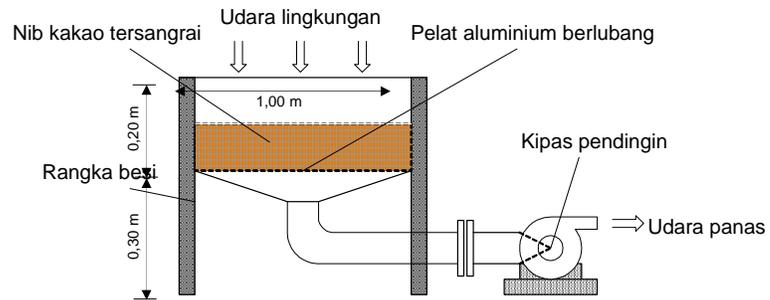
Tampak Belakang



Tampak Atas

Gambar 3.3 Sketsa mesin sangrai tampak depan, tampak belakang dan tampak atas.

Sumber: Data Penelitian, 2005



Gambar 3.4 Sketsa alat pendingin hasil sangrai  
Sumber: Data Penelitian, 2005

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Mekanisme Penyangraian**

Proses sangrai membutuhkan energi panas untuk membentuk cita rasa dan aroma khas coklat dalam biji kakao dan menghilangkan rasa pahit dan sepat.

Sumber panas untuk proses sangrai umumnya diperoleh dari pembakaran minyak dari sebuah burner, dalam percobaan ini menggunakan jenis bahan bakar berupa minyak tanah, hal ini dikarenakan minyak tanah lebih mudah dijangkau oleh masyarakat pedesaan bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar listrik dan LPG.

Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kesempurnaan reaksi pembakaran adalah kemampuan bercampur (*mixing*) antara senyawa hidrokarbon yang ada di dalam bahan bakar dengan oksigen dari udara (Smith dan Vaness, 1985).

Menurut Mulato (2002), salah satu cara meningkatkan efisiensi pembakaran minyak adalah dengan cara evaporasi dan atomisasi. Bentuk fisik minyak tanah yang semula cair dikonversi menjadi fase gas (uap) sebelum dimasukkan ke dalam alat pembakar. Penelitian ini menggunakan alat pembakar minyak tipe evaporasi dan atomisasi yang bekerja secara berurutan. Minyak tanah dalam fasa cair ditekan di dalam bejana tekan sampai  $2 \text{ kg/cm}^2$  dan kemudian dialirkan dengan pipa tembaga kedalam sebuah kumparan/pemanas (evaporasi).

Minyak tanah yang semula fasa cair berubah menjadi fasa gas yang kemudian disemprotkan lewat lubang nozel (atomisasi). Minyak dalam fasa gas terdispersi menjadi partikel sangat kecil dan lebih mudah bercampur dengan oksigen. Dengan sistem ini maka pembakaran dengan minyak tanah dapat lebih efisien.

Ruang silinder mendapatkan energi panas melalui dua media pindah panas. Pertama, pindah panas secara konveksi bebas, yaitu asap panas hasil reaksi pembakaran minyak tanah yang bersinggungan langsung dengan seluruh permukaan dinding silinder.

Kedua, pindah panas secara radiasi dari permukaan nyala api yang bersuhu tinggi ke permukaan bawah dinding silinder.

Energi panas tersebut kemudian merambat lewat dinding silinder bagian luar secara konduksi dan kemudian memanaskan ruangan di dalam silinder secara merata. Dengan demikian, kontaminasi asap hasil pembakaran minyak ke dalam silinder dapat dicegah. Uap air dari biji hasil pemanasan terperangkap di dalam silinder, sebaliknya udara dari lingkungan luar silinder tidak dapat masuk silinder. Proses pindah panas dan pindah massa uap air di dalam silinder berlangsung secara seimbang dari permukaan biji ke lingkungan di dalam silinder dan sebaliknya. Dengan demikian lingkungan di dalam silinder dipertahankan sangat lembab dan panas.

Suhu dan kelembaban udara di dalam silinder terkontrol secara alami menghasilkan distribusi suhu yang seragam untuk semua jenis ukuran biji. Dengan demikian proses penyangraian lebih terkendali. Biji gosong (*over roasting*) pada biji ukuran kecil, seperti umumnya terjadi pada penyangraian konvensional tidak terjadi. Selain itu, uap air yang terbentuk di dalam silinder berfungsi sekaligus sebagai media sterilisasi bagi mikroba-mikroba yang tersisa di dalam biji.

## **4.2 Bahan Baku**

Biji kakao yang digunakan adalah biji kakao jenis lindak dari kebun kakao Kaliwining. Biji kakao lindak yang digunakan adalah yang sudah difermentasikan selama 5 hari dan kemudian diukur ukuran biji, kelas mutu biji kakao, kadar air, dan kadar kulit.

### **4.2.1 Kadar Air**

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik yang sangat penting dan berpengaruh langsung terhadap rendemen hasil dan daya tahan biji kakao dari kerusakan terutama serangan jamur dan serangga saat penggudangan dan pengangkutan. Kerusakan yang terjadi pada biji kakao menyebabkan timbulnya cacat citarasa dan aroma dasar yang tidak dapat diperbaiki pada proses pengolahan selanjutnya.

Berdasarkan SNI 01-2323-2001, standar kadar air biji kakao mutu ekspor adalah maksimal 7,5 persen.

Jika lebih tinggi dari nilai tersebut, biji kakao tidak aman disimpan dalam waktu lama, sedang jika kadar air terlalu rendah biji kakao cenderung menjadi rapuh. Pada penelitian ini kadar air biji kakao yang digunakan memenuhi standar yaitu rata-rata 7,4 persen yang disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Kadar air pada biji kakao kering

Sampel	Berat cawan (g)	Berat awal + cawan (g)	Berat akhir + cawan (g)	Kadar air (%)
1	31.7	42	41.2	7.8
2	34.3	45.1	44.3	7.4
3	33.9	43.9	43.2	7
Rata-rata				7.4

Sumber: Data Penelitian, 2005

#### 4.2.2 Kadar Kulit

Biji kakao terdiri atas keping biji (*nib*) yang dilindungi oleh kulit. Kadar kulit dihitung atas dasar perbandingan berat kulit dan berat total biji kakao (kulit dan keping). Selain ukuran biji, kadar kulit juga berpengaruh pada rendemen hasil lemak. Biji kakao dengan kadar kulit tinggi pada umumnya menghasilkan rendemen hasil lemak yang rendah, tetapi cenderung lebih kuat atau tidak rapuh saat ditumpuk di dalam gudang sehingga biji tersebut dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama.

Kadar kulit biji kakao selain dipengaruhi oleh jenis bahan tanaman, juga dipengaruhi cara pengolahannya, seperti proses fermentasi dan pencucian. Semakin singkat waktu fermentasi, kadar kulit biji kakao makin tinggi karena sebagian sisa lendir (*pulp*) masih menempel pada biji. Namun demikian kandungan kulit biji tersebut dapat dikurangi dengan proses pencucian.

Standar kadar kulit biji kakao menurut SNI, SP-45-1976 adalah antara 11-13 persen. Sedangkan biji kakao yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar kulit yang cukup tinggi yaitu 18,7 persen (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Kadar kulit pada biji kakao kering

Sampel	Berat awal (g)	Berat kulit (g)	Kadar kulit (%)
1	100.5	18.9	18.8
2	100.5	18.5	18.4
3	100.5	19	18.9
Rata-rata			18.7

Sumber: Data Penelitian, 2005

#### 4.2.3 Kelas Mutu Biji Kakao

Seperti halnya kadar air dan kadar kulit, kelas mutu biji kakao yang dilihat dari ukuran biji kakao sangat menentukan rendemen hasil lemak. Makin besar ukuran biji kakao, makin tinggi rendemen lemak dari dalam biji. Ukuran biji kakao dinyatakan dalam jumlah biji per 100 g contoh uji yang diambil secara acak pada kadar air 6-7,5 persen. Sedangkan biji kakao yang digunakan pada penelitian ini termasuk dalam kelas B yang setara dengan maksimal 110 biji per 100 g sesuai pada Tabel 4.3. Tetapi biji kakao ini tidak bisa dimasukkan dalam kelas B mengingat kadar kulit yang dimiliki terlalu tinggi yaitu 18,7%, sehingga biji kakao ini masuk dalam kelas S atau juga bisa disebut dengan biji kakao “under grade”.

Tabel 4.3 Kelas mutu biji kakao

Sampel	Jumlah biji/100 g
1	110
2	103
3	112
Rata-rata	108.3

Sumber: Data Penelitian, 2005

#### 4.2.4 Ukuran Biji Kakao

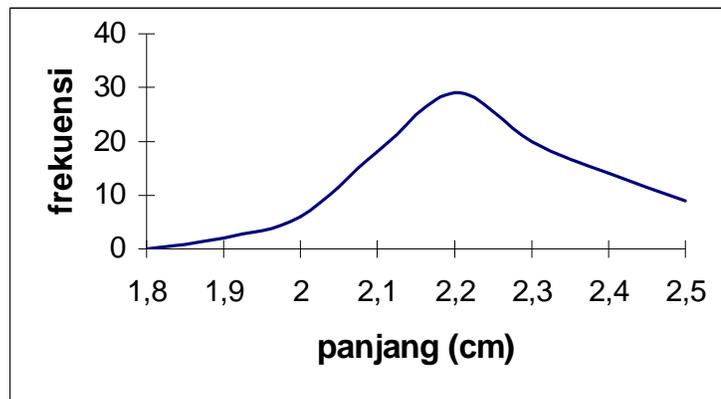
Sifat fisik biji kakao yang mudah diukur adalah dimensi atas dasar bentuk dan ukuran biji yang dinyatakan dalam panjang, tebal (diameter kecil), dan lebar (diameter besar). Sebaran ukuran panjang, lebar dan tebal biji kakao kering ditampilkan dalam Gambar 4.1

Gambar 4.1 (a), menunjukkan bahwa 68 persen biji mempunyai kisaran panjang antara 2,1-2,19 cm sedang sisanya mempunyai kisaran ukuran lebih kecil dari 2,1 cm dan lebih besar dari 2,19 cm. Biji kakao kering mempunyai kisaran ukuran panjang minimum 1,8 cm dan maksimum 2,6 cm.

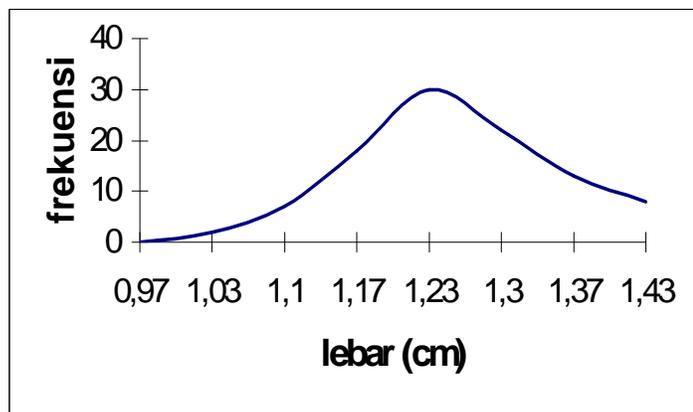
Biji memiliki panjang rata-rata 1,917 cm dengan simpangan baku 0,32.

Gambar 4.1 (b), menunjukkan bahwa 68 persen biji kakao memiliki lebar pada kisaran 1,099-1,165 cm, sedang sisanya memiliki kisaran ukuran lebih kecil dari 1,099 cm dan lebih besar dari 1,165 cm. Lebar biji minimal adalah 0,965 cm dan maksimal 1,5 cm dengan rerata lebar biji 1,204 cm dan simpangan baku 0,12.

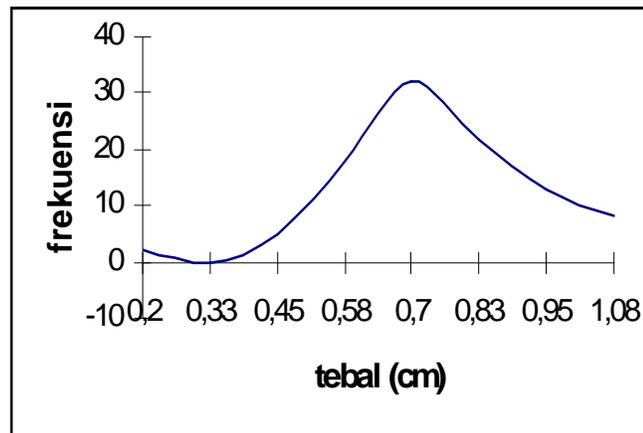
edangkan ukuran tebal biji minimal 0,2 cm dan maksimal 1,3 cm, rerata tebal biji adalah 0,803 cm dan simpangan baku 0,18 (Gambar 4.1 (c)). 68 persen biji memiliki tebal pada kisaran 0,7-0,824 cm.



Gambar 4.1 (a)



Gambar 4.1 (b)



Gambar 4.1 (c)

Gambar 4.1 Sebaran ukuran (a) panjang, (b) lebar, dan (c) tebal biji kakao  
 Sumber: Data Penelitian, 2005

### 4.3 Kinerja Mesin Sangrai

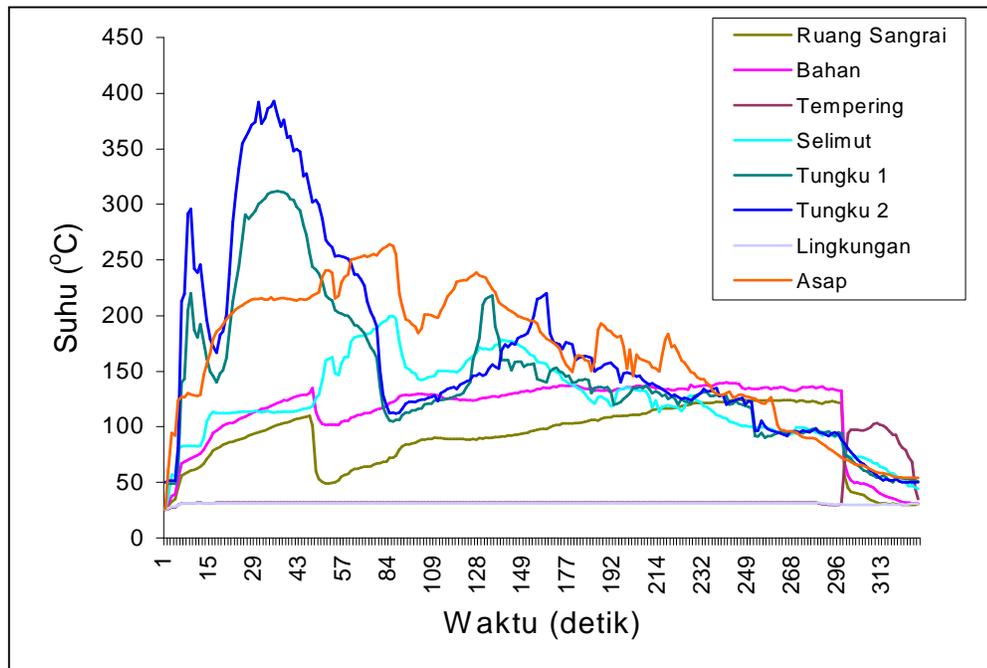
#### 4.3.1 Perubahan Suhu Selama Proses Penyangraian Biji Kakao

Perubahan-perubahan yang terjadi selama proses penyangraian, antara lain aroma bagian dalam keping biji (*cotyledon*) berubah menjadi coklat tua, rasa sepat berkurang, dan aroma khas coklat menjadi tajam. Salah satu faktor penting yang menentukan perubahan tersebut adalah suhu dan lama penyangraian.

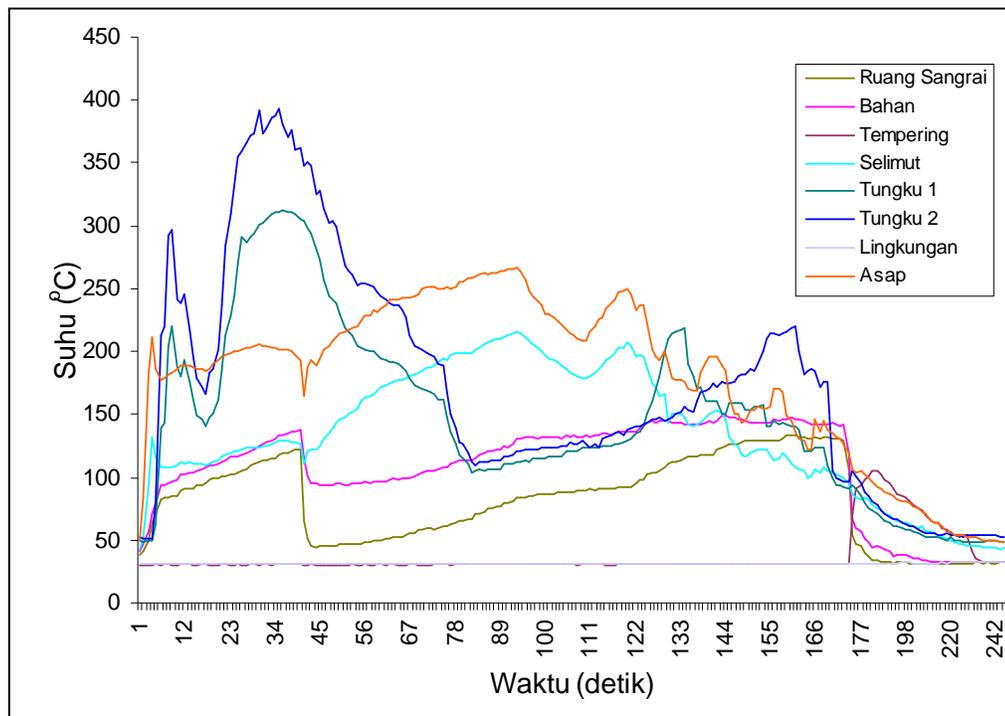
Penyangraian pada suhu rendah/terlalu cepat menyebabkan aroma coklat kurang tajam, sedangkan jika suhu terlalu tinggi/terlalu lama menyebabkan timbulnya aroma gosong.

Hasil penelitian menunjukkan terjadinya fluktuasi suhu yang sangat bervariasi tiap proses penyangraian khususnya suhu bahan benar-benar diperhatikan. Alat pengontrol kondisi suhu tersebut adalah thermocouple. Thermocouple berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu tiap titik pada mesin sangrai. Ada 8 titik yang dikontrol tiap menit yaitu pada bagian tungku 1, tungku 2, silinder luar (selimut), ruang sangrai (silinder dalam), bahan, cerobong asap, lingkungan, dan bagian tempering.

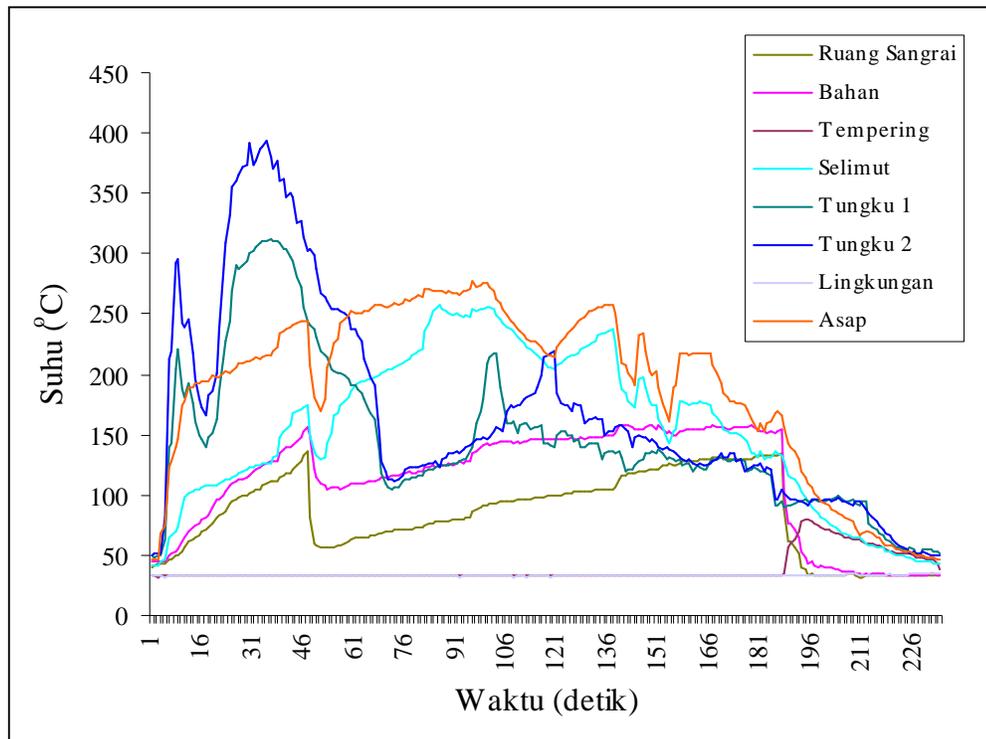
Hasil pemantauan suhu oleh thermocouple tersimpan dalam komputer dan ditabulasikan ke dalam gambar seperti pada Lampiran. Gambar 4.2 – 4.4 dibawah ini merupakan contoh pengukuran suhu oleh termocouple pada penyangraian biji kakao dengan berat bahan 9 kg dan kecepatan putar silinder 14 RPM.



Gambar 4.2 Hasil pengukuran suhu pada penyangraian dengan suhu 130-140°C



Gambar 4.3 Hasil pengukuran suhu pada penyangraian dengan suhu 140-150°C



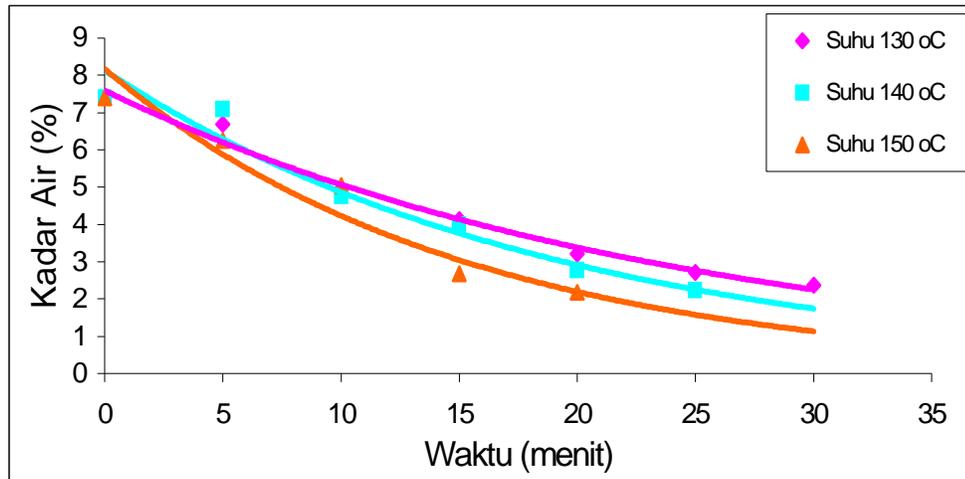
Gambar 4.4 Hasil pengukuran suhu pada penyangraian dengan suhu 150-160°C

Berdasarkan Gambar 4.2 - 4.4 diatas dapat diketahui bahwa penyangraian paling cepat adalah penyangraian dengan suhu paling tinggi yaitu 150-160°C. Suhu bahan pada menit pertama setelah bahan dimasukkan mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena suhu yang ada di dalam silinder dipergunakan untuk menguapkan air yang terkandung dalam biji, namun setelah itu suhu bahan meningkat lagi untuk proses pemasakan biji dan pembentukan aroma dan rasa. Gambar grafik penyangraian pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 10-15.

#### 4.3.2 Perubahan Kadar Air

Pengamatan penurunan kadar air biji kakao dilakukan dengan pengambilan sampel tiap 5 menit pada saat penyangraian. Sedangkan pengukurannya dengan menggunakan metode oven. Kadar air biji kakao sangrai kurang lebih 1-2 persen.

Hasil pengukuran kadar air selama proses penyangraian dapat dilihat pada Lampiran 1 & 2, sedangkan gambar grafik pada Lampiran 16 & 17. Berdasarkan data kadar air yang dihasilkan kemudian dibuat grafik seperti dibawah ini:

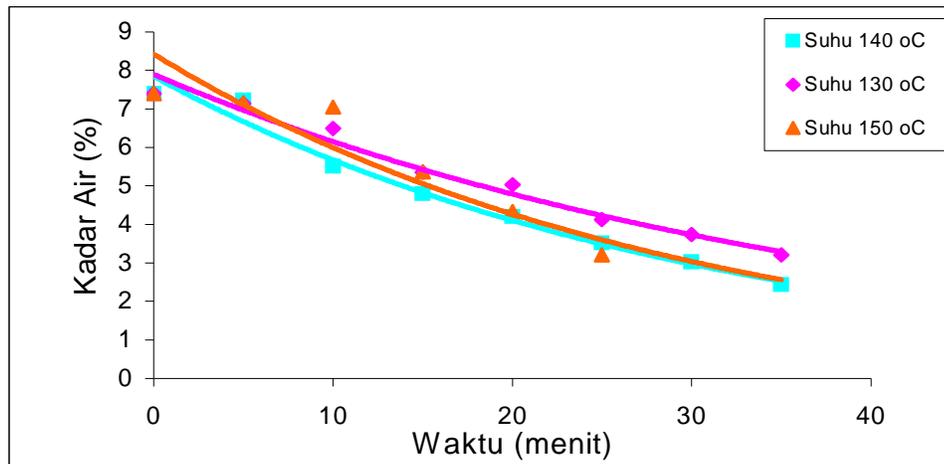


Gambar 4.5 Penurunan kadar air biji kakao selama proses penyangraian dengan kapasitas 5 kg dan 18 RPM

Tabel 4.4 Persamaan exponential dari Gambar 4.5

Suhu (°C)	Pers. Exponential	Koefisien Korelasi
130	$Y = 9.2911e^{-0.2022x}$	$R^2 = 0.9894$
140	$Y = 10.508e^{-2567x}$	$R^2 = 0.9747$
150	$Y = 11.352e^{-0.3289x}$	$R^2 = 0.9463$

Pada percobaan dengan menggunakan kecepatan putar silinder sangrai 18 RPM dengan kapasitas 5 kg biji kakao dibutuhkan waktu 30 menit untuk penyangraian dengan suhu 130°C dan dengan kadar air akhir 2,36 persen, pada penyangraian dengan suhu 140°C dibutuhkan waktu 25 menit (5 menit lebih cepat dari suhu 130°C) dengan kadar air akhir 2,23 persen, sedangkan pada penyangraian dengan suhu 150°C dibutuhkan waktu 20 menit dan dengan kadar air akhir 2,18 persen.

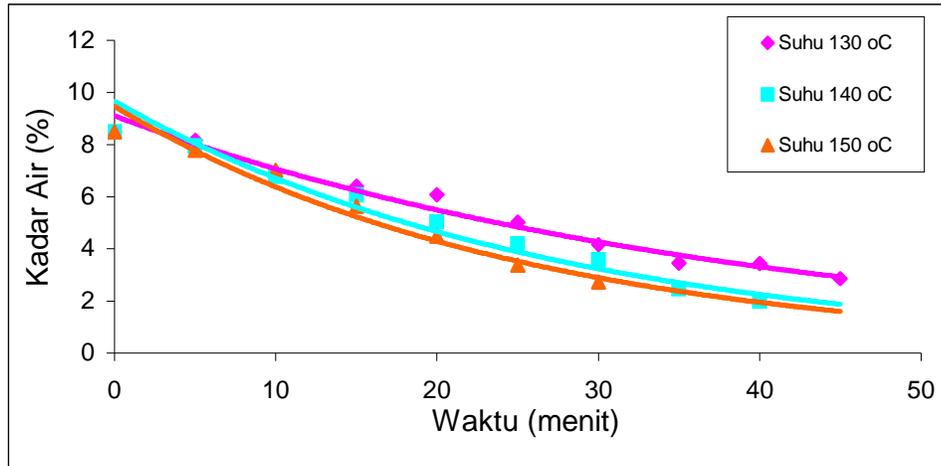


Gambar 4.6 Penurunan kadar air biji kakao selama proses penyangraian dengan kapasitas 9 kg dan 18 RPM

Tabel 4.5 Persamaan exponential dari Gambar 4.6

Suhu (°C)	Pers. Exponential	Koefisien Korelasi
130	$Y = 8,947e^{-0,125x}$	$R^2 = 0,9822$
140	$Y = 9,2226e^{-0,162x}$	$R^2 = 0,9879$
150	$Y = 9,985e^{-0,17x}$	$R^2 = 0,8934$

Pada penyangraian 9 kg biji kakao dengan suhu 130°C dan suhu 150°C kadar air akhir masih terlalu tinggi yaitu 3,2 persen dan 3,21 persen, hal ini menunjukkan bahwa biji kakao belum matang betul tetapi sudah dikeluarkan dari ruang sangrai.



Gambar 4.7 Penurunan kadar air biji kakao selama proses penyangraian dengan kapasitas 9 kg dan 14 RPM

Tabel 4.6 Persamaan exponential dari Gambar 4.7

Suhu (°C)	Pers. Exponential	Koefisien Korelasi
130	$Y = 9,1045e^{-0,0253x}$	$R^2 = 0,9793$
140	$Y = 9,6694e^{-0,0365x}$	$R^2 = 0,9666$
150	$Y = 9,4684e^{-0,0396x}$	$R^2 = 0,9695$

Berdasar pada grafik-grafik diatas dapat dilihat bahwa penyangraian dengan kapasitas yang sama tetapi dengan perlakuan suhu yang lebih tinggi membutuhkan waktu penyangraian yang lebih cepat dan begitu pula sebaliknya.

Pada penyangraian dengan kapasitas 9 kg biji kakao ini membutuhkan waktu paling lama dibandingkan dengan kapasitas 5 kg dan 7 kg, hal ini disebabkan karena jumlah air yang harus diuapkan lebih banyak daripada penyangraian dengan kapasitas 5 kg dan 7 kg. Sedangkan energi panas yang tersedia sama untuk tiap-tiap kapasitas, sehingga laju penguapan air semakin lama.

Kecepatan proses penyangraian selain dipengaruhi oleh suhu dan kapasitas bahan, dipengaruhi juga oleh kecepatan putar silinder sangrai. Hal ini terlihat pada Gambar 4.5 dan 4.6, penyangraian dengan kapasitas sama (9 kg) tetapi perlakuan kecepatan putar silinder sangrai yang berbeda yaitu 14 RPM dan 18 RPM menunjukkan bahwa dengan RPM yang lebih besar (18 RPM) membutuhkan

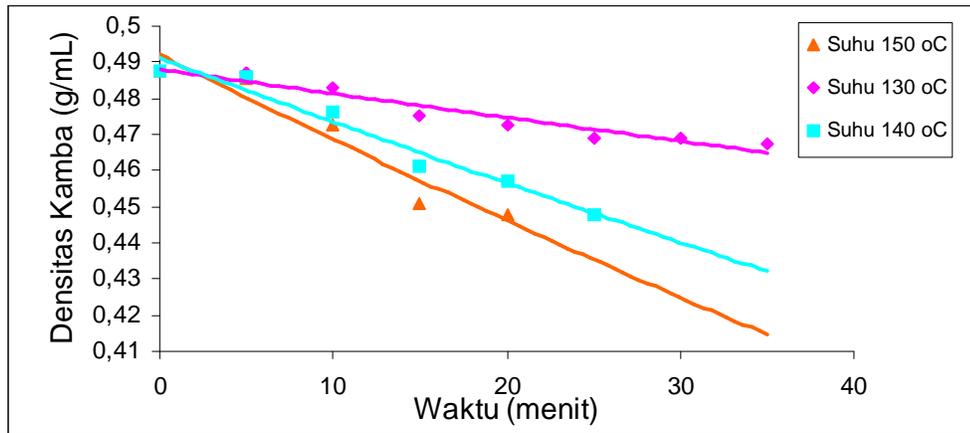
waktu penyangraian yang lebih cepat dibandingkan dengan penyangraian pada 14 RPM, hal ini disebabkan karena semakin cepat putaran maka ruang sangrai juga berputar dengan cepat. Ruang sangrai yang berputar dengan cepat akan mempercepat pula pergerakan bahan di dalam ruang sangrai yang memungkinkan distribusi panas merata pada semua bahan sehingga laju penguapan air pada setiap bahan berjalan dengan cepat.

#### **4.3.3 Perubahan Densitas Kamba**

Densitas kamba merupakan salah satu karakteristik fisik biji-bijian yang sering kali digunakan untuk merencanakan kapasitas penyimpanan, volume alat pengolahan atau sarana transportasi, mengkonversikan harga satuan dan sebagainya. Densitas kamba adalah perbandingan bobot bahan dengan volume yang ditempatinya, termasuk ruang kosong diantara butiran bahan. Tabel data densitas bahan dapat dilihat pada Lampiran 3 & 4, sedangkan Gambar grafik pada Lampiran 18 & 19.

Pada proses penyangraian bersamaan dengan penguapan air, beberapa senyawa volatil yang terkandung di dalam biji yang ikut teruapkan, sebelum menguap senyawa-senyawa tersebut berubah menjadi uap dan berekspansi sebagai akibat pemanasan yang berlebihan, sehingga volume biji kakao mengembang, setelah proses penguapan berakhir, posisi yang semula ditempati senyawa-senyawa tersebut menjadi kosong dan meninggalkan pori-pori dalam biji. Hal ini yang mempermudah proses pelepasan kulit yang menempel dipermukaan inti biji atau nib. Peristiwa seperti ini ditandai dengan penurunan salah satu sifat fisik yaitu densitas kamba pada biji kakao yang cukup signifikan.

Pengamatan penurunan densitas kamba dilakukan seperti pada pengamatan penurunan kadar air yaitu dengan pengambilan sampel tiap 5 menit pada saat proses penyangraian. Hasil pengukuran densitas kamba dapat dilihat pada Lampiran 3 dan 4.

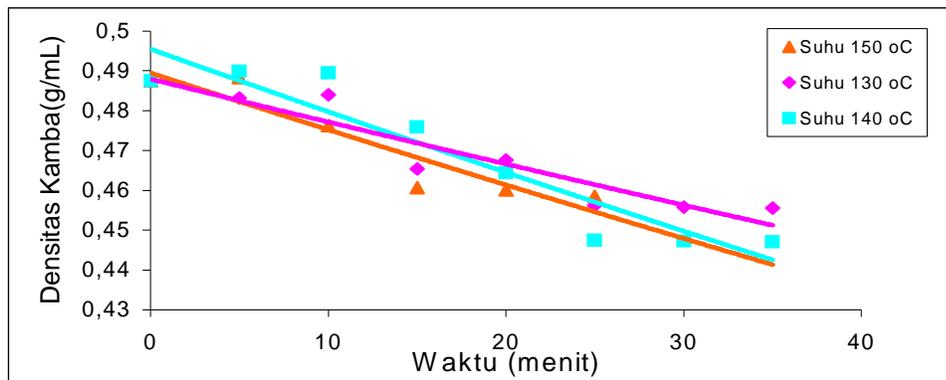


Gambar 4.8 Grafik densitas kamba pada penyangraian 5 kg biji pada 18 RPM

Tabel 4.7 Persamaan exponential dari Gambar 4.8

Suhu (°C)	Pers. Exponential	Koefisien Korelasi
130	$Y = 0,48e^{-0,0014x}$	$R^2 = 0,9319$
140	$Y = 0,911e^{-0,0337x}$	$R^2 = 0,9649$
150	$Y = 0,4921e^{-0,0349x}$	$R^2 = 0,9222$

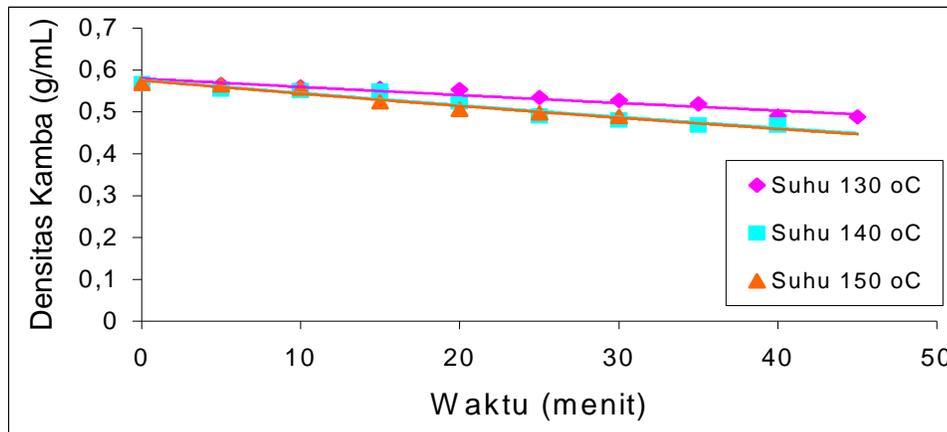
Berdasar pada Grafik 4.8 diatas, pada penyangraian 5 kg biji kakao dengan suhu 130°C dalam waktu 30 menit densitas kamba turun menjadi 0,47 g/mL, dan pada 140°C dalam waktu 25 menit densitas kamba turun menjadi 0.468 g/mL, sedangkan pada suhu 150°C dalam waktu 20 menit densitas kamba turun menjadi 0,469 g/mL.



Grafik 4.9 Grafik densitas kamba pada penyangraian 9 kg biji kakao dengan 18 RPM

Tabel 4.8 Persamaan exponential dari Gambar 4.9

Suhu (°C)	Pers. Exponential	Koefisien Korelasi
130	$Y = 0,4934e^{-0,0112x}$	$R^2 = 0,8941$
140	$Y = 0,5035e^{-0,0161x}$	$R^2 = 0,8915$
150	$Y = 0,4968e^{-0,0148x}$	$R^2 = 0,8797$



Grafik 4.10 Grafik densitas kamba pada penyangraian 9 kg biji kakao dengan 14 RPM

Tabel 4.9 Persamaan exponential dari Gambar 4.10

Suhu (°C)	Pers. Exponential	Koefisien Korelasi
130	$Y = 0,5903e^{-0,0177x}$	$R^2 = 0,9151$
140	$Y = 0,5925e^{-0,0277x}$	$R^2 = 0,9343$
150	$Y = 0,5916e^{-0,0281x}$	$R^2 = 0,9459$

Berdasar pada grafik-grafik diatas, menunjukkan bahwa nilai densitas kamba bervariasi menurut kadar air bahan. Semakin lama proses penyangraian maka semakin kecil densitas kamba yang dihasilkan, hal ini dikarenakan kadar air bahan juga semakin kecil. Berdasar pada perlakuan kapasitas penyangraian, jika semakin besar kapasitas penyangraian, maka laju penurunan kadar air semakin lambat sehingga densitas kamba menjadi lebih besar.

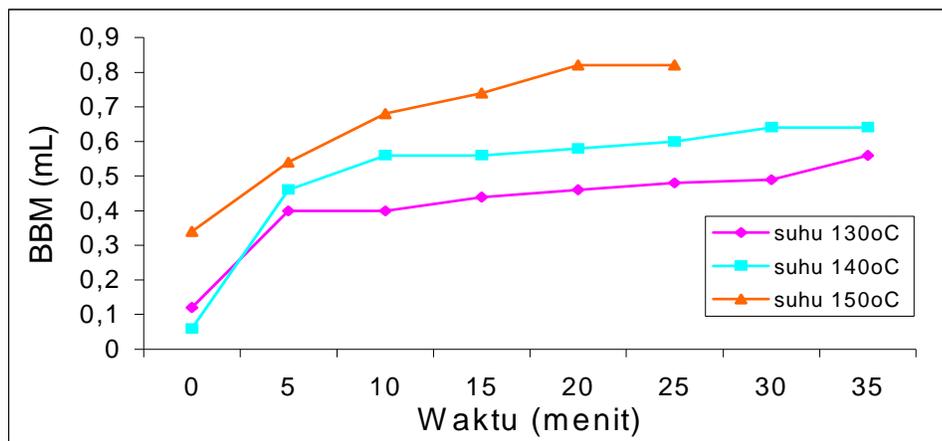
Pada densitas kamba yang lebih besar akan mengakibatkan pori-pori pada bahan mengecil sehingga hal ini akan mempengaruhi proses pengupasan. Proses pengupasan akan semakin sulit.

Sedangkan berdasar pada perlakuan suhu, jika semakin tinggi suhu penyangraian, maka laju penurunan kadar air akan semakin cepat sehingga densitas kamba menjadi lebih kecil. Pada densitas kamba yang lebih kecil mengakibatkan pori-pori pada bahan membesar sehingga hal ini akan mempermudah proses pengupasan kulit pada biji kakao.

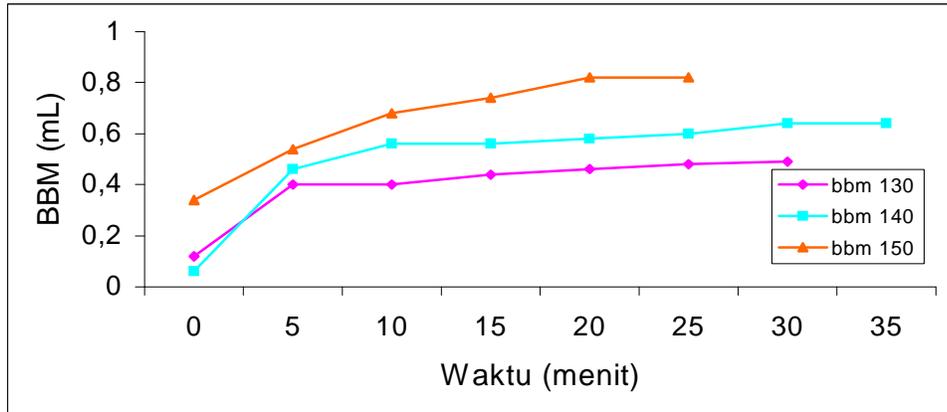
#### 4.3.4 Perubahan Konsumsi Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar yang dipakai dalam penelitian ini adalah minyak tanah ( $\rho=804$  kg/liter). Tabel data konsumsi bahan bakar pada semua perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6, sedangkan Gambar grafik pada Lampiran 20 dan 21.

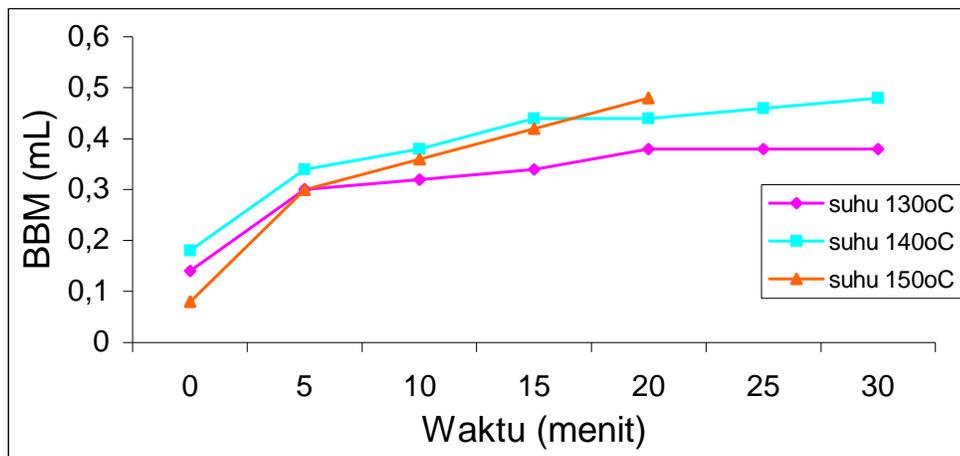
Pengamatan perubahan konsumsi bahan bakar minyak dilakukan dengan pencatatan tiap 5 menit pada saat proses penyangraian berlangsung.



Gambar 4.11 Grafik konsumsi bahan bakar minyak pada penyangraian 5 kg biji kakao dengan 18 RPM



Gambar 4.12 Grafik konsumsi bahan bakar minyak pada penyangraian 9 kg biji kakao dengan 18 RPM



Gambar 4.13 Grafik konsumsi bahan bakar minyak pada penyangraian 9 kg biji kakao dengan 14 RPM

Berdasar pada gambar 4.11-4.13 diatas, terlihat bahwa konsumsi bahan bakar minyak meningkat tajam saat 5 menit pertama, hal ini terjadi karena tungku diperbesar untuk mendapatkan suhu bahan yang akan digunakan untuk proses penyangraian sehingga bahan bakar yang terserap juga besar.

Selain itu, dari grafik-grafik diatas terlihat juga bahwa semakin besar kapasitas penyangraian maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses penyangraian sehingga semakin besar juga konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Hal ini terjadi juga pada perlakuan suhu yang dipergunakan, dimana semakin tinggi suhu maka konsumsi bahan bakar minyak juga semakin besar.

Hal ini dikarenakan penyangraian dengan suhu tinggi membutuhkan pembakaran bahan bakar minyak tanah yang lebih besar.

Sedangkan berdasar pada kecepatan putar silinder, semakin besar RPM maka semakin cepat proses penyangraian, sehingga bahan bakar minyak tanah yang dibutuhkan semakin kecil.

Tetapi tidak semua konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan dalam proses penyangraian sesuai dengan kaidah-kaidah di atas, hal ini dikarenakan kadar air akhir yang dihasilkan dari setiap proses penyangraian tidak sama. Peristiwa ini dapat dilihat pada Gambar 4.12, dimana seharusnya konsumsi bahan bakar minyak terendah terjadi pada penyangraian dengan suhu 130°C.

Hal ini juga terjadi pada penyangraian dengan kapasitas 9 kg biji kakao dengan kecepatan putar silinder 18 RPM (Gambar 4.13), dimana konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada penyangraian dengan suhu 150°C, padahal seharusnya pada penyangraian dengan suhu tersebut konsumsi bahan bakar minyak merupakan konsumsi bahan bakar minyak tertinggi.

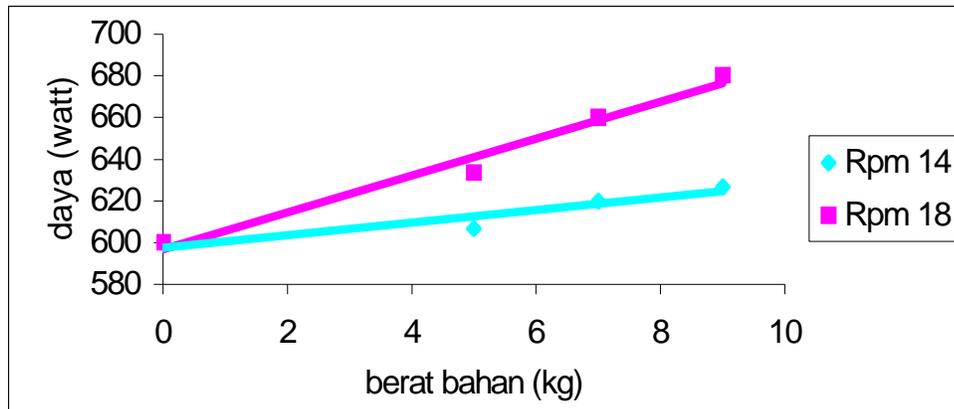
Pada penelitian ini konsumsi bahan bakar minyak terendah (0,38 mL) terjadi pada penyangraian dengan suhu 130°C dengan kapasitas 5 kg biji kakao dan dengan kecepatan putar silinder sangrai sebesar 18 RPM, sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi (0,78 mL) terjadi pada penyangraian dengan suhu 130°C dengan kapasitas 9 kg biji kakao dan dengan kecepatan putar silinder sangrai sebesar 14 RPM.

#### **4.3.5 Perubahan Kebutuhan Daya Pada Proses Penyangraian**

Kebutuhan daya dapat didefinisikan dengan perkalian antara tegangan pada mesin dan arus ( $P = V \times I$ ). Tabel data daya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Kebutuhan daya sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya kecepatan putar (RPM), semakin besar kecepatan putar (RPM) maka semakin meningkat pula kebutuhan daya. Selain itu dengan adanya beban juga akan mempengaruhi kebutuhan daya dari mesin itu.

Hal ini dapat dilihat pada hasil pengukuran daya yang telah dilakukan yang digambarkan seperti dalam grafik (Gambar 4.14) dibawah ini:



Gambar 4.14 Perubahan kebutuhan daya

Tabel 4.10 Persamaan regresi linier dari Gambar 4.13

Perlakuan	Pers. Exponential	Koefisien korelasi
RPM 14	$Y = 2,9798x + 597,69$	$R^2 = 0,8939$
RPM 18	$Y = 8,8641x + 596,8$	$R^2 = 0,9767$

Dari Gambar diatas dapat dilihat bahwa kebutuhan daya terbesar (680 Watt) ada pada penyangraian dengan berat bahan 9 kg dan kecepatan putar silinder 18 RPM.

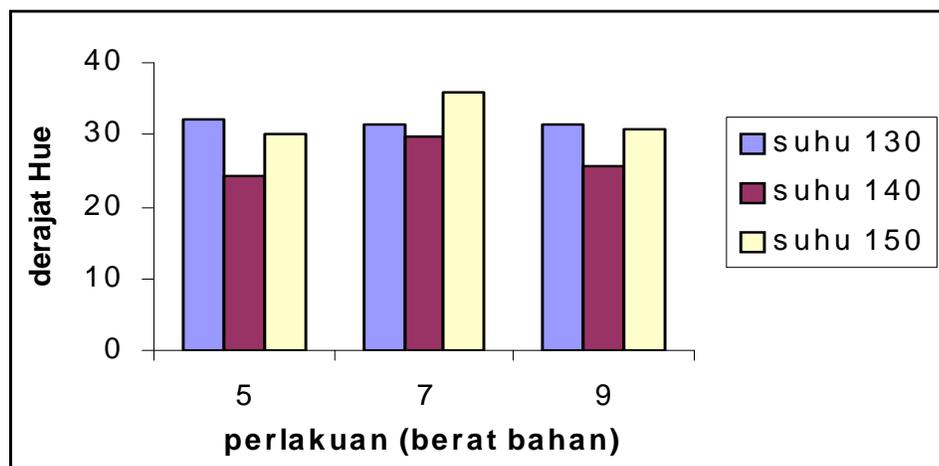
#### 4.3.7 Perubahan Warna Pasta Coklat

Selain penurunan kadar air dan densitas kamba, penurunan warna pada proses penyangraian juga harus diperhatikan. Selama proses penyangraian, terjadi reaksi Maillard antara gula reduksi dengan asam amino yang hasil akhirnya adalah melanoidin. Adanya melanoidin ditunjukkan dengan adanya warna coklat pada sampel yang dipanaskan/dsangrai. Namun jika energi panas terus diberikan ke dalam silinder sangrai, maka biji kakao akan mengalami proses berikutnya yaitu pirolisis. Pirolisis merupakan reaksi dekomposisi senyawa hidrokarbon yang ada dalam biji kakao membentuk senyawa karbon, peristiwa ini ditandai dengan perubahan warna biji kakao yang semula coklat menjadi kehitam-hitaman.

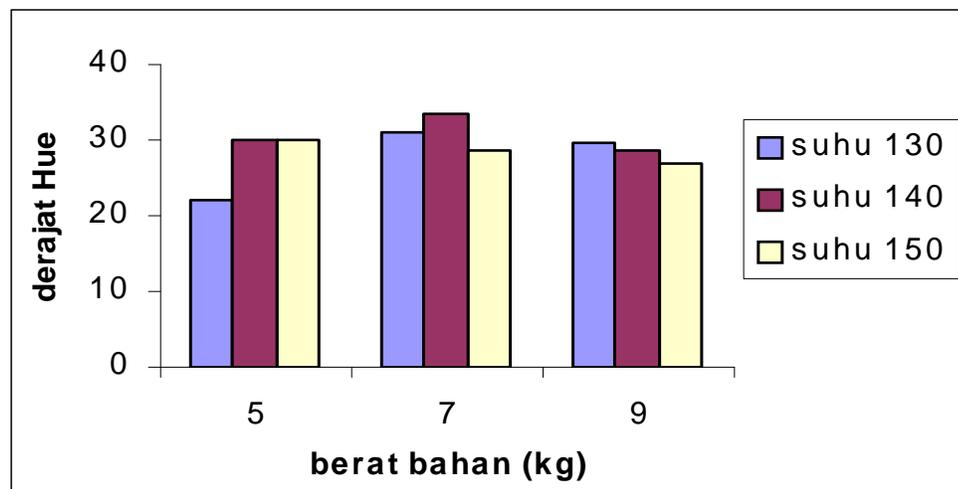
Tabel data hasil pengukuran warna dapat dilihat pada Lampiran 9.

Ada beberapa komponen penting yang membentuk kombinasi warna pada pasta coklat, diantaranya adalah  $^{\circ}$ Hue dan Chroma ( $C^*$ ).  $^{\circ}$ Hue adalah derajat yang terbentuk dari kombinasi warna dari sistem notasi warna Hunter yaitu kuning/ $a^*$  dan merah/ $b^*$ .

Adapun perbedaan nilai  $^{\circ}$ Hue untuk semua sampel pasta coklat dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16 .

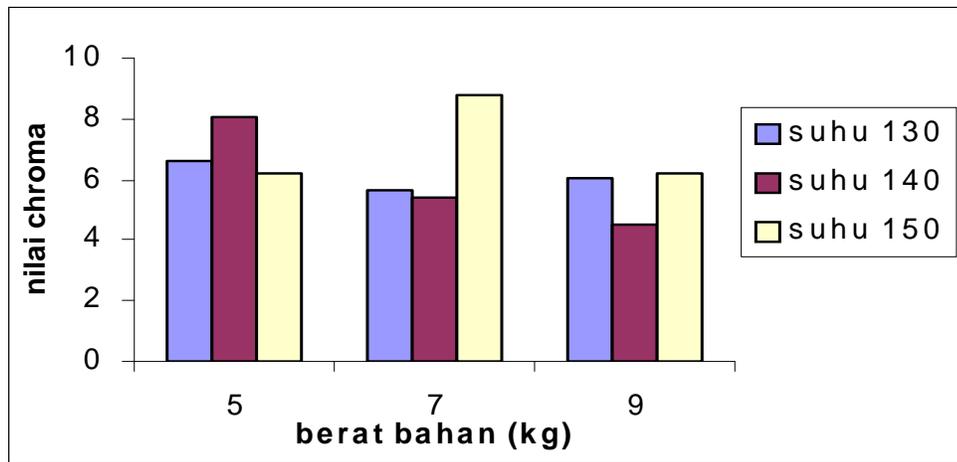


Gambar 4.15 Perubahan nilai  $^{\circ}$ Hue pada penyangraian dengan 14 RPM

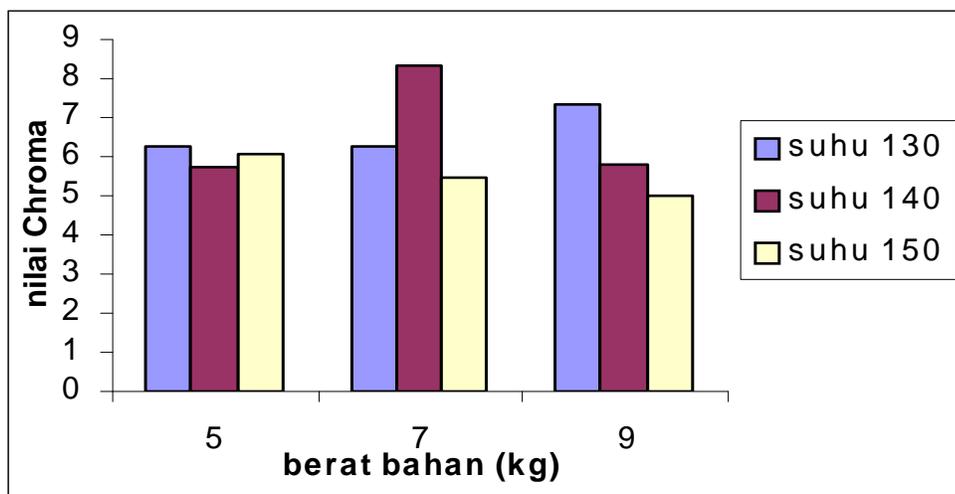


Gambar 4.16 Perubahan nilai  $^{\circ}$ Hue pada penyangraian dengan 18 RPM

Dari Gambar 4.15 dan 4.16 didapatkan nilai °Hue berkisar antara 22,01 sampai 33,44. Nilai Hue menunjukkan warna dominan dari sampel dan dipengaruhi oleh nilai \*a dan \*b. Nilai Hue adalah nilai tangensial dari nilai \*b dibagi dengan \*a. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa warna yang dominan adalah merah. Dari diagram diatas tidak ada perbedaan yang mencolok antara perlakuan-perlakuan yang ada. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas semua pasta coklat berdasarkan °Hue adalah sama, yaitu mempunyai warna dominan merah.



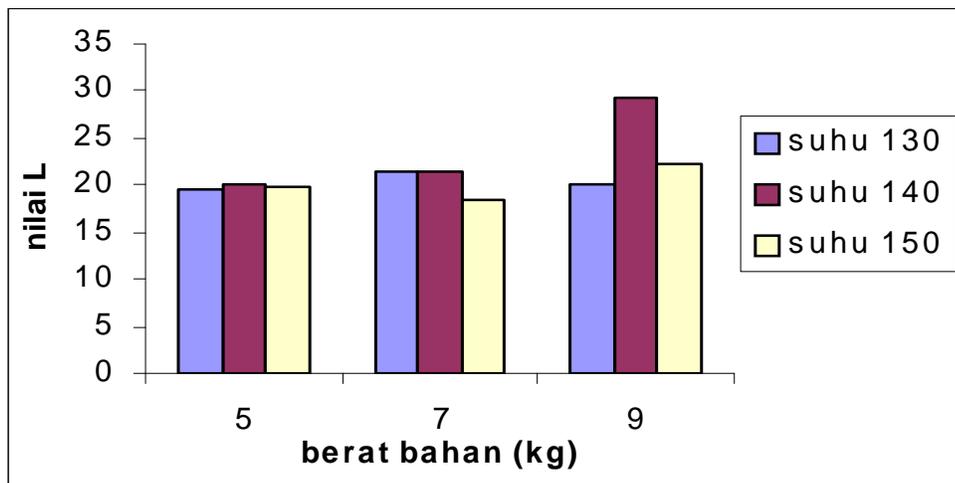
Gambar 4.17 Perubahan nilai C\* pada penyangraian dengan 14 RPM



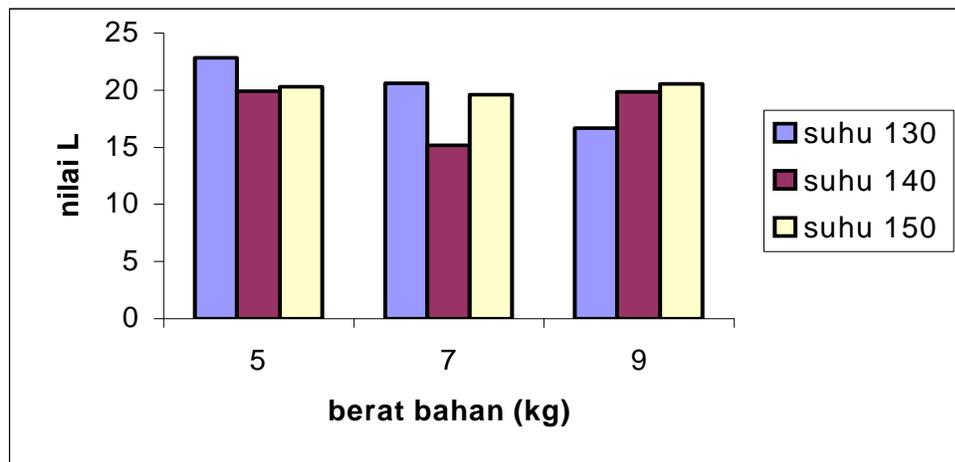
Gambar 4.18 Perubahan nilai C\* pada penyangraian dengan 18 RPM

Gambar 4.17 dan 4.18 diatas menunjukkan bahwa nilai  $C^*$  berkisar antara 4,5 sampai 8,77. Nilai Chroma tertinggi ada pada perlakuan penyangraian dengan suhu  $150^{\circ}\text{C}$ , berat bahan 7 kg dan kecepatan putar silinder 14 RPM. Sedangkan nilai  $C^*$  terendah ada pada perlakuan penyangraian dengan suhu  $140^{\circ}\text{C}$ , berat bahan 9 kg dan kecepatan putar silinder 14 RPM.

Chroma menunjukkan intensitas warna yang dipengaruhi oleh nilai  $a^*$  dan  $b^*$ . Semakin besar nilai  $a^*$  dan  $b^*$  maka nilai Chroma juga semakin besar.



Gambar 4.19 Perubahan nilai  $L^*$  pada penyangraian dengan 14 RPM



Gambar 4.20 Perubahan nilai  $L^*$  pada penyangraian dengan 18 RPM

Dari Gambar 4.19 dan 4.20 diatas terlihat bahwa nilai L\* berkisar antara 15,14 sampai 29,33. Nilai L\* tertinggi ada pada perlakuan penyangraian dengan suhu 140°C, berat bahan 9 kg, dan kecepatan putar silinder 14 RPM. Sedangkan nilai L\* terendah ada pada perlakuan penyangraian dengan suhu 140°C, berat bahan 7 kg, dan kecepatan putar silinder 18 RPM.

Nilai L\* menggambarkan kecerahan (*lightness*) dari sampel yang diamati. Nilai L\* berkisar dari 0-100. Nilai 0 menandakan bahwa sampel berwarna hitam, sedangkan nilai 100 menandakan bahwa sampel berwarna putih (Minolta,2004).

#### **4.3.8 Hasil Uji Organoleptik Pasta Coklat**

Uji organoleptik yang digunakan adalah uji citarasa dan uji kesukaan. Parameter yang digunakan pada uji citarasa adalah aroma, *flavour*, *acidity* (tingkat kemasaman), *bitterness* (tingkat kepahitan), *astringency* (tingkat kesepatan), *burnt* (tingkat kegosongan), dan tingkat kesukaan. Blangko hasil uji organoleptik dari ke-5 panelis dapat dilihat pada Lampiran 22.

Pada uji citarasa ini panelis yang menguji adalah panelis terlatih sebanyak 5 orang. Tujuan dari uji citarasa ini adalah untuk mengetahui cacat rasa yang umum dijumpai pada biji kakao sebagai akibat cara pengolahan yang kurang tepat dan untuk melihat apakah suatu sifat sensori tertentu atau suatu bahan/ produk pangan seperti pasta coklat secara keseluruhan dapat diterima oleh masyarakat.

Oleh karena itu tanggapan suka atau tidak suka juga harus diperoleh dari sekelompok orang yang dapat mewakili pendapat umum atau mewakili suatu populasi masyarakat tertentu seperti panelis terlatih yang benar-benar mengerti adanya perbedaan yang ada pada beberapa sampel meskipun perbedaan yang timbul itu relatif kecil. Hasil uji organoleptik dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Rata-rata Uji Organoleptik Pasta Coklat

RPM	Suhu	Brt Bahan	Aroma	Fla vour	Acidi ty	Bitter Ness	Astrin gency	Burnt	Kesu kaan
14	130	5	3	3	5,2	5,4	4,8	2	2,6
		7	4,6	4,6	5,2	5	4,6	1,2	3,8
		9	4,6	4,6	5,8	6	5,2	2,4	3,2
	140	5	4,4	4,4	5,2	5	4,4	0,4	4
		7	4,6	4,8	4	4	3,2	0,8	3,2
		9	4,6	4	6	5,6	5	2,2	3
	150	5	4,8	4,8	5,8	5,6	5,4	1,2	3,4
		<u>7</u>	<u>4,8</u>	<u>5,2</u>	<u>5,4</u>	<u>5,2</u>	<u>4,8</u>	<u>0,4</u>	<u>4,2</u>
		9	3,8	3,8	4,6	5,8	4,8	1,8	3,2
18	130	5	<b>5</b>	5	<b>6,8</b>	5,4	5,4	0	3,8
		7	4,8	5	5,4	6,	5	2	3,6
		9	4,6	4,6	4,6	<b>6,4</b>	4,6	1	3,4
	140	5	4	4	5,4	5	4,6	1,4	3,6
		7	3,8	3,6	5,6	5,2	<b>5,6</b>	<b>2,4</b>	2,2
		9	3,8	4,2	5,4	5,6	5	2,2	3,8
	150	5	4,6	4,4	4,8	5,4	5,4	0,6	3,8
		7	4	3,8	5,4	5,6	5,2	1,8	3,6
		9	3,8	3,6	6	5,6	5	1,2	3,8

Sumber: Data Penelitian, 2005

Keterangan:

1. Nilai uji citarasa

0 = tidak ada

1-2 = rendah

3-4 = rendah – sedang

5-6 = sedang

7-8 = sedang – tinggi

9-10 = tinggi

2. Nilai kesukaan

1 = sangat tdk suka 4 = suka

2 = tidak suka 5 = sangat suka

3 = netral

- Angka yang bergaris bawah merupakan nilai optimal
- Angka yang bercetak tebal merupakan nilai tertinggi dari parameter tersebut
- Angka yang bercetak miring merupakan nilai terendah dari parameter tersebut

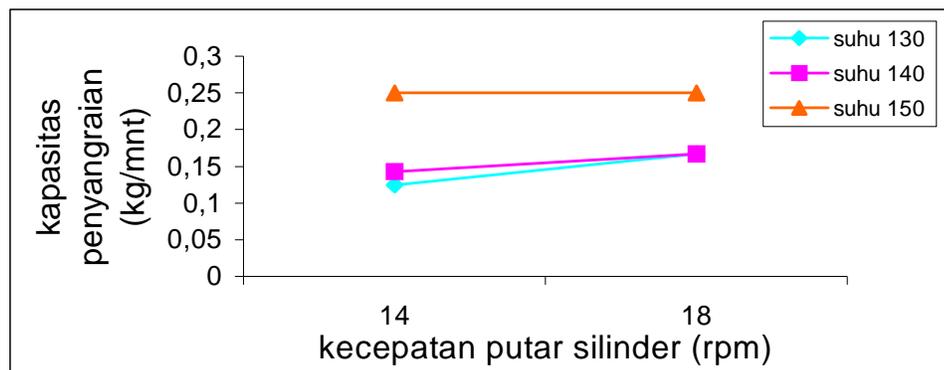
Berdasarkan Tabel 4.11 diatas menunjukkan bahwa dari 18 sampel yang ada masing-masing mempunyai kekurangan dan kelebihan. Hal ini terlihat pada parameter aroma dimana nilai paling tinggi diperoleh dari proses penyangraian dengan kecepatan putar silinder 18 RPM, suhu 130°C, dan berat bahan yang disangrai 5 kg.

Sedangkan pada flavour nilai tertinggi diperoleh dari proses penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM, suhu 150°C, dan berat bahan yang disangrai 7 kg.

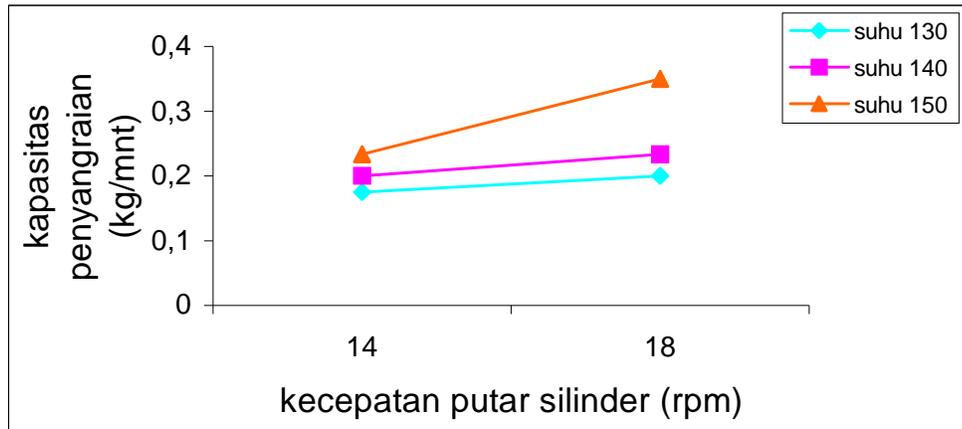
Bila dilihat dari tingkat kesukaan, nilai tertinggi didapat pada proses penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM, suhu 150°C, dan berat bahan yang disangrai 7 kg, dan perlakuan ini juga merupakan perlakuan dengan nilai flavour tertinggi. Pada perlakuan ini nilai parameter aroma tidak jauh berbeda dengan nilai parameter aroma tertinggi, begitupun dengan parameter-parameter yang lainnya (lihat Tabel 4.11), seperti nilai parameter *acidity*-nya, *bitterness*, *astringency*, dan *burnt*, dimana nilai parameter-parameter tersebut tidak jauh beda dari nilai optimalnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi penyangraian paling optimal adalah pada penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM, suhu 150°C, dan berat bahan yang disangrai 7 kg.

### 4.3 Kapasitas Penyangraian

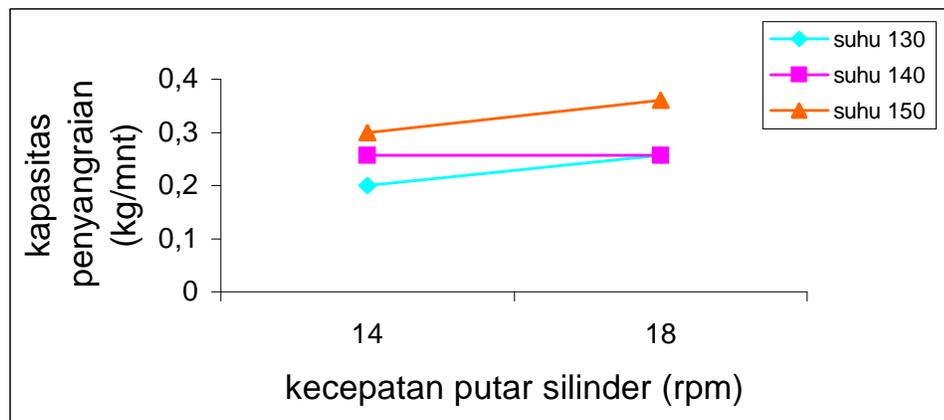
Kapasitas penyangraian dipengaruhi oleh lama waktu yang dibutuhkan selama proses penyangraian dan juga berat bahan yang disangrai. Tabel data kapasitas panyangraian dapat dilihat pada Lampiran 8. Hubungan antara kecepatan putar silinder dan berat bahan terhadap kapasitas penyangraian dapat dilihat pada Gambar berikut ini:



Gambar 4.21 Hubungan antara kapasitas penyangraian dengan kecepatan putar silinder pada penyangraian 5 kg biji kakao



Gambar 4.22 Hubungan antara kapasitas penyangraian dengan kecepatan putar silinder pada penyangraian 7 kg biji kakao



Gambar 4.23 Hubungan antara kapasitas penyangraian dengan kecepatan putar silinder pada penyangraian 9 kg biji kakao

Berdasarkan ketiga grafik diatas dapat diketahui, bahwa kapasitas penyangraian tertinggi adalah penyangraian pada kecepatan putar silinder 18 RPM, berat bahan 9 kg, dan suhu penyangraian 150°C. Hal ini terjadi karena proses penyangraian dengan suhu dan kecepatan putar silinder yang tinggi akan mempercepat proses penyangraian biji kakao, sehingga waktu penyangraian akan semakin cepat dan kapasitas penyangraian juga meningkat.

Sebaliknya, penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM dan berat bahan 5 kg serta suhu 130°C merupakan proses penyangraian dengan kapasitas terendah. Hal ini disebabkan karena proses penyangraian dengan suhu dan kecepatan putar silinder rendah akan memperlambat proses penyangraian, sehingga waktu penyangraian akan menurun.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin sangrai biji kakao tipe horisontal berputar, mempunyai silinder sangrai yang berdiameter 0,35 meter; panjang 0,5 meter dan digerakkan oleh sebuah motor listrik 1440 RPM. Kecepatan putar silinder sangrai yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14 RPM dan 18 RPM. Kapasitas maksimum sangrai 9 kg per batch, dan minimum 5 kg perbatch. Suhu ruang sangrai dapat diatur antara 120- 160°C, waktu sangrai berkisar antara 20-45 menit. Kadar air biji kakao hasil penyangraian berkisar antara 1 - 2 persen sedangkan densitas kambanya berkisar antara 0,43 - 0,47 g/mL. Konsumsi bahan bakar minyak tanah terendah adalah 0,38 mL pada penyangraian dengan kecepatan putar silinder 18 RPM, suhu 130°C dan berat bahan yang disangrai 5 kg. Nilai daya terpakai paling rendah adalah 606,67 watt pada penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM, suhu 130°C dan berat bahan yang disangrai 5 kg. Kapasitas penyangraian paling besar yaitu 0,36 kg/ menit, pada penyangraian dengan kecepatan putar silinder 18 RPM, suhu 150°C dan berat bahan yang disangrai 9 kg.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa dari 18 sampel masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Berdasarkan parameter kesukaan menunjukkan bahwa pasta coklat yang paling disukai adalah pasta yang diperoleh dari hasil penyangraian dengan kecepatan putar silinder 14 RPM, suhu 150°C dan berat bahan yang disangrai 7 kg.

#### **5.2 Saran**

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang uji kinerja mesin sangrai tipe horisontal berputar dengan perbandingan 2 bahan bakar yang berbeda yaitu gas LPG dan minyak tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1993. *Standar Nasional Indonesia Biji Kakao SNI 01-2323-1991*. Badan Standardisasi Nasional.
- Ardana, M.M. 1990. *The Microbiology and Chemistry of Cocoa Fermentation*. Master Thesis. University of New South Wales. Department of Food Science and Technology. Kensington NSW. Australia
- ASKINDO. 1999. *Musyawarah Nasional ke III Asosiasi Kakao Indonesia*. Dewan Pengurus Pusat Asosiasi Kakao Indonesia. Jakarta. 5 April 1999.
- Badan Agribisnis. 1998. *Standart Operating Procedure (SOP) for Cocoa Bean at Down Stream Activities*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- CAOBISCO. 1998. *Cocoa Quality*. 1.rue-Defacqz. B-1000. Brussels. 5p.
- Clapperton, J.F. 1994. *A Review of Research to Identify the Origins of Cocoa flavour Characteristics*. *Cocoa Grower's Bull.* 48:7-16.
- F.G. Winarno. 2001. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Handerson, S.M dan R.L. Perry. 1976. *Agricultural Process Engineering*. The AVI Publishing Connecticut. USA.
- Kusuma , W., Abdullah, K. Syarif, M.A. 1992. *Sifat Fisik Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Lees, R. and Jackson, E.B. 1973. *Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture*. Leonard Hill.
- Lewis, M.J. 1987. *Physical Properties of Food and Food Processing Systems*. Ellis Horward Ltd., Chichester. England.
- Minife, B.W. 1980. *Chocolate Cacao and Confectionary Science and Technology*. The Avi Publishing Co. Westport. Connecticut.
- Mulato, S. 1997. *Hasil Kunjungan dan Kursus di Industri Mesin Pembuatan Coklat Jerman*. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*.

- Mulato, S. 2002. *Perancangan dan Pengujian Mesin Sangrai Biji Kopi Tipe Silinder*. Pelita Perkebunan Vol. 18; No. 1. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Mulato, S. dan Widyotomo, S. 2003 a. *Alat dan Mesin Pengolahan Kopi dan Kakao Produk Primer dan Sekunder*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Mulato, S. dan Widyotomo, S. 2003 b. *Proses Pengolahan Baku Biji Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Mulato, S., Sukrisno, W., Misnawi, Edy, S. 2004. *Petunjuk Teknis Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Ong Kheng Oei. 1977. *Cocoa bean Processing-a riview*. The Planter. 53(620). 509-530.
- Pomeranz, Y dan Meloan, E.C. 1994. *Food Analysis Theory and Practice ,Third edition*. Chapman and Hall. ITP An International Thomson Publishing Company.
- Rohan, T.A. 1963. *Processing of Raw Cacao for The Market*. FAO. Roma.
- Sewed, A. 2004. *Optimasi Kondisi Penyangraian Untuk Menghasilkan Bubuk Kakao (Theobroma Cacao L) Dengan Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Terbaik*. Skripsi. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Siregar, Tumpal H.S. Riyadi, Slamet. Nuraeni, Laeli. 2002. *Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Coklat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Smith, J.M dan H.C. Van Ness. 1985. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. 3<sup>rd</sup> edition*. International Student Edition. Mr Graw-Hill Book Company Inc. Koyakusha. Tokyo.
- Sudarmadji, S. Haryono, S. Suhardi. 1996. *Prosedur Analisa Bahan Makanan Industri Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Soehargo. 2001. *Daya Saing Kakao dan Produk Kakao*. Training Quality Assurance in Cacao Processing. Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. 14 – 15 Mei 2001.
- Suminar, Ahmadi. 1996. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern, Edisi Keempat Jilid 1*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

- Sunanto, Hatta. 1992. *Coklat : Budidaya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sunaryo dan Situmorang. 1978. *Naungan untuk Tanaman Kakao*. Balai Penelitian Perkebunan Jember. Jember.
- Sunaryo dan Situmorang. 1986. *Budidaya dan Pengolahan Coklat*. Balai Penelitian dan Perkebunan Bogor. Bogor.
- Syamsulbahri. 1996. *Bercocok Tanam Tanaman Perkebunan Tahunan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Widyotomo, S dan Mulato, S. 2000. *Alsin Produksi Lemak dan Bubuk Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Proyek Kawasan Sentra Produksi. Dinas Perkebunan Daerah Tingkat I Palu, Sulawesi Tengah.
- Widyotomo, S dan Mulato, S. 2003. *Pelatihan Dasar Uji Cita Rasa Kakao Di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Vol. 19; No. 3.
- Wood, G.A.R. and R.A. Lass. 1985. *Cocoa*. 4<sup>th</sup> Ed. Longmans Scientific and Technical. 444-505.
- Zainudin dan Mulato. 2003. "*Ketersediaan Paket Teknologi Pasca Panen Untuk Mendukung Pengembangan Agrobisnis Kakao*". Dalam *Seminar Sehari Pengembangan Agrobisnis Perkebunan di Balikpapan*.