

SKRIPSI

**PENGARUH PENCUCIAN TERHADAP PENGEMBANGAN
WARNA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L.)
SELAMA PENGERINGAN**



Oleh :

**NASRAH
G 621 03 057**

**PROGRAM STUDI KETEKNIKAN PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2010**

**PENGARUH PENCUCIAN TERHADAP PENGEMBANGAN
WARNA BIJI KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
SELAMA PENGERINGAN**

Oleh

**NASRAH
G 621 03 057
TEKNOLOGI PERTANIAN**

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada
Jurusan Teknologi Pertanian

**PROGRAM STUDI KETEKNIKAN PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2010**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Pencucian terhadap Pengembangan Warna Biji
Kakao (*Theobroma cacao* L.) Selama Pengeringan
Nama : NASRAH
Stambuk : G 621 03 057
Program Studi : KETEKNIKAN PERTANIAN

Disetujui
Dosen Pembimbing

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Salengke, M. Sc
Nip. 19631112 198811 1 005

Pembimbing II

Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M. Sc
Nip. 19520217 198303 1 003

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
u.b Sekretaris Jurusan

Ketua Panitia
Ujian Sarjana

Dr. Ir. H. Mahmud Achmad, Mp
NIP. 19700603 199403 1 003

23/11/2010
Dr. Suhardi, STP., MP
Nip. 19710810 200501 1 003

Tanggal Pengesahan: November 2010

RINGKASAN

Tahapan penting pada pengolahan biji kakao adalah fermentasi dan pengeringan. Salah satu tahapan yang sering dilakukan sebelum pengeringan adalah pencucian. Perlakuan sebelum pengeringan sangat berpengaruh pada perubahan fisik dan kimiawi pada biji kakao. Perubahan-perubahan yang dapat diamati secara langsung meliputi perubahan warna. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pencucian biji terhadap warna biji kakao selama proses pengeringan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati perubahan warna biji kakao dengan menggunakan kamera digital dalam RGB yang kemudian dikonversi ke model warna Lab* dengan menggunakan *Software Adobe Photoshop Cs3*.

Nilai L* pada biji kakao tanpa pencucian maupun pencucian mengalami penurunan, yang menunjukkan bahwa perubahan warna biji kakao menjadi lebih gelap selama proses pengeringan. Perubahan Nilai L* pada biji kakao tanpa pencucian maupun dengan pencucian mengalami perubahan dari putih menjadi gelap. Perubahan nilai a* maupun nilai b* selama pengeringan menunjukkan bahwa terjadi perubahan warna. Nilai a* pada biji kakao dengan pencucian warnanya lebih mendekati merah dibandingkan dengan biji kakao tanpa pencucian. Nilai b* pada biji kakao dengan pencucian warnanya lebih mendekati kuning dibandingkan dengan biji kakao tanpa pencucian. Secara keseluruhan warna biji kakao dengan pencucian tampak lebih coklat cerah dan muda dibandingkan dengan biji kakao tanpa pencucian.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dalam pelaksanaan studi, penelitian maupun penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc dan Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tuaku, saudara-saudaraku, suami dan anakku tercinta yang telah memberikan dukungan moril maupun materi selama pelaksanaan studi dan penyusunan skripsi ini.
3. Teman-teman "TEKPERT 03" dan adek-adek Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan saran dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini bisa menjadi sesuatu yang bermanfaat. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari pembaca apabila terdapat kekeliruan dalam penulisan skripsi ini.

Makassar, November 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Kegunaan	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fermentasi	4
2.2 Pencucian	5
2.3 Pengeringan	7
2.4 Kadar Air	10
2.5 Warna	
1. Persepsi dan Peranan	11
2. Color Model	12
3. Pengujian dan Pengukuran warna	17
III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Parameter Pengamatan	22

IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kadar Air	24
4.2 Laju Pengerinan	25
4.3 Kadar Air dan laju Pengerinan	26
4.4 Perubahan Warna Biji Kakao	26
V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	35
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.	Representasi Pencampuran saluran warna (Red, Green , Blue) pada RGB Color Model	13
Gambar 2.	Diagram 2 Dimensi yang Menggambarkan Ruang Warna (Color Space) Pada CIELab Color Model	14
Gambar 3.	Diagram 3 Dimensi yang Menggambarkan Ruang Warna (Color Space) Pada CIELab Color Model	15
Gambar 4.	Grafik Penurunan Kadar Air tanpa Pencucian dan pencucian Selama Pengeringan	24
Gambar 5.	Grafik Laju Pengeringan Biji Kakao tanpa Pencucian dan Pencucian Selama Pengeringan	25
Gambar 6.	Grafik Hubungan Antara Laju Pengeringan Dengan Kadar Air Biji Kakao	26
Gambar 7.	Grafik Perubahan Nilai L^* Biji Kakao tanpa Pencucian dan Pencucian Selama Pengeringan	27
Gambar 8.	Grafik Perubahan Nilai a^* Biji Kakao tanpa Pencucian dan Pencucian Selama Pengeringan	29
Gambar 9.	Grafik Perubahan Nilai b^* Biji Kakao tanpa Pencucian dan Pencucian Selama Pengeringan'	30
Gambar 10.	Grafik Perubahan Nilai ΔC Biji Kakao tanpa Pencucian dan Pencucian Selama Pengeringan	32
Gambar 11.	Grafik Perubahan Nilai ΔE Biji Kakao tanpa Pencucian dan Pencucian Selama Pengeringan	33
Gambar 12.	Grafik Perubahan Nilai ΔH Biji Kakao tanpa Pencucian dan Pencucian Selama Pengeringan	34

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil Pengamatan Penurunan Berat Bahan dan Kadar Air Biji Kakao Tanpa Pencucian	37
2.	Hasil Pengamatan Penurunan Berat Bahan dan Kadar Air Biji Kakao dengan Pencucian	39
3.	Hasil Perhitungan Laju pengeringan Biji Kakao tanpa Pencucian	40
4.	Hasil Perhitungan Laju pengeringan Biji Kakao dengan Pencucian	42
5.	Hasil Pengamatan Nilai L, a dan b Biji Kakao Tanpa Pencucian	43
6.	Hasil Pengamatan Nilai L, a dan b Biji Kakao dengan Pencucian	45
7.	Hasil Perhitungan Nilai Lab (ΔE) Biji Kakao tanpa Pencucian	47
8.	Hasil Perhitungan Nilai Lab (ΔE) Biji Kakao dengan Pencucian	49
9.	Hasil Perhitungan Nilai ΔC biji Kakao tanpa Pencucian	51
10.	Hasil Perhitungan Nilai ΔC biji Kakao dengan Pencucian	53
11.	Hasil Perhitungan Nilai ΔH Biji Kakao tanpa Pencucian	54
12.	Hasil Perhitungan Nilai ΔH Biji Kakao dengan Pencucian	56
13.	Hasil Pengamatan Pengujian Warna Biji Kakao Dengan Pencucian Selama Pengeringan	57
14.	Hasil Pengamatan Pengujian Warna Biji Kakao Dengan Pencucian Selama Pengeringan	64

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biji kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang merupakan salah satu andalan ekspor non migas negara Indonesia. Pada tahun 1997, ekspor kakao dari Indonesia diperkirakan telah mencapai US\$ 378 juta. Walaupun nilai tersebut masih merupakan angka estimasi, namun nilai tersebut lebih tinggi dari tahun sebelumnya yang mencapai US\$ 377,5 juta. Sejak tahun 1995-2000, Indonesia merupakan pemasok terbesar nomor tiga di dunia setelah negara Cote d'Ivoire (Pantai Gading) dan Ghana.

Kakao juga merupakan salah satu hasil pertanian Indonesia yang cukup potensial dalam penyumbang devisa negara. Di tingkat dunia, kakao Indonesia mempunyai posisi ketiga setelah pantai Gading dan Ghana, tetapi pada beberapa tahun terakhir ini, laju peningkatan produksi terbesar datang dari Indonesia yaitu sekitar 33%. Di Sulawesi Selatan, pada tahun 2004 produksi sekitar 26% (167.493 ton) dari total produksi nasional yang mencapai sekitar 644.245 ton pertahun dengan total ekspor mencapai sekitar 80% (133.995) dari total produksi dan hanya sekitar 20% untuk pasar lokal.

Produksi biji kakao di Indonesia secara signifikan terus meningkat, namun mutu yang dihasilkan sangat rendah dan beragam. Khususnya yang dihasilkan oleh petani perkebunan rakyat. Rendahnya mutu biji kakao, terutama disebabkan oleh cara pengolahan yang kurang baik. Oleh karena itu, teknologi pengolahan kakao pada tingkat petani perlu dikembangkan agar mampu menghasilkan biji kakao bermutu tinggi secara berkelanjutan.

Beberapa faktor penyebab mutu kakao beragam yang dihasilkan adalah minimnya sarana pengolahan, lemahnya pengawasan mutu serta penerapan teknologi pada seluruh tahapan proses pengolahan biji kakao rakyat yang tidak berorientasi pada mutu. Kriteria mutu biji kakao yang meliputi aspek fisik, cita rasa dan kebersihan serta aspek keseragaman dan konsistensi sangat ditentukan oleh perlakuan pada setiap tahapan proses produksinya.

Pencucian biji kakao yang telah di fermentasi menghasilkan warna yang baik. Pencucian biji kakao dilakukan untuk meningkatkan biji bulat dengan kenampakan menarik dan biji kakao warnanya menjadi lebih cerah.

Proses pengolahan biji kakao sangat menentukan kualitas akhir biji kakao. Untuk menghentikan proses fermentasi, biji kakao kemudian dikeringkan. Salah satu tahapan pengolahan kakao yang juga sering dilakukan setelah fermentasi dan sebelum pengeringan adalah dengan pencucian. Pencucian dilakukan untuk mengurangi sisa-sisa pulp yang menempel pada biji kakao agar proses pengeringannya lebih cepat dan untuk meningkatkan biji bulat dengan penampilan menarik dan berwarna coklat cerah serta memberikan cita rasa sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Biji kakao merupakan salah satu andalan perekonomian Indonesia. Untuk memperbaiki produksi biji kakao, maka perlu dilakukan pengolahan biji kakao yaitu dengan pencucian. Pencucian biji kakao dilakukan untuk mengurangi lendir yang menempel pada biji kakao sehingga warna biji kakao yang dihasilkan lebih cerah.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pencucian biji terhadap warna biji kakao selama proses pengeringan.

Kegunaan dari penelitian ini adalah agar dapat menjelaskan mengenai pengaruh pencucian sebelum pengeringan terhadap pengembangan warna biji kakao selama pengeringan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fermentasi

Fermentasi merupakan tahap paling menentukan dalam proses pengolahan biji kakao. Tujuan utama fermentasi adalah untuk mematikan biji dan melepaskan pulp. Selama proses fermentasi berlangsung, akan terjadi pembentukan cita rasa khas kakao serta pengurangan rasa pahit dan sepat. Selain perubahan kimia yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dan reaksi enzimatik. Dengan fermentasi, terjadi pula perubahan konsistensi biji. Apabila fermentasi tidak sempurna akan timbul biji *slaty* yaitu biji yang memiliki tekstur seperti keju (Poedjiwidodo, 1996).

Fermentasi biji kakao dimaksudkan untuk mematikan lembaga biji agar tidak dapat tumbuh dan menumbuhkan aroma yang khas coklat. Fermentasi dilakukan di dalam suatu wadah/kotak kayu yang mana tebal tumpukan biji tidak boleh lebih dari 42 cm. Fermentasi yang sempurna dilakukan dalam waktu 5 hari dan biji dibiarkan dalam tempat fermentasi sampai hari kelima. Selama proses fermentasi sebagian air yang terkandung dalam biji akan hilang dan aroma seperti asam cuka akan keluar dari tempat fermentasi. Biji yang sudah difermentasikan kemudian diangin-anginkan sebentar atau direndam dan dicuci sebelum dikeringkan (Anonim, 2010).

Fermentasi yang sempurna menentukan cita rasa kakao dan produk olahannya, termasuk juga karena buah yang masak dan sehat serta pengeringan yang baik. Fermentasi sempurna yang dimaksud adalah fermentasi selama 5 hari sesuai dengan penelitian Sime-Cadbury. Jika

fermentasi yang dilakukan kurang atau tidak sempurna, selain cita rasa khas coklat tidak terbentuk, juga sering dihasilkan cita rasa ikutan yang tidak dikehendaki seperti rasa asam, pahit dan rasa tanah.

2.2 Pencucian

Fermentasi yang sukses ditandai dengan warna di dalam biji kakao yang berubah dari ungu menjadi coklat, memiliki aroma kakao yang khas, serta biji tampak bersih dan tidak lengket. Banyak yang menganjurkan agar setelah proses fermentasi usai, biji kakao dicuci setengah bersih untuk membuang spora-spora bakteri dan jamur yang berada di permukaan. Pencucian setengah bersih akan mereduksi jumlah mikroorganisme sampai pada jumlah yang dianggap masih cukup untuk membantu pembentukan aroma selama proses pengeringan.

Beberapa perkebunan kakao menerapkan pencucian biji hasil fermentasi. Proses pencucian bukan merupakan cara baku dan dilakukan atas dasar permintaan pasar. Tujuan proses ini adalah untuk menghentikan proses fermentasi, mempercepat proses pengeringan, memperbaiki kenampakan biji dan mengurangi kadar kulit. Biji yang dicuci mempunyai kenampakan [penampilan] lebih bagus, namun agak rapuh dibanding biji yang tidak dicuci. Pencucian yang berlebihan harus dihindari karena menyebabkan kehilangan bobot, biji mudah pecah dan peningkatan biaya produksi. Beberapa perkebunan hanya melakukan proses perendaman biji selama 1 - 3 jam disertai pencucian ringan. Proses pencucian dapat dilakukan secara manual atau mekanis tergantung pada kebutuhan dan ketersediaan alat. Biji kakao dari buah yang sudah diperam

selama 7 - 12 hari tidak perlu dicuci, karena kadar kulitnya sudah relatif rendah, yaitu 12 - 14 %. Demikian juga, biji kakao yang pulpanya telah dikurangi secara mekanis (Anonim, 2010).

Setelah fermentasi selesai perlu dilakukan perendaman sebelum pengeringan. Biji kakao direndam dalam air dan kemudian dicuci. Perendaman dimaksudkan untuk menghentikan proses fermentasi, mempermudah pelepasan lapisan lendir yang masih menempel pada kulit biji dan mengurangi kadar asam cuka yang masih terdapat pada biji, menaikkan persentase biji bulat, memperbaiki warna dan kenampakan biji. Perendaman dilakukan selama 2 jam. Perendaman yang terlalu lama dapat mengurangi berat biji kakao karena beberapa senyawa yang larut dalam air akan mendifusi keluar, persentase biji pecah selama pengangkutan lebih besar dan kulit menjadi lemah/rapuh (Haryadi,dkk,1991).

Tujuan pencucian untuk mengurangi sisa-sisa pulp yang masih menempel pada biji dan mengurangi rasa asam pada biji bila kulit biji masih ada sisa-sisa pulp, biji mudah menyerap air dari udara sehingga mudah terserang jamur dan juga memperlambat proses pengeringan. Pencucian dilakukan dengan menggosok-gosok atau mengaduk dalam ayakan bambu, dilakukan sedikit demi sedikit, kemudian dibersihkan dari lendir dan serat lain yang masih melekat. Khusus biji kakao jenis edel, sedangkan jenis bulk tidak dicuci (Anonim, 2010).

Pencucian biji kakao yang telah difermentasi berfungsi untuk menghilangkan sisa *pulp* dan asam, meningkatkan biji bulat dengan kenampakan menarik dan warna biji kakao coklat cerah dan menjadikan coklat kering sehingga biji kakao terhindar dari jamur dan hama. Pencucian

dapat dilakukan secara manual (dengan tangan) atau menggunakan mesin pencuci. Pencucian yang terlalu bersih sehingga selaput lendirnya hilang sama sekali, selain menyebabkan kehilangan berat juga membuat kulit biji menjadi rapuh dan mudah terkelupas. Umumnya biji kakao yang dicuci adalah jenis edel sedangkan jenis bulk tergantung pada permintaan pasar (Anonim, 2010).

Pencucian terhadap biji kakao dilakukan karena masih banyaknya pulp yang melekat pada kulit masih tebal sehingga menurunkan kadar kulit biji kering. Biasanya sebelum pencucian dilakukan, terlebih dahulu dilakukan perendaman selama kurang lebih 3 jam. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan jumlah biji bulat dengan penampilan menarik dan berwarna coklat cerah. Namun, proses ini tidak mutlak harus dilakukan. Tergantung dari kebiasaan dan permintaan konsumen. Tujuan dari pencucian adalah untuk menghentikan proses fermentasi dan memperbaiki kenampakan biji. Biji yang tidak dicuci cenderung memiliki penampilan yang kurang menarik, tetapi pencucian yang terlalu bersih beresiko menyebabkan biji pecah dang mengurangi rendemen. Oleh karena itu, dianjurkan untuk melakukan pencucian yang setengah bersih. Cara ini dapat memperbaiki penampilan fisik biji kakao, mempercepat pengeringan, dan tidak terlalu banyak mengurangi rendemen. Pencucian dapat dilakukan secara manual (dengan tangan) atau menggunakan mesin pencuci (Wahyudi, dkk, 2008).

2.3 Pengeringan

Tujuan pengeringan adalah untuk menurunkan kadar air biji dari 60% sampai pada kondisi dimana kandungan air dalam biji tidak dapat menurunkan kualitas biji dan biji tidak dapat ditumbuhi cendawan.

Pengeringan yang terbaik adalah dengan sinar matahari. Untuk mengeringkan biji sampai pada kadar airnya mencapai 7 - 8% diperlukan waktu 2 - 3 hari, tergantung dari kondisi cuaca. Jika cuaca tidak memungkinkan, pengeringan dapat dilakukan dengan alat pengering buatan. Pengeringan biji kakao juga bertujuan untuk memperoleh warna kulit biji, yaitu merah coklat, mengkilap, halus, dan mengurangi kadar air (Anonim, 2010).

Pengeringan adalah proses pengeluaran air dalam biji sampai kadar air setimbang dengan keadaan udara di sekelilingnya atau sampai tingkat kadar air yang optimum yang mengakibatkan mutu dapat dipertahankan dari serangan jamur dan aktivitas serangga (Nurbaeti *et al*, 1986).

Pada proses pengeringan, suhu udara harus diperhatikan. Semakin besar perbedaan antara suhu media pemanas dengan bahan yang dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan pangan, sehingga penguapan air di bahan akan lebih banyak dan cepat. Laju pengeringan adalah banyaknya massa air yang dapat dikeluarkan dari bahan per satuan waktu. Laju pengeringan menggambarkan bagaimana cepatnya pengeringan tersebut berlangsung (Taib dkk, 1988).

Laju pengeringan ditentukan oleh jumlah berat air yang menguap dan lama pengeringan yang dapat dituliskan dengan rumus :

$$LP = Mw / t \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

LP = Laju pengeringan (g H₂O/g padatan/menit)

Mw = Berat air yang menguap (g)

T = Interval pengeringan (menit)

Proses pengeringan mempunyai 2 periode utama yaitu periode pengeringan dengan laju pengeringan tetap dan periode pengeringan dengan laju pengeringan menurun. Kedua periode ini dibatasi oleh kadar air kritis. Pada periode dengan laju pengeringan tetap, bahan mengandung air cukup banyak. Dimana pada permukaan bahan yang lajunya dapat disamakan dengan laju penguapan pada permukaan air bebas yang disebut laju pengeringan konstan. Untuk produk-produk pertanian, periode dengan laju pengeringan konstan berlangsung sangat cepat. Periode laju pengeringan menurun meliputi 2 proses yaitu perpindahan air dari dalam bahan ke permukaan dan perpindahan uap air dari permukaan ke udara sekitarnya (Henderson, et al, 1976).

Periode kecepatan pengeringan konstan akan berlangsung sampai kadar air bebas yang ada di permukaan bahan telah habis dan laju pengeluaran air dari dalam bahan semakin berkurang. Pada laju pengeringan konstan, perbedaan tekanan uap antara bahan yang dikeringkan dengan udara di sekitarnya relative konstan. Sebaliknya pada periode kecepatan pengeringan dengan laju menurun, perbedaan tekanan uap air tersebut semakin menurun. Oleh karena itu, laju pengeringan semakin menurun (Henderson, et al, 1976).

Hall (1957), menyatakan bahwa besar dan lamanya periode pengeringan konstan bergantung pada:

1. Luas permukaan bahan.
2. Perbedaan tekanan uap udara yang mengalir dengan permukaan bahan.
3. Koefisien pindah panas massa.
4. Kecepatan udara pengeringan.

Pada waktu pengeringan air dapat keluar dari dalam biji, karena sifat-sifat kapiler dan juga bagian dari biji yang mulai susut karena pengeringan seolah-olah memeras bagian dalam dari biji. Dengan demikian, bagian dari pinggir biji akan menjadi tegang. Bagian tengah mengandung banyak air daripada bagian pinggir, sehingga bagian pinggir lebih sedikit susut daripada bagian dalam. Jadi, bagian pinggir merupakan perisai atau pembungkus yang tegang. Sedangkan bagian dalam akan menjadi vakum karena air telah menguap. Jika udara tidak dapat masuk kedalam karena kulit biji terlalu lekat atau ada lapisan yang tidak tembus udara maka mengakibatkan biji akan berkerut atau gepeng. Sebaliknya jika udara dapat tembus/masuk kedalam atau perisainya kuat maka biji akan tetap bulat (Haryadi,dkk,1991).

2.4 Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya kandungan air persatuan bahan. Selain sangat berpengaruh terhadap rendemen hasil (*yield*), kadar air sangat berpengaruh terhadap 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 di sukai oleh konsumen karena cenderung menimbulkan kerusakan cita rasa dan aroma dasar yang tidak dapat diperbaiki pada proses berikutnya. Standar kadar air biji kakao mutu ekspor adalah 6-7 %. Jika lebih tinggi dari nilai tersebut, biji kakao tidak aman untuk disimpan dalam waktu lama, sedangkan jika kadar air terlalu rendah kakao cenderung menjadi rapuh (Misnawi, 2005).

2.8 Warna

1. Persepsi dan Peranan

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang terpanjang, sedangkan warna ungu (violet) mempunyai panjang gelombang terpendek (Anonim, 2009).

Warna yang diterima oleh mata dari sebuah objek ditentukan oleh warna sinar yang dipantulkan oleh objek tersebut. Sebagai contoh, suatu objek berwarna hijau karena objek tersebut memantulkan sinar hijau dengan panjang gelombang 450 sampai 490 nanometer. Warna sinar yang direspon oleh mata adalah sinar tampak dengan panjang gelombang berkisar dari 400 nm (biru) sampai 700 nm (merah). Selain itu, persepsi tentang warna suatu benda juga dipengaruhi oleh jenis dan intensitas cahaya yang digunakan dalam pencahayaan serta jarak dan sudut observasi (Anonim, 2009).

Kemampuan warna menciptakan impresi, mampu menimbulkan efek-efek tertentu. Warna memegang peranan penting dalam penilaian estetis dan turut menentukan suka tidaknya kita akan bermacam-macam benda dan juga mempengaruhi kesukaan kita terhadap suatu produk. Warna, selain hanya dapat dilihat dengan mata ternyata mampu mempengaruhi perilaku seseorang (Anonim, 2010).

2. Color Model

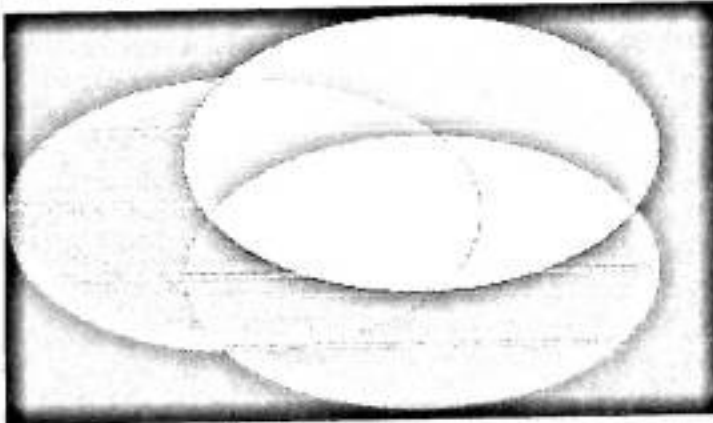
Model/modus warna (color model) merupakan ketentuan untuk gambaran warna yang menggambarkan bagaimana pencampuran warna berdasarkan media tinta pada kertas serta berdasarkan pantulan cahaya sehingga dapat diinterpretasikan ke angka atau sistem numerik yang lebih jelas. Pada umumnya, model warna yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi berbasis digital adalah RGB (*Red, Green, Blue*) dan CMKY (*Cyan, Magenta, Black and Yellow*). Kedua model warna ini merupakan standar yang digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan gambar yang tersedia di komputer. Sedangkan untuk mendefinisikan warna yang lebih formal, digunakan standarisasi model warna yang lebih formal, digunakan standarisasi model warna berupa CIElab dan CIEXYZ, yang mendefinisikan warna secara lebih akurat dan tepat, walaupun penggunaannya jauh lebih sulit dibanding modus warna RGB (*Red, Green, Blue*) dan CMKY (*Cyan, Magenta, Black and Yellow*) yang lazim digunakan (Anonim, 2007a).

a. RGB (*Red Green Blue*)

RGB *Color Model* adalah model warna yang sering digunakan pada monitor komputer/tv yang menjadi dasar patokan warna dan mendefinisikan warna secara aditif. Warna yang dihasilkan adalah pencampuran antara warna merah, hijau dan biru yang digunakan sebagai satuan warna utama (Anonim, 2007b).

Suatu warna dalam modus RGB, dapat digambarkan dengan menandakan berapa banyak kandungan warna yang terkandung di tiap saluran warna utamanya (*primary color channels*), dalam hal ini merah,

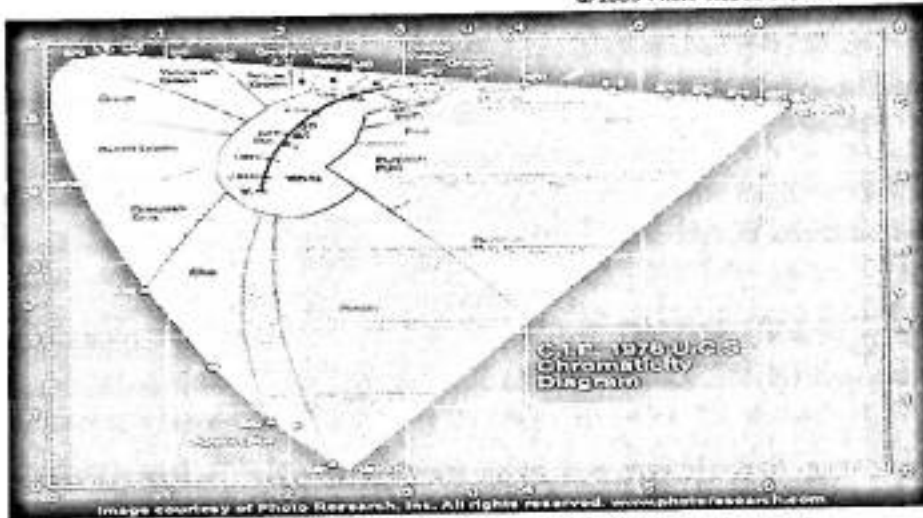
hijau dan biru. Dimana nilai tiap saluran warna tersebut dapat bervariasi antara minimum (tidak terkandung warna) atau maksimum (tingkatan warna maksimum). Tingkatan nilai pada tiap saluran warna RGB, dapat digambarkan dari 0; untuk tingkatan minimum, ke 1. 0, 255 atau 100 %; pada tingkatan maksimum (Anonim, 2007b).



Gambar 1. Representasi Pencampuran Saluran Warna Utama (Red, green,blue) pada RGB Color Model

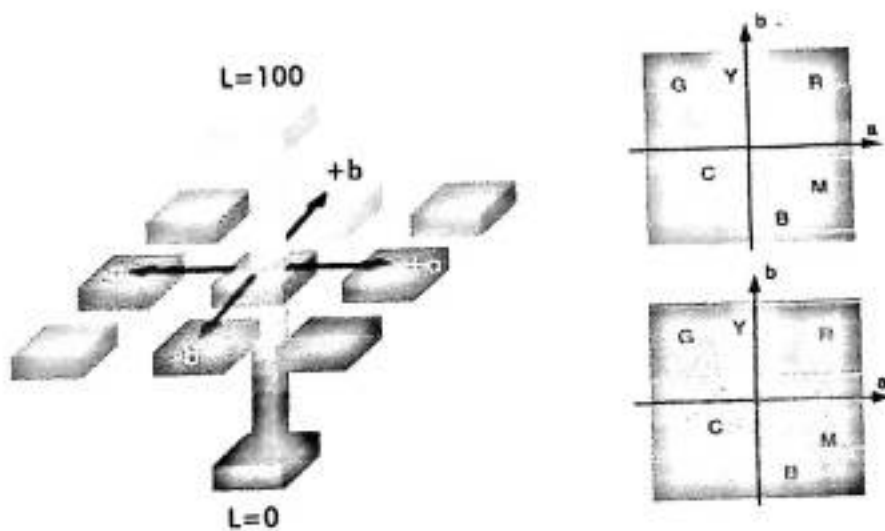
b. CIElab Color Model

Commission Internationale de l'Eclairage, (CIE), suatu badan organisasi internasional menetapkan standarisasi untuk semua pengamatan atau pengukuran warna dan sinar radiasi, baik sinar yang tampak maupun sinar yang tidak tampak dan tercakup dalam berbagai aspek ilmu *colorimetry* dan *photometry* (Anonim, 1996a).



Gambar 2. Diagram 2 Dimensi yang Menggambarkan Ruang Warna (Color Space) pada CIE Lab Color Model

CIElab color model merupakan suatu modus warna yang menggambarkan ruang warna dalam bentuk kubus 3 dimensi. Dimana sumbu L^* merupakan *lightness* adalah sumbu vertikal terentang dari bawah keatas, dimana nilai maksimum untuk L^* adalah 100; yang menggambarkan pencerminan radiasi sempurna dan nilai minimum adalah 0; yang menggambarkan warna dalam kondisi gelap atau hitam. Sumbu a dan b terentang pada panjang dan lebar kubus, yang mempresentasikan warna secara menyeluruh. Dimana nilai positif a menggambarkan warna cenderung ke warna merah dan nilai negatif a menggambarkan warna cenderung ke warna hijau. Sedangkan untuk nilai positif b menggambarkan warna cenderung ke kuning dan nilai negatif b menandakan warna cenderung kearah biru (Anonim, 1996b).



Gambar 3. Diagram 3 Dimensi yang Menggambarkan Ruang Warna (Color Space) pada CIE Lab Color Model

Berdasarkan artikel mengenai CIElab yang diterbitkan oleh *Hunterlab Association Laboratory*, 1996, perubahan-perubahan nilai Lab* dapat dituliskan sebagai berikut :

❖ Perubahan nilai L* (ΔL)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana perubahan nilai L* yang dihasilkan. Dimana nilai positif menandakan sampel lebih terang dari sebelumnya dan nilai negatif menandakan sampel lebih gelap dari sebelumnya (Anonim, 1996b).

$$\Delta L^* = L^*_0 - L^* \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- ΔL^* = Perubahan nilai L* selama waktu tertentu
- L^*_0 = Nilai L* untuk sampel pada kondisi awal
- L^* = Nilai L* untuk sampel selama waktu tertentu

❖ Perubahan nilai a^* (Δa)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana perubahan nilai a^* yang dihasilkan. Dimana nilai positif menandakan sampel lebih merah dari sebelumnya dan nilai negatif menandakan sampel lebih hijau dari sebelumnya (Anonim, 1996b).

$$\Delta a^* = a^*_0 - a^* \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

Δa^* = Perubahan nilai a^* selama waktu tertentu

a^*_0 = Nilai a^* untuk sampel pada kondisi awal

a^* = Nilai a^* untuk sampel selama waktu tertentu

❖ Perubahan nilai b^* (Δb)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana perubahan nilai b^* yang dihasilkan. Dimana nilai positif menandakan sampel lebih kuning dari sebelumnya dan nilai negatif menandakan sampel lebih biru dari sebelumnya (Anonim, 1996b).

$$\Delta b^* = b^*_0 - b^* \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

Δb^* = Perubahan nilai b^* selama waktu tertentu

b^*_0 = Nilai b^* untuk sampel pada kondisi awal

b^* = Nilai b^* untuk sampel selama waktu tertentu

❖ Total perubahan/perbedaan nilai Lab* (ΔE^*)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana perubahan/perbedaan nilai Lab* yang dihasilkan. Dimana semakin besar nilai ΔE^* maka semakin besar pula perubahan/perbedaan nilai

Lab* yang terjadi. Dan begitu pula sebaliknya, semakin kecil nilai ΔE* maka semakin kecil pula perubahan/perbedaan nilai Lab* yang terjadi. (Anonim, 1996b).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- ΔE* = Perubahan nilai Lab* selama waktu tertentu
- ΔL* = Perubahan nilai L* selama waktu tertentu
- Δa* = Perubahan nilai a* selama waktu tertentu
- Δb* = Perubahan nilai b* selama waktu tertentu

❖ Total perubahan tingkat saturasi warna (C*/ΔC*)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana tingkat saturasi warna yang dihasilkan. Dimana semakin tinggi nilai C*, maka semakin tinggi pula saturasi warna yang dihasilkan. Dan begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai C*, semakin rendah pula nilai saturasi yang dihasilkan. (Anonim, 1996b).

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots (6)$$

$$\Delta C^* = C^*_0 - C^* \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

- C* = Nilai saturasi sampel selama waktu tertentu
- a* = Nilai a* untuk sampel selama waktu tertentu
- b* = Nilai b* untuk sampel selama waktu tertentu
- ΔC* = Perubahan nilai C* selama waktu tertentu
- C*₀ = Nilai saturasi sampel pada kondisi awal

❖ Perubahan warna/Hue (ΔH^*)

Parameter yang digunakan untuk melihat perubahan warna yang dihasilkan. Dimana semakin besar nilai ΔH^* maka semakin besar pula perubahan warna yang terjadi. Dan begitu pula sebaliknya, semakin kecil nilai ΔH^* maka semakin kecil pula perubahan warna yang terjadi. (Anonim, 1996b).

$$\Delta H^* = \sqrt{\Delta E^2 - \Delta L^2 - \Delta C^2} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- ΔH^* = Perubahan warna selama waktu tertentu
- ΔE^* = Perubahan nilai Lab* selama waktu tertentu
- ΔL^* = Perubahan nilai L* selama waktu tertentu
- ΔC^* = Perubahan nilai C* selama waktu tertentu

3. Pengujian dan pengukuran warna

Warna adalah suatu spektrum cahaya tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Warna merupakan faktor yang sangat penting dalam industri pengolahan bahan pangan. Konsumen umumnya membeli suatu bahan pangan berdasarkan dari penampakan visual dari bahan pangan itu sendiri. Dan terkadang, warna atau kenampakan dari bahan pangan tersebut dikaitkan dengan kualitas dari bahan pangan itu sendiri. Pengujian dan pengukuran warna bertujuan untuk menentukan pengaruh bumbu atau bahan aditif lainnya terhadap warna, menentukan proses perubahan warna selama proses penyimpanan dan mengontrol laju perubahan kualitas dari bahan itu sendiri (Good, 2003).

Pengujian dan pengukuran warna bertujuan antara lain untuk (Good, 2003) :

- a. Menentukan pengaruh bumbu atau bahan adiktif lainnya terhadap warna
- b. Menentukan proses perubahan warna selama proses penyimpanan
- c. Mengontrol laju perubahan kualitas dari bahan pangan itu sendiri

Walaupun demikian, proses pengujian atau pengukuran warna memiliki beberapa kelemahan. Pengujian visual yang akurat membutuhkan kontrol terhadap beberapa faktor, yaitu kualitas pencahayaan, ukuran dan sudut dari sumber cahaya yang digunakan, arah pengamatan sampel, jarak atau antar sampel dan observer (pengamat), serta keamanan persepsi panelis. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pengukuran warna secara visual sangat sulit dilakukan secara akurat dan efisien. Oleh karena itu, diperlukan metode pengujian dan pengukuran yang lebih akurat dengan menggunakan bantuan beberapa alat, misalnya *Colorimeter*, *Spectrophotometer*, maupun penggunaan alat yang lebih sederhana seperti kamera digital (*still* dan *motion*), yang dilengkapi dengan komputer dan *software* pengolah gambar (Good, 2003).

Ada dua modus warna penting yang dikenali komputer : RGB dan CMYK. RGB (*Red, Green, Blue*) merupakan warna aditif campuran yang karena menggambarkan cahaya apa yang harus dipancarkan untuk menghasilkan warna tertentu. RGB menyimpan nilai-nilai individual untuk merah, hijau dan biru. Warna ini di gunakan untuk monitor komputer. Dalam model ini, hasil gambar di PC akan jauh lebih terang dan jelas,

akan tetapi mode ini tidak terlalu cocok untuk proses cetak, karena warna image (gambar) akan berubah setelah dicetak. CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow and Black*) merupakan mode warna yang digunakan oleh kebanyakan mesin cetak dengan pelat. Warna ini menggunakan substraktif pencampuran yang digunakan dalam proses pencetakan, karena menggambarkan apakah tinta perlu diterapkan sehingga cahaya yang tercermin dan melalui tinta menghasilkan warna tertentu (Anonim, 2006).

Adapun mutu biji kakao berdasarkan Standar Nasional Indonesia adapun sebagai berikut :

1. Bentuk biji : Bulat, lonjong penuh, tebal 1 cm, Panjang 1,5 cm, dan lebar 1,5 cm. Warna : coklat cerah dan rata. Bau : Khas coklat.
2. Bentuk biji : Sedikit berlekuk-lekuk. Warna : Coklat rata dan cerah. Bau : khas coklat.
3. Bentuk biji : Keriput. Warna : coklat rata dan cerah. Bau : Khas coklat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2010, di Laboratorium Processing dan Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pengering mekanis, timbangan analitik, stopwatch, oven, baskom, kamera digital, lampu Philips dan komputer untuk penggunaan *software Adobe Photoshop CS3*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kakao fermentasi, kertas label dan air.

3.3 Metode Penelitian

1. Tanpa Pencucian

Menyiapkan biji kakao fermentasi 5 hari sebanyak 3 sampel. Kemudian menimbang berat awal biji kakao sebelum pengeringan.

2. Pencucian

Menyiapkan biji kakao fermentasi 5 hari sebanyak 3 sampel. Kemudian menimbang berat awal biji kakao sebelum pencucian. Setelah itu melakukan pencucian ketiga sampel tersebut dan kemudian meniriskannya.

3. Pengeringan

Menyiapkan alat pengering. Kemudian mengeringkan biji kakao tanpa pencucian maupun dengan pencucian pada suhu 60°C hingga kadar air sekitar 7%.

4. Kadar air

Mengambil sampel biji kakao tanpa pencucian maupun dengan pencucian secara acak. Sampel tersebut dipotong kecil-kecil kemudian ditimbang. Setelah itu bahan dikeringkan di dalam oven pada suhu 100 - 105°C selama 24 jam. Setelah itu sampel dikeluarkan dan didinginkan. Setelah dingin kemudian ditimbang. Setelah itu sampel tersebut di oven lagi selama 1 jam dan ditimbang. Perlakuan ini diulang kembali sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg).

5. Wama

Menyiapkan kamera digital sebagai alat pengambil gambar dan lampu sebagai alat pencahayaan objek dengan sudut pencahayaan 45°C. Pengambilan gambar dilakukan setiap 1 jam selama proses pengeringan.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang akan di amati pada penelitian ini adalah :

1. Laju pengeringan dengan rumus:

$$LP = \frac{W_t - W_{(t+1)} / g \text{ padatan}}{T} \dots\dots\dots (1)$$

- Dimana : LP = laju pengeringan (g H₂O/g padatan/menit)
W_t = berat bahan pada waktu t (g)
W_(t+1) = berat bahan pada waktu t+1 (g)
T = Interval Pengeringan (menit)

2. Kadar air biji kakao dengan rumus :

$$m = \frac{A - B}{A} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : m = kadar air basis basah (%)

A = Berat awal (g)

B = Berat Akhir (g)

3. Wama, yang meliputi:

- Perubahan nilai L* (ΔL)

$$\Delta L^* = L^*_0 - L^* \dots\dots\dots (3)$$

- Perubahan nilai a* (Δa)

$$\Delta a^* = a^*_0 - a^* \dots\dots\dots (4)$$

- Perubahan nilai b* (Δb)

$$\Delta b^* = b^*_0 - b^* \dots\dots\dots (5)$$

- Perubahan nilai Lab* (ΔE)

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \dots\dots\dots (6)$$

- Perubahan nilai saturasi warna (ΔC)

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta C^* = C^*_0 - C^* \dots\dots\dots (8)$$

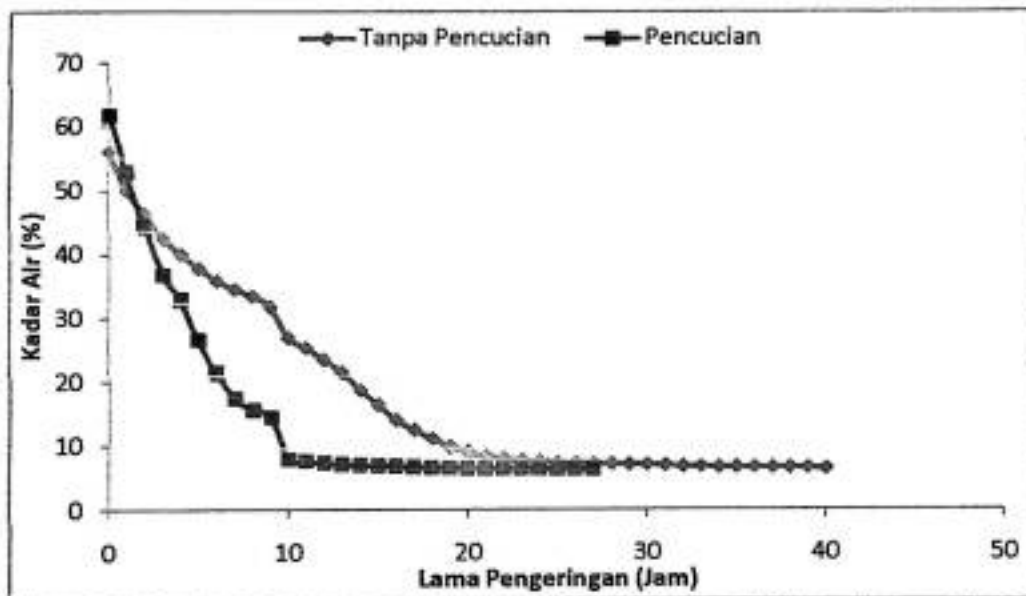
- Perubahan warna (ΔH^*)

$$\Delta H^* = \sqrt{\Delta E^2 - \Delta L^2 - \Delta C^2} \dots\dots\dots (9)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air

Analisa kadar air dimaksudkan untuk mengetahui perubahan kadar air biji kakao selama pengeringan. Hasil perhitungan kadar air biji kakao dapat dilihat pada gambar 4 :



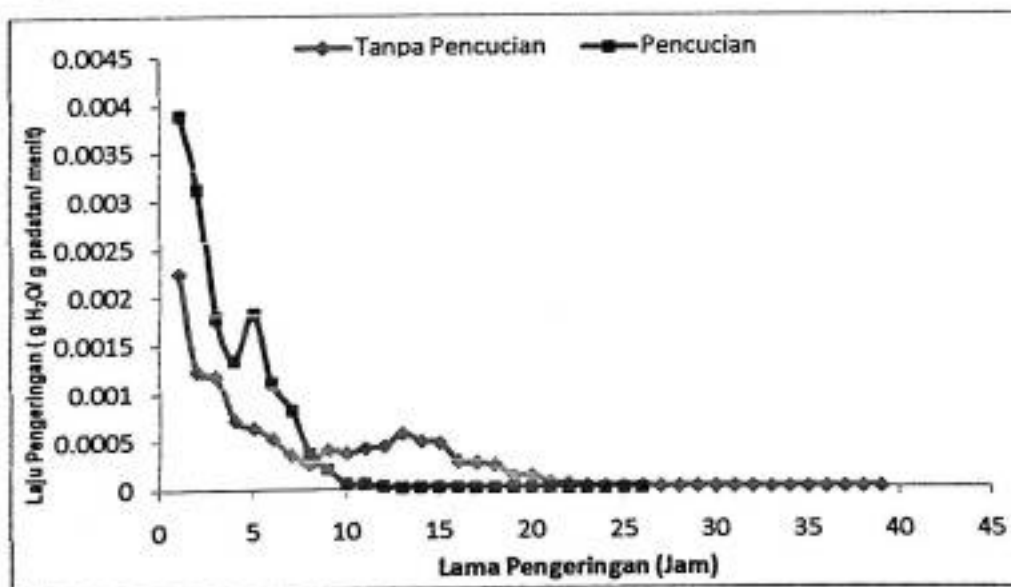
Gambar 4. Grafik Penurunan Kadar Air Biji Kakao Selama Pengeringan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa, kadar air biji kakao tanpa pencucian maupun pencucian mengalami penurunan yang cepat pada awal pengeringan. Biji kakao tanpa pencucian mengalami penurunan yang cepat pada periode 0-21 jam pengeringan. Pada periode 21-40 jam pengeringan, penurunan kadar air biji kakao tanpa pencucian mendekati konstan. Sedangkan pada biji kakao dengan pencucian juga mengalami penurunan yang cepat pada periode 0-10 jam pengeringan. Pada periode 10-27 jam pengeringan, penurunan kadar air biji kakao dengan pencucian mendekati konstan.

Pada biji kakao tanpa pencucian pengeringannya lebih lambat karena masih terdapat pulp yang melekat erat sehingga menghambat penguapan air dari keping biji kakao selama proses pengeringan. Sedangkan pada biji kakao dengan pencucian proses pengeringannya lebih cepat karena pulp yang melekat pada keping biji tinggal sedikit sehingga proses penguapan air lebih cepat. Pengeringan biji kakao dengan pencucian hanya 27 jam. Karena pada pengeringan 27 jam sudah tercapai kadar air sekitar 6-7 %.

4.2 Laju pengeringan

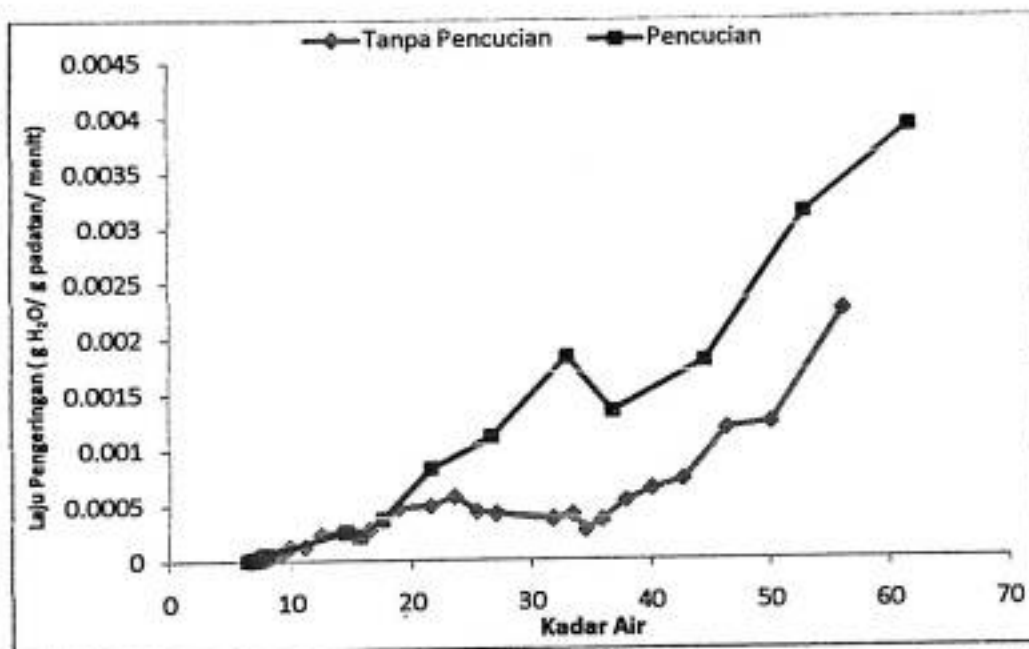
Pada gambar 5 terlihat bahwa, terjadi laju pengeringan biji kakao tanpa pencucian maupun pencucian mengalami penurunan. Pada biji kakao tanpa pencucian laju pengeringan pada awal pengeringan 0.00225g H₂O/ g padatan/menit menjadi 0.000003 g H₂O/ g padatan/ menit pada pengeringan 40 jam. Sedangkan pada biji kakao dengan pencucian laju pengeringan pada awal pengeringan adalah 0.00391 g H₂O/g padatan/menit menjadi 0.000003 g H₂O/g padatan/menit pada pengeringan 27 jam.



Gambar 5. Grafik Laju Pengeringan Biji Kakao Selama Pengeringan

4.3 Kadar air dan Laju Pengeringan biji kakao

Pada gambar 6 terlihat bahwa, penurunan kadar air berbanding lurus dengan penurunan laju pengeringan. Ini menunjukkan bahwa semakin menurun kadar air biji kakao tanpa pencucian maupun dengan pencucian maka, semakin menurun pula laju pengeringan selama proses pengeringan.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Laju Pengeringan dengan Kadar Air Biji Kakao

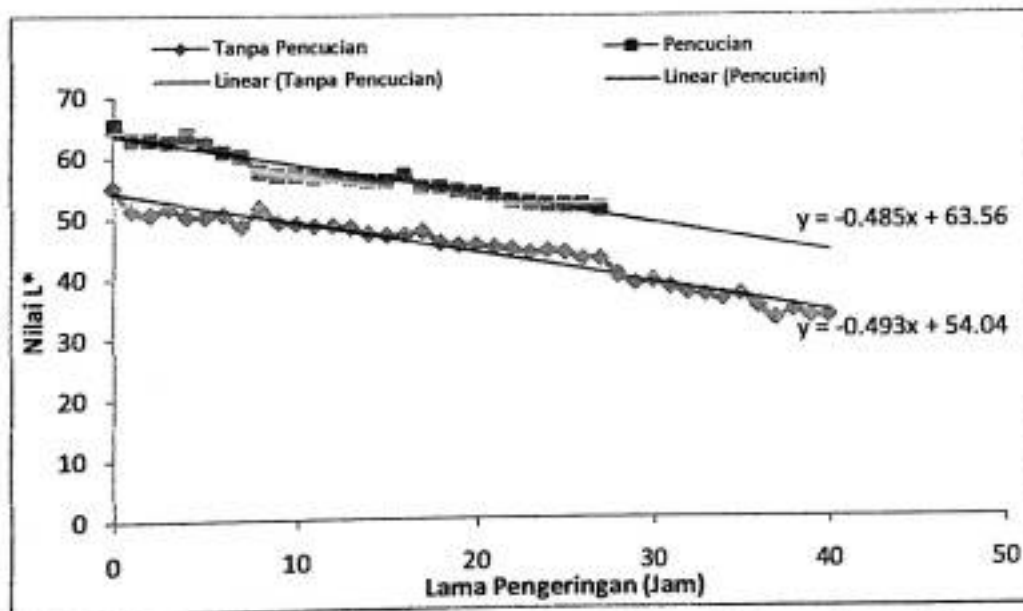
4.4 Perubahan Warna Biji Kakao

➤ L* Value

Dari data hasil pengujian warna biji kakao tanpa pencucian maupun dengan pencucian berdasarkan nilai L*, terjadi penurunan dari awal hingga akhir pengeringan. Hal tersebut menandakan bahwa warna biji kakao mengarah kehitaman selama proses pengeringan.

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa, pada biji kakao tanpa pencucian, nilai L* mengalami penurunan dari 55 sebelum pengeringan menjadi 32 setelah pengeringan 40 jam. Sedangkan pada biji kakao

dengan pencucian, nilai L^* mengalami penurunan dari 65.33 sebelum pengeringan menjadi 51.33 setelah pengeringan 27 jam. Ini menunjukkan bahwa, biji kakao tanpa pencucian warnanya lebih gelap dibandingkan dengan biji kakao dengan pencucian. Dan dapat dilihat bahwa hubungan antara nilai L^* dengan lama pengeringan dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi linear. Nilai R mendekati 1 menunjukkan adanya kesesuaian yang akurat antara hasil pengamatan dengan hasil perkiraan yang akurat. Dari regresi linear diperoleh nilai *Coefficient of determinant* (R^2) = 0.95 untuk biji kakao tanpa pencucian dan nilai R^2 = 0.94 pada biji kakao dengan pencucian.



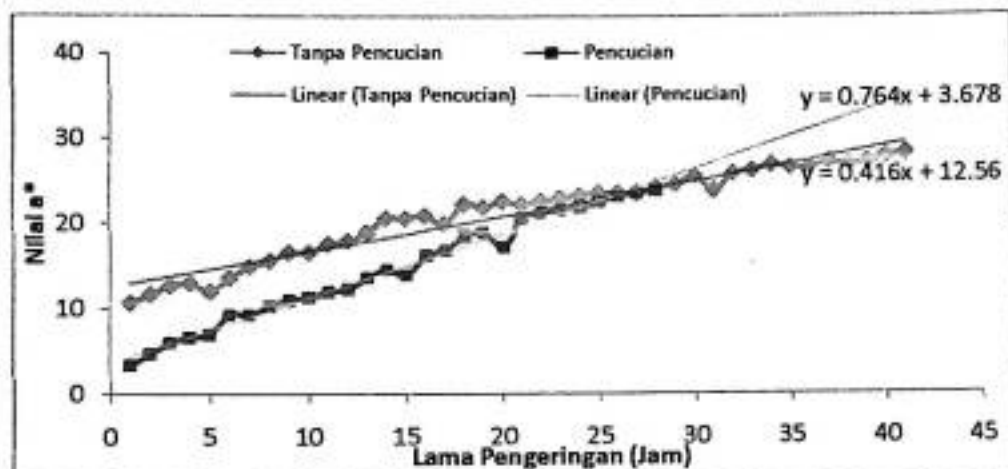
Gambar 7. Grafik Perubahan Nilai L^* Biji Kakao Selama Pengeringan

Penurunan nilai L^* pada biji kakao ini, menyebabkan perubahan tingkat kecerahan kulit secara visual menjadi lebih gelap. Karena nilai L^* yang berarti *Lightness* yang merupakan parameter untuk menilai terang gelapnya suatu gambar yang dihasilkan, dimana nilai 0 menandakan gelap atau hitam dan 100 menandakan terang atau putih (Anonim, 1996).

➤ a* Value

Dari data hasil pengujian warna biji kakao berdasarkan nilai a*, terjadi peningkatan pada biji kakao pencucian maupun tanpa pencucian dari awal hingga akhir pengeringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa, terjadi perubahan warna biji kakao dari warna hijau menjadi warna merah.

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa, pada biji kakao tanpa pencucian, nilai a* mengalami peningkatan dari 10.67 sebelum pengeringan menjadi 28.67 setelah pengeringan 40 jam. Sedangkan pada biji kakao dengan pencucian, mengalami peningkatan dari 3.33 sebelum pengeringan menjadi 24 setelah pengeringan 27 jam. Ini menunjukkan bahwa, pada periode 0-25 jam biji kakao dengan pencucian warnanya lebih mendekati warna merah dibandingkan dengan biji kakao dengan pencucian. Setelah pengeringan 25 jam warnanya sama. Dan dapat dilihat bahwa hubungan antara nilai a* dengan lama pengeringan dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi linear. Nilai R mendekati 1 menunjukkan adanya kesesuaian yang akurat antara hasil pengamatan dengan hasil perkiraan. Dari regresi linear diperoleh nilai *Coefficient of determinant* (R^2) = 0.94 untuk biji kakao tanpa pencucian dan nilai R^2 = 0.99 untuk biji kakao dengan pencucian.



Gambar 8. Grafik Perubahan Nilai a* Biji Kakao Selama Pengeringan

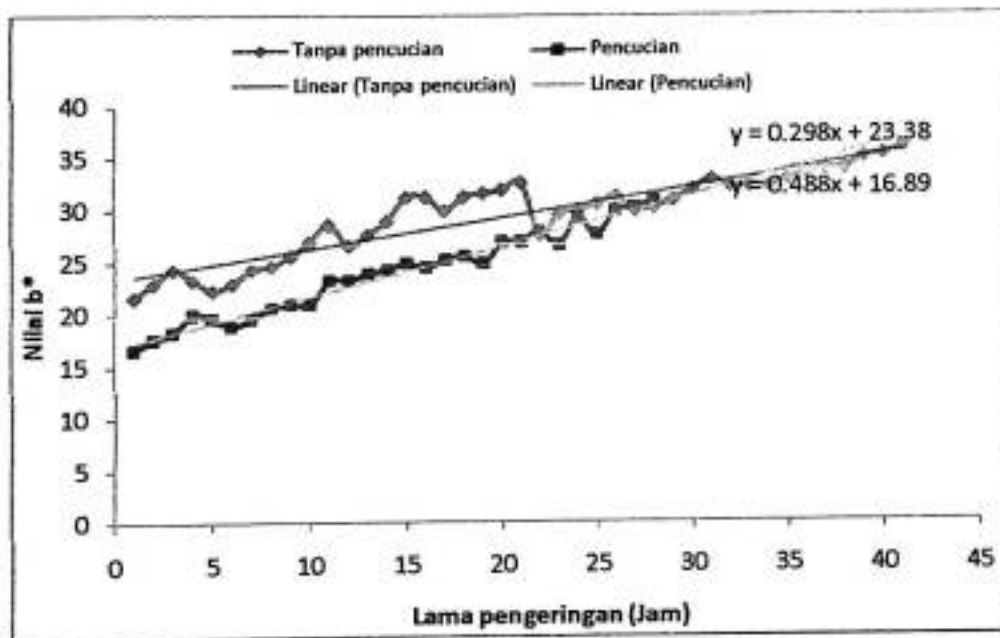
Peningkatan nilai a* menyebabkan perubahan warna kulit biji kakao menjadi coklat kemerahan. Hal ini disebabkan karena nilai a*, merupakan nilai untuk mencerminkan perubahan warna antara hijau (*green*) dan merah (*magenta*) dimana nilai negatif dari a* menandakan hijau dan nilai positif menandakan merah.

➤ b* Value

Dari data hasil pengujian warna biji kakao berdasarkan nilai b*, terjadi peningkatan pada biji kakao pencucian maupun tanpa pencucian dari awal hingga akhir pengeringan. Hal tersebut menandakan bahwa terjadi perubahan warna biji kakao dari warna biru menjadi warna kuning.

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa, pada biji kakao tanpa pencucian, nilai b* mengalami peningkatan dari 21.67 sebelum pengeringan menjadi 36 pada pengeringan 40 jam. Sedangkan pada biji kakao dengan pencucian mengalami peningkatan dari 16.67 sebelum pengeringan menjadi 31 selama pengeringan 27 jam. Ini menunjukkan bahwa, pada periode 0-21 jam biji kakao dengan pencucian warnanya lebih mendekati warna kuning dibandingkan dengan biji kakao dengan pencucian. Setelah pengeringan 21 jam warnanya hampir sama. Dan

dapat dilihat bahwa hubungan antara nilai b^* dengan lama pengeringan dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi linear. Nilai R mendekati 1 menunjukkan adanya kesesuaian yang akurat antara hasil pengamatan dengan hasil perkiraan. Dari regresi linear diperoleh nilai *Coefficient of determinant* (R^2) = 0.84 untuk biji kakao tanpa pencucian dan nilai R^2 = 0.97 untuk biji kakao dengan pencucian.

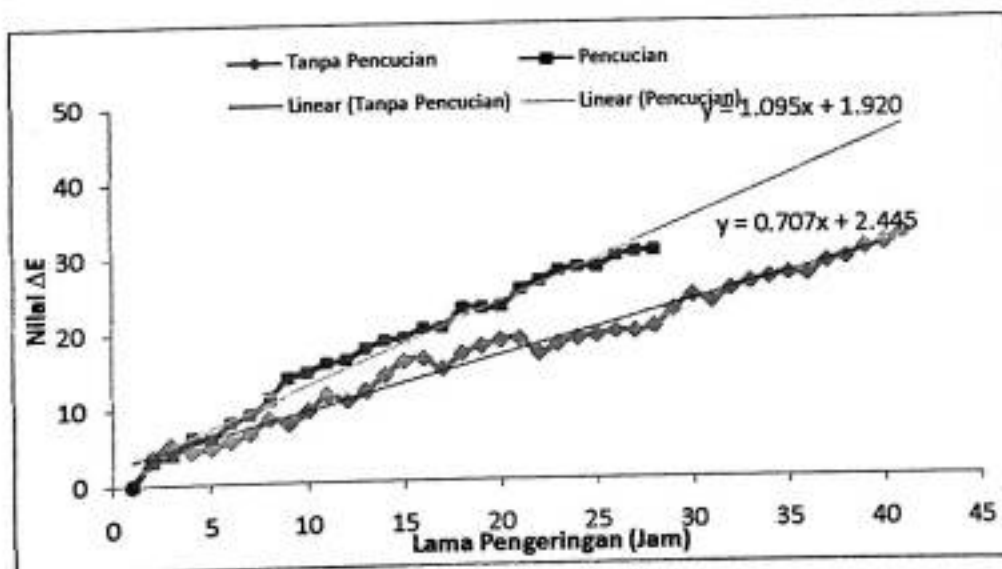


Gambar 9. Grafik Perubahan Nilai b^* Biji Kakao Selama Pengeringan

Peningkatan nilai b^* menyebabkan perubahan warna kulit biji kakao menjadi coklat kekuningan. Hal ini disebabkan karena nilai b^* , merupakan nilai untuk mencerminkan perubahan warna antara biru (*blue*) dan kuning (*yellow*) dimana nilai positif menandakan sampel lebih kuning dari sebelumnya dan nilai negatif menandakan sampel lebih biru dari sebelumnya .

➤ ΔE^* Value

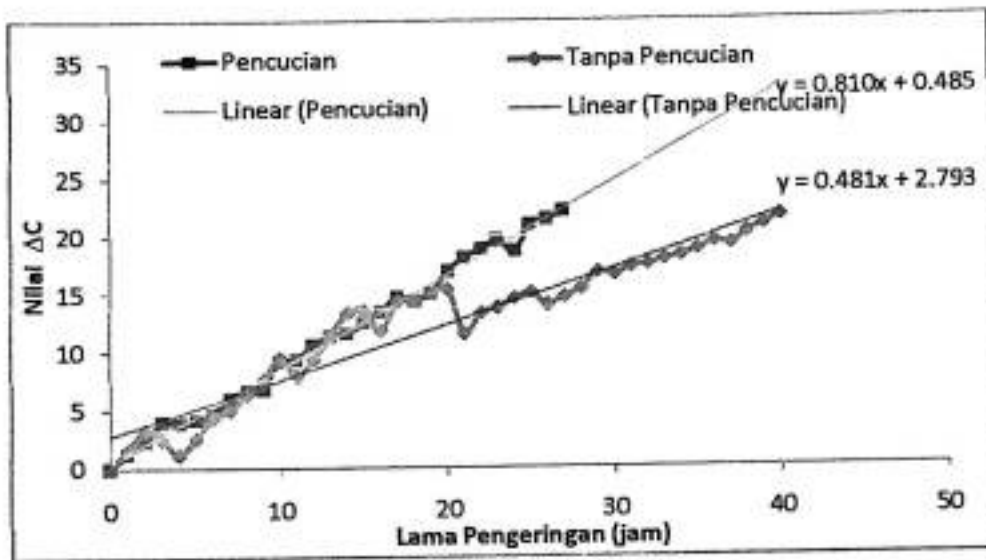
Pada gambar 10, dapat dilihat perubahan/perbedaan nilai Lab* (ΔE^*) pada biji kakao tanpa pencucian maupun pencucian. Pada biji kakao tanpa pencucian, total perubahan atau perbedaan warna selama pengeringan meningkat dari 3.67 menjadi 32.35 untuk biji kakao tanpa pencucian pada pengeringan 40 jam. Sedangkan perubahan/perbedaan nilai Lab* (ΔE^*) pada biji kakao dengan pencucian berubah dari 3.07 menjadi 30.02 pada pengeringan 27 jam. Ini menunjukkan bahwa, perubahan/perbedaan nilai Lab* (ΔE^*) pada biji kakao dengan pencucian lebih besar dibandingkan dengan biji kakao tanpa pencucian. Dan dapat dilihat bahwa hubungan antara perubahan/perbedaan nilai Lab* (ΔE^*) dengan lama pengeringan dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi linear. Nilai R mendekati 1 menunjukkan adanya kesesuaian yang akurat antar hasil pengamatan dengan hasil perkiraan. Dari regresi linear diperoleh nilai *Coefficient of determinant* (R^2)= 0.98 untuk biji kakao tanpa pencucian dan nilai R^2 = 0.98 untuk biji kakao dengan pencucian .



Gambar 10. Grafik Perubahan Nilai ΔE Biji Kakao Selama Pengeringan

➤ ΔC^* Value

Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa, dari hasil perhitungan nilai saturasi sampel (C^*) didapatkan hasil perubahan saturasi warna yang terjadi pada biji ka kao tanpa pencucian maupun pencucian. Dimana nilai saturasi sampel (C^*) adalah pada awal pengeringan adalah 24.15 menjadi 45.81 pada pengeringan 40 jam. Sedangkan pada biji kakao dengan pencucian mengalami peningkatan dari 17 pada awal pengeringan menjadi 39.2 pada 27 jam pengeringan. Ini menunjukkan bahwa, pada periode 0-20 jam pengeringan perubahan tingkat saturasi warna (ΔC^*) pada biji kakao dengan pencucian hampir sama dengan biji kakao tanpa pencucian. Sedangkan setelah pengeringan 20 jam, perubahan tingkat saturasi warna (ΔC^*) pada biji kakao dengan pencucian lebih tinggi dibandingkan dengan biji kakao tanpa pencucian. Dan dapat dilihat bahwa hubungan antara nilai nilai saturasi sampel (C^*) dengan lama pengeringan dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi linear. Nilai R mendekati 1 menunjukkan adanya kesesuaian yang akurat antara hasil pengamatan dengan hasil perkiraan. Dari regresi linear diperoleh nilai *Coefficient of determinant* (R^2) = 0.91 untuk biji kakao tanpa pencucian dan nilai R^2 = 0.99 untuk biji kakao dengan pencucian.

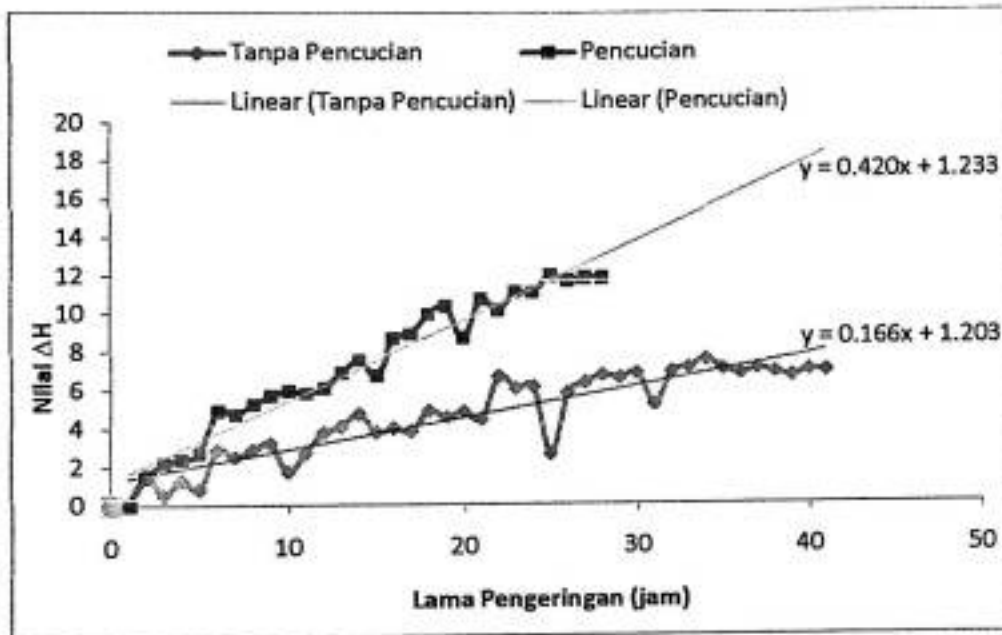


Gambar 11. Grafik Perubahan Nilai ΔC Biji Kakao Selama Pengeringan

➤ ΔH^* Value

Pada gambar 12 dapat dilihat bahwa, dari hasil perhitungan perubahan warna (ΔH^*) pada biji kakao tanpa pencucian maupun pencucian mengalami perubahan warna secara keseluruhan. Pada biji kakao tanpa pencucian, perubahan warna (ΔH^*) meningkat dari 1.64 pada awal pengeringan menjadi 6.95 selama pengeringan 40 jam. Sedangkan pada biji kakao dengan pencucian, nilai ΔH^* meningkat dari 1.43 pada awal pengeringan menjadi 11.83 selama pengeringan 27 jam. Ini menunjukkan bahwa, perubahan warna (ΔH^*) pada biji kakao dengan pencucian lebih besar dibandingkan dengan biji kakao tanpa pencucian. Dan dapat dilihat bahwa hubungan antara perubahan warna (ΔH^*) dengan lama pengeringan dapat dimodelkan dengan menggunakan regresi linear. Nilai R mendekati 1 menunjukkan adanya kesesuaian yang akurat antara hasil pengamatan dengan hasil perkiraan. Dari

regresi linear diperoleh nilai *Coefficient of determinant* (R^2)= 0.83 untuk biji kakao tanpa pencucian dan nilai R^2 = 0.96 untuk biji kakao dengan pencucian.



Gambar 12. Grafik Perubahan Nilai ΔH Biji Kakao Selama Pengeringan

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengeringan biji kakao tanpa pencucian maupun pencucian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan kadar air pada biji kakao dengan pencucian lebih cepat dibandingkan penurunan kadar air pada biji kakao tanpa pencucian.
2. Secara keseluruhan warna biji kakao dengan pencucian tampak lebih coklat cerah dan muda dibandingkan dengan biji kakao tanpa pencucian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1996a. **CIE Lab***. <http://www.answer.com>.
- Anonim, 1996b. **CIE Lab* Color Scale**. <http://www.hunterlab.com>.
- Anonim, 2006. **CMYK, RGB DAN Kalibrasi**. <http://www.komputeratif.com>. Diakses pada tanggal 28 Maret 2010, Makassar.
- Anonim, 2007a. **Color Model / Color Space**. <http://www.answer.com>.
- Anonim, 2007b. **RGB Color Model**. <http://www.answer.com>.
- Anonim, 2009. **Persepsi Warna**. <http://cellular-automata.um.ac.id/wp-content/uploads/2009/10/BAB-2rev.doc>. Diakses April 2010, Makassar
- Anonim, 2010. **Biji Coklat (Cocoa Beans)**. http://www.infopasaragro.com/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=62. Diakses Februari 2010, Makassar.
- Haryadi, M. Supriyanto, 1991. **Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Yogyakarta.
- Henderson, S. M., and R.L. Perry. 1976. **Agricultural Process Engineering**. The AVI Publishing Company, Inc.
- Misnawi, S. Jinap, B. Jamilah dan S Nazamid, 2005. **Oxidation of Polyphenols in Unfermented Cocoa Beans By Cocoa Polyphenols Oxidase and Tyronisase**. Journal of the Science and Agriculture, 82, 539-556.
- Nurbaeti E., Muharriba dan Hasni Abdullah, 1986. **Proses Isolasi Lemak Coklat non Ekspor**. Departemen Perindustrian Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Ujung Pandang.
- Poedjiwidodo, Y., 1996. **Sambung Samping Kakao**. Trubus Agrinidya, Ungaran.
- T. Wahyudi, T.R Panggabean, Pujiyanto, 2008. **Manajemen Agribisnis dari Hulu dan Hilir**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Taib, gunaiif dkk, 1988. **Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian**. PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengamatan Penurunan Berat Bahan dan Kadar Air Biji Kakao Tanpa Pencucian

Lama pengeringan	Sampel I		Sampel II		Sampel III		Rata-rata Kadar Air
	Berat (gr)	Kadar Air (%)	Berat (gr)	Kadar Air %	Berat (gr)	Kadar Air %	
0	132.15	56.25	130.58	55.91	135.57	56.21	56.12
1	116.06	50.18	115.37	49.87	119.4	50.28	50.11
2	107.77	46.35	107.63	46.26	111.19	46.6	46.4
3	100.98	42.74	100.64	42.53	103.45	42.61	42.63
4	96.51	40.09	96.25	39.91	99.77	40.49	40.03
5	93.34	38.05	92.32	37.35	96.03	38.18	37.86
6	90.28	35.95	89.42	35.32	93.31	36.37	35.88
7	88.42	34.61	87.53	33.92	91.3	34.97	34.5
8	86.9	33.46	86.4	33.05	89.63	33.76	33.42
9	84.84	31.85	84.19	31.3	87.56	32.2	31.78
10	79.64	27.43	78.27	26.1	81.93	27.54	27.02
11	77.71	25.6	77.04	24.92	79.86	25.66	25.39
12	75.86	23.78	75.13	23.01	77.85	23.74	23.51
13	74.03	21.9	73.02	20.79	76	21.88	21.52
14	71.18	18.77	71.01	18.54	73.48	19.2	18.84
15	69.12	16.35	69	16.17	71.41	16.86	16.46
16	67.27	14	67.09	13.78	69.4	14.45	14.08
17	66.04	12.45	66.08	12.46	67.97	12.65	12.52
18	64.98	11.02	65.17	11.24	66.9	11.26	11.17
19	64.05	9.73	64.27	9.99	65.94	9.96	9.89
20	63.54	9	63.77	9.29	65.41	9.23	9.17
21	63.05	8.3	63.29	8.61	64.92	8.55	8.49
22	62.84	7.99	63.08	8.3	64.71	8.25	8.18
23	62.63	7.68	62.87	7.99	64.5	7.95	7.88
24	62.52	7.52	62.76	7.83	64.39	7.8	7.72
25	62.43	7.38	62.57	7.55	64.31	7.68	7.54

lampiran 1. Lanjutan Tabel Hasil Pengamatan Penurunan Berat Bahan dan Kadar Air Biji Kakao Tanpa Pencucian

Lama pengeringan	Sampel I		Sampel II		Sampel III		Rata-rata Kadar Air
	Berat (gr)	Kadar Air (%)	Berat (gr)	Kadar Air (%)	Berat (gr)	Kadar Air %	
26	62.37	7.3	62.51	7.47	64.24	7.58	7.45
27	62.31	7.21	62.45	7.38	64.18	7.49	7.36
28	62.26	7.13	62.4	7.31	64.13	7.42	7.29
29	62.21	7.06	62.35	7.23	64.08	7.35	7.21
30	62.16	6.98	62.3	7.16	64.03	7.28	7.14
31	62.12	6.92	62.26	7.1	63.99	7.22	7.08
32	62.08	6.86	61.91	6.57	63.95	7.16	6.86
33	62.05	6.82	61.87	6.51	63.92	7.12	6.82
34	62.02	6.78	61.84	6.46	63.89	7.07	6.77
35	61.99	6.73	61.81	6.41	63.86	7.03	6.72
36	61.97	6.7	61.79	6.39	63.84	7	6.7
37	61.95	6.67	61.77	6.36	63.82	6.97	6.67
38	61.94	6.65	61.76	6.34	63.81	6.96	6.65
39	61.93	6.64	61.75	6.33	63.8	6.94	6.64
40	61.92	6.62	61.74	6.32	63.79	6.93	6.49

Lampiran 2. Tabel Hasil Pengamatan Penurunan Berat Bahan dan Kadar Air Biji Kakao dengan Pencucian

Lama Pengeringan	Sampel I		Sampel II		Sampel III		Rata-rata Kadar Air
	Berat (gr)	Kadar Air (%)	Berat (gr)	Kadar Air (%)	Berat (gr)	Kadar Air (%)	
0	152.25	61.31	154.01	62.11	158.94	62.1	61.84
1	122.66	51.97	125.88	53.66	128.21	53.01	52.88
2	103.95	43.33	106.63	45.4	106.47	43.42	44.5
3	95.18	38.11	97.76	39.7	98.22	38.67	38.62
4	88.39	33.35	89.77	35	90.48	33.42	32.92
5	79.52	25.62	80.9	27.87	81.61	26.2	26.66
6	74.58	21.01	75.14	22.34	76.36	21.11	21.49
7	70.96	16.98	71.64	18.55	72.57	16.99	17.51
8	69.69	15.47	69.32	15.83	71.46	15.7	15.67
9	67	12.07	68.42	14.72	70.56	14.63	14.57
10	63.93	7.85	63.5	8.11	67.66	10.97	8.07
11	63.71	7.53	63.29	7.81	66.45	9.35	7.77
12	63.46	7.17	63.04	7.44	65.2	7.61	7.41
13	63.35	7	62.93	7.28	65.09	7.45	7.24
14	63.26	6.88	62.84	7.15	65	7.32	7.12
15	63.18	6.76	62.76	7.03	64.92	7.21	7
16	63.11	6.66	62.69	6.92	64.85	7.11	6.9
17	63.05	6.57	62.63	6.83	64.79	7.02	6.81
18	63	6.49	62.58	6.76	64.74	6.95	6.73
19	62.96	6.44	62.54	6.7	64.7	6.89	6.68
20	62.92	6.37	62.5	6.64	64.66	6.84	6.62
21	62.89	6.33	62.47	6.6	64.63	6.79	6.57
22	62.86	6.28	62.44	6.55	64.6	6.75	6.53
23	62.84	6.25	62.42	6.52	64.58	6.72	6.5
24	62.82	6.22	62.4	6.49	64.56	6.7	6.47
25	62.8	6.19	62.38	6.46	64.54	6.66	6.44
26	62.79	6.18	62.37	6.45	64.53	6.65	6.43
27	62.78	6.16	62.36	6.43	64.52	6.63	6.41

piran 3. Tabel Hasil Perhitungan Laju pengeringan Biji Kakao tanpa Pencucian

Waktu pengeringan	Berat sampel (gram)			Laju Pengeringan			Rata-rata Laju Pengeringan
	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Sampel I	Sampel II	Sampel III	
0	132.15	130.58	135.57				
1	116.06	115.37	119.4	0.00231	0.00219	0.00226	0.00225
2	107.77	107.63	111.19	0.00128	0.00119	0.00123	0.00123
3	100.98	100.64	103.45	0.00112	0.00116	0.00125	0.00118
4	96.51	96.25	99.77	0.00077	0.00076	0.00062	0.00072
5	93.34	92.32	96.03	0.00057	0.00071	0.00065	0.00064
6	90.28	89.42	93.31	0.00056	0.00054	0.00049	0.00053
7	88.42	87.53	91.3	0.00035	0.00036	0.00037	0.00036
8	86.9	86.4	89.63	0.00029	0.00022	0.00031	0.00027
9	84.84	84.19	87.56	0.0004	0.00044	0.00039	0.00041
10	79.64	78.27	81.93	0.00109	0.00126	0.00115	0.00117
11	77.71	77.04	79.86	0.00041	0.00027	0.00043	0.00037
12	75.86	75.13	77.85	0.00041	0.00042	0.00043	0.00042
13	74.03	73.02	76	0.00041	0.00048	0.00043	0.00044
14	71.18	71.01	73.48	0.00067	0.00047	0.00057	0.00057
15	69.12	69	71.41	0.0005	0.00049	0.00048	0.00049
16	67.27	67.09	69.4	0.00046	0.00047	0.00048	0.00047
17	66.04	66.08	67.97	0.00031	0.00026	0.00026	0.00028
18	64.98	65.17	66.9	0.00027	0.00023	0.00027	0.00026
19	64.05	64.27	65.94	0.00024	0.00023	0.00024	0.00024
20	63.54	63.77	65.41	0.00013	0.00013	0.00014	0.00013
21	63.05	63.29	64.92	0.00013	0.00013	0.00013	0.00013
22	62.84	63.08	64.71	0.00006	0.00006	0.00005	0.00006
23	62.63	62.87	64.5	0.00006	0.00006	0.00005	0.00005
24	62.52	62.76	64.39	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
25	62.43	62.57	64.31	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002

piran 3. Lanjutan Tabel Hasil Perhitungan Laju pengeringan Biji Kakao tanpa Pencucian

ama eringan	Berat sampel (gram)			Laju Pengeringan			Rata-rata Laju Pengeringan
	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Sampel I	Sampel II	Sampel III	
26	62.37	62.51	64.24	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
27	62.31	62.45	64.18	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
28	62.26	62.4	64.13	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
29	62.21	62.35	64.08	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
30	62.16	62.3	64.03	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
31	62.12	62.26	63.99	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
32	62.08	61.91	63.95	0.00001	0.000009	0.00001	0.00001
33	62.05	61.87	63.92	0.00001	0.000008	0.000008	0.000009
34	62.02	61.84	63.89	0.000008	0.000008	0.000008	0.000008
35	61.99	61.81	63.86	0.000008	0.000008	0.000008	0.000008
36	61.97	61.79	63.84	0.000006	0.000005	0.000005	0.000005
37	61.95	61.77	63.82	0.000005	0.000005	0.000005	0.000005
38	61.94	61.76	63.81	0.000003	0.000003	0.000005	0.000004
39	61.93	61.75	63.8	0.000003	0.000003	0.000003	0.000003
40	61.92	61.74	63.79	0.000003	0.000003	0.000003	0.000003

Iran 4. Tabel Hasil Perhitungan Laju pengeringan dengan Pencucian

ma eringan	Berat sampel (gram)			Laju Pengeringan			Rata-rata Laju Pengeringan
	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Sampel I	Sampel II	Sampel III	
0	152.25	154.01	158.94				
1	122.66	125.88	128.21	0.00402	0.00372	0.00399	0.00391
2	103.95	106.63	106.47	0.00299	0.00301	0.0034	0.00313
3	95.18	97.76	98.22	0.00154	0.00243	0.00139	0.00179
4	88.39	89.77	90.48	0.00128	0.0013	0.00143	0.00134
5	79.52	80.9	81.61	0.00186	0.00183	0.00181	0.00183
6	74.58	75.14	76.36	0.0011	0.00109	0.00115	0.00111
7	70.96	71.64	72.57	0.00085	0.00081	0.00083	0.00083
8	69.69	69.32	71.46	0.0003	0.00056	0.00026	0.00037
9	67	68.42	70.56	0.00022	0.00022	0.00021	0.00022
10	63.93	63.5	67.66	0.00127	0.00129	0.00121	0.00126
11	63.71	63.29	66.45	0.00006	0.00006	0.00005	0.00006
12	63.46	63.04	65.2	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006
13	63.35	62.93	65.09	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003
14	63.26	62.84	65	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
15	63.18	62.76	64.92	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
16	63.11	62.69	64.85	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
17	63.05	62.63	64.79	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
18	63	62.58	64.74	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
19	62.96	62.54	64.7	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
20	62.92	62.5	64.66	0.00001	0.00001	0.000008	0.000009
21	62.89	62.47	64.63	0.000008	0.000008	0.000008	0.000008
22	62.86	62.44	64.6	0.000008	0.000008	0.000008	0.000008
23	62.84	62.42	64.58	0.000005	0.000005	0.000005	0.000005
24	62.82	62.4	64.56	0.000005	0.000005	0.000005	0.000005
25	62.8	62.38	64.54	0.000005	0.000005	0.000005	0.000005
26	62.79	62.37	64.53	0.000003	0.000003	0.000003	0.000003
27	62.78	62.36	64.52	0.000003	0.000003	0.000003	0.000003

Lampiran 5. Tabel Hasil Pengamatan Nilai L, a dan b Biji Kakao Tanpa Pencucian

Lama Pengerangan	Nilai L*			Rata-rata	Nilai a*			Rata-rata	Nilai b*			Rata-rata
	Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III	
0	54	58	53	55	11	12	9	10.67	21	24	20	21.67
1	50	53	51	51.33	11	13	11	11.67	19	29	21	23
2	49	53	50	50.67	12	14	12	12.67	26	25	22	24.33
3	53	52	50	51.67	13	15	11	13	25	22	23	23.33
4	49	52	50	50.33	13	16	7	12	24	22	21	22.33
5	48	51	52	50.33	14	15	12	13.67	26	23	20	23
6	50	51	51	50.67	15	17	13	15	26	25	22	24.33
7	49	49	48	48.67	16	17	14	15.67	27	24	23	24.67
8	52	53	50	51.67	16	18	15	16.67	30	24	23	25.67
9	49	51	48	49.33	17	18	15	16.67	31	27	23	27
10	49	51	47	49	18	20	15	17.67	35	25	26	28.67
11	49	50	47	48.67	20	19	16	18	30	26	24	26.67
12	49	50	47	48.67	19	20	17	19	32	26	25	27.67
13	48	50	47	48.33	20	23	18	20.67	32	27	28	29
14	47	49	46	47.33	23	23	18	20.67	33	31	30	31.33
15	47	48	46	47	23	23	18	21	34	32	28	31.33
16	47	48	46	47	23	19	19	20	29	33	28	30
17	50	48	45	47.67	19	24	20	22.33	32	33	29	31.33
18	45	47	45	45.67	24	24	20	22	32	34	29	31.67
19	45	47	44	45.33	24	25	20	22.67	33	34	29	32
20	45	47	44	45.33	25	25	19	22.33	33	35	30	32.67

Lama Pengerangan	Nilai L*			Rata- rata	Nilai a*			Rata- rata	Nilai b*			Rata- rata
	Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III	
21	44	47	44	45	23	25	20	22.67	26	34	23	27.67
22	43	46	45	44.67	24	25	20	23	31	35	23	29.67
23	42	46	44	44	24	26	20	23.33	31	35	24	30
24	42	46	45	44.33	24	26	21	23.67	32	35	25	30.67
25	42	45	45	44	24	26	21	23.67	32	36	26	31.33
26	41	45	43	43	25	24	23	23.67	32	32	26	30
27	41	45	43	43	25	25	23	24.33	33	32	26	30.33
28	39	44	38	40.33	25	26	23	24.67	33	33	27	31
29	38	42	37	39	26	27	24	25.67	34	35	27	32
30	38	43	37	39.33	21	27	24	24	35	36	28	33
31	37	42	36	38.33	26	28	24	26	32	36	29	32.33
32	36	41	35	37.33	26	28	25	26.33	32	35	30	32.33
33	36	41	34	37	27	28	26	27	33	34	30	32.33
34	33	42	34	36.33	26	29	25	26.67	34	35	30	33
35	36	41	34	37	26	29	25	26.67	35	35	31	33.67
36	35	39	32	35	27	30	25	27.33	35	36	31	34
37	34	37	32	33	27	30	24	27	35	36	31	34
38	32	37	31	34.33	27	31	24	27.33	36	37	32	35
39	32	37	31	33.33	28	31	25	28	36	38	32	35.33
40	31	36	29	33.33	28	32	25	28.33	37	38	33	36

Lama pengeringan	Nilai L*			Rata-rata	Nilai a*			Rata-rata	Nilai b*			Rata-rata
	Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III	
0	66	67	63	65.33	2	3	5	3.33	15	17	18	16.67
1	63	64	62	63	3	5	6	4.67	16	20	17	17.67
2	63	64	62	63	4	6	8	6	17	20	18	18.33
3	62	63	63	62.67	4	7	9	6.67	19	22	19	20
4	66	63	62	63.67	5	6	10	7	19	21	19	19.67
5	63	64	60	62.33	6	11	11	9.33	18	20	19	19
6	59	64	60	61	5	11	12	9.33	18	19	20	19.67
7	61	62	58	60.33	7	11	13	10.33	19	23	20	20.67
8	58	59	56	57.67	7	12	14	11	20	23	20	21
9	58	57	56	57	7	12	15	11.33	20	22	21	21
10	56	57	58	57	8	12	16	12	21	24	25	23.33
11	58	57	55	56.67	8	13	16	12.33	22	22	26	23.33
12	59	56	56	57	9	15	17	13.67	22	23	27	24
13	59	56	54	56.33	11	16	17	14.67	22	24	27	24.33
14	58	56	54	56	9	17	16	14	23	24	26	25
15	56	57	55	56	12	18	19	16.33	24	25	5	24.57
16	57	55	59	57	13	18	20	17	24	26	26	25.33
17	56	54	55	55	14	19	23	18.67	24	26	27	25.67
18	56	54	55	55	14	20	23	19	25	27	27	25
19	58	53	52	54.33	15	20	17	17.33	25	27	23	27
20	57	53	52	54	16	21	25	20.67	25	27	29	27

Lama Pengerangan	Nilai L*			Rata-rata	Nilai a*			Rata-rata	Nilai b*			Rata-rata
	Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III		Sampel I	Sampel II	Sampel III	
21	53	57	51	53.67	16	22	26	21.33	26	28	30	28
22	53	54	51	52.67	16	22	27	21.67	26	29	31	26.67
23	52	55	50	52.33	17	22	27	22	27	29	32	29.33
24	52	54	50	52	17	23	28	22.67	27	24	32	27.67
25	51	54	51	52	18	24	28	23.33	28	30	32	30
26	51	54	51	52	18	24	29	23.67	28	30	33	30.33
27	51	53	50	51.33	18	25	29	24	28	31	34	31

Diagram 7. Tabel Hasil Perhitungan Nilai Lab (ΔE) Biji Kakao tanpa Pencucian

Nama Jaringan	L		a		b		ΔE
	Rata-rata Nilai L	ΔL	Rata-rata Nilai a	Δa	Rata-rata Nilai b	Δb	
0	55	0.0	10.67	0.0	21.67	0.0	0.0
1	51.33	-3.67	11.67	1	23	1.33	3.67
2	50.67	-4.33	12.67	2	24.33	2.66	5.44
3	51.67	-3.33	13	2.33	23.33	1.66	4.39
4	50.33	-4.67	12	1.33	22.33	0.66	4.89
5	50.33	-4.67	13.67	3	23	1.33	5.71
6	50.67	-4.33	15	4.33	24.33	2.66	6.68
7	48.67	-6.33	15.67	5	24.67	3	8.61
8	51.67	-3.33	16.67	6	25.67	4	7.94
9	49.33	-5.67	16.67	6	27	5.33	9.62
10	49	-6	17.67	7	28.67	7	11.58
11	48.67	-6.33	18	7.33	26.67	5	10.9
12	48.67	-6.33	19	8.33	27.67	6	12.06
13	48.33	-6.67	20.67	10	29	7.33	14.08
14	47.33	-7.67	20.67	10	31.33	9.66	15.88
15	47	-8	21	10.33	31.33	9.66	16.25
16	47	-8	20	9.33	30	8.33	14.85
17	47.67	-7.33	22.33	11.66	31.33	9.66	16.82
18	45.67	-9.33	22	11.33	31.67	10	17.76
19	45.33	-9.67	22.67	12	32	10.33	18.55
20	45.33	-9.67	22.33	11.66	32.67	11	18.72
21	45	-10	22.67	12	27.67	6	16.73
22	44.67	-10.33	23	12.33	29.67	8	17.96
23	44	-11	23.33	12.66	30	8.33	18.73
24	44.33	-10.67	23.67	13	30.67	9	19.07
25	44	-11	23.67	13	31.33	9.66	19.58

piran 7. Lanjutan Tabel Hasil Perhitungan Nilai Lab (ΔE) Biji Kakao Tanpa Pencucian

ama eringan	L*		a*		b*		ΔE
	Rata-rata Nilai L	ΔL	Rata-rata Nilai a	Δa	Rata-rata Nilai b	Δb	
26	43	-12	23.67	13	30	8.33	19.55
27	43	-12	24.33	13.66	30.33	8.66	20.14
28	40.33	-14.67	24.67	14	31	9.33	22.32
29	39	-16	25.67	15	32	10.33	24.24
30	39.33	-15.67	24	13.33	33	11.33	23.45
31	38.33	-16.67	26	15.33	32.33	10.66	25.03
32	37.33	-17.67	26.33	15.66	32.33	10.66	25.91
33	37	-18	27	16.33	32.33	10.66	26.54
34	36.33	-18.67	26.67	16	33	11.33	27.07
35	37	-18	26.67	16	33.67	12	26.91
36	35	-19.67	27.33	16.66	34	12.33	28.57
37	33	-20.67	27	16.33	34	12.33	29.09
38	34.33	-21.67	27.33	16.66	35	13.33	30.41
39	33.33	-21.67	28	17.33	35.33	13.66	30.93
40	33.33	-23	28.33	17.66	36	14.33	32.35

Diagram 8. Tabel Hasil Perhitungan Nilai Lab (ΔE) biji Kakao dengan Pencucian

Lama pengeringan	L*		a*		b*		ΔE
	Rata-rata Nilai L	ΔL	Rata-rata Nilai a	Δa	Rata-rata Nilai b	Δb	
0	65.33	0.0	3.33	0.0	16.67	0.0	0.0
1	63	-2.33	4.67	1.34	17.67	1	3.07
2	63	-2.33	6	2.67	18.33	1.66	3.91
3	62.66	-2.67	6.67	3.34	20	3.33	6.18
4	63.67	-1.66	7	3.67	19.67	3	5.99
5	62.33	-3	9.33	6	19	2.33	8.15
6	61	-4.33	9.33	6	19.67	3	9.22
7	60	-5.33	10.33	7	20.67	4	11.12
8	57.67	-7.66	11	7.67	21	4.33	13.83
9	57	-8.33	11.33	8	21	4.33	14.53
10	57	-5.67	12	8.67	23.33	6.66	15.74
11	56.67	-8.66	12.33	9	23.33	6.66	16.17
12	57	-8.33	13.67	10.34	24	7.33	17.68
13	56.67	-8.66	14.67	11.34	24.33	7.66	18.64
14	56	-9.33	14	10.67	25	8.33	19
15	56	-9.33	16.33	13	24.57	8	20.27
16	57	-8.33	17	13.67	25.33	8.66	20.34
17	55	-10.33	18.67	15.34	25.67	9	22.84
18	55	-10.33	19	15.67	25	8.33	22.81
19	54.33	-11	17.33	14	27	10.33	22.97
20	54	-11.33	20.67	17.34	27	10.33	25.29
21	53.67	-11.66	21.33	18	28	11.33	26.41
22	52.33	-13	21.67	18.34	26.67	12	27.74
23	52.33	-12	22	18.67	29.33	12.66	28.25
24	52	-13.33	22.67	19.34	27.67	1	28.2
25	52	-12.33	23.33	20	30	13.33	29.63
26	52	-13.66	23.67	20.34	30.33	13.66	30.2
27	51.33	-14	24	20.37	31	14.33	30.32

Lampiran 8. Tabel Hasil Perhitungan Nilai Lab (ΔE) biji Kakao dengan Pencucian

Lama Pengerinan	L*		a*		b*		ΔE
	Rata-rata Nilai L	ΔL	Rata-rata Nilai a	Δa	Rata-rata Nilai b	Δb	
0	65.33	0.0	3.33	0.0	16.67	0.0	0.0
1	63	-2.33	4.67	1.34	17.67	1	3.07
2	63	-2.33	6	2.67	18.33	1.66	3.91
3	62.66	-2.67	6.67	3.34	20	3.33	6.18
4	63.67	-1.66	7	3.67	19.67	3	5.99
5	62.33	-3	9.33	6	19	2.33	8.15
6	61	-4.33	9.33	6	19.67	3	9.22
7	60	-5.33	10.33	7	20.67	4	11.12
8	57.67	-7.66	11	7.67	21	4.33	13.83
9	57	-8.33	11.33	8	21	4.33	14.53
10	57	-5.67	12	8.67	23.33	6.66	15.74
11	56.67	-8.66	12.33	9	23.33	6.66	16.17
12	57	-8.33	13.67	10.34	24	7.33	17.68
13	56.67	-8.66	14.67	11.34	24.33	7.66	18.64
14	56	-9.33	14	10.67	25	8.33	19
15	56	-9.33	16.33	13	24.57	8	20.27
16	57	-8.33	17	13.67	25.33	8.66	20.34
17	55	-10.33	18.67	15.34	25.67	9	22.84
18	55	-10.33	19	15.67	25	8.33	22.81
19	54.33	-11	17.33	14	27	10.33	22.97
20	54	-11.33	20.67	17.34	27	10.33	25.29
21	53.67	-11.66	21.33	18	28	11.33	26.41
22	52.33	-13	21.67	18.34	26.67	12	27.74
23	52.33	-12	22	18.67	29.33	12.66	28.25
24	52	-13.33	22.67	19.34	27.67	1	28.2
25	52	-12.33	23.33	20	30	13.33	29.63
26	52	-13.66	23.67	20.34	30.33	13.66	30.2
27	51.33	-14	24	20.37	31	14.33	30.32

Lampiran 9. Tabel Hasil Perhitungan Nilai ΔC biji Kakao tanpa Pencucian

Lama Pengeringan	Rata-rata Nilai a	Rata-rata Nilai b	C	ΔC
0	10,67	21.67	24.15	0.0
1	11,67	23	25.79	1.64
2	12,67	24.33	27.48	3.33
3	13	23.33	26.71	2.56
4	12	22.33	25.35	1.2
5	13.67	23	26.76	2.61
6	15	24.33	28.58	4.43
7	15.67	24.67	29.23	5.08
8	16.67	25.67	30.61	6.46
9	16.67	27	31.73	7.58
10	17.67	28.67	33.68	9.53
11	18	26.67	32.18	8.03
12	19	27.67	33.57	9.42
13	20.67	29	35.61	11.46
14	20.67	31.33	37.53	13.38
15	21	31.33	37.72	13.57
16	20	30	36.06	11.91
17	22.33	31.33	38.47	14.32
18	22	31.67	38.56	14.41
19	22.67	32	39.22	15.07
20	22.33	32.67	39.57	15.42
21	22.67	27.67	35.77	11.62
22	23	29.67	37.54	13.39
23	23.33	30	38	13.85
24	23.67	30.67	38.74	14.59
25	23.67	31.33	39.27	15.12

ampiran 9. Lanjutan Tabel Hasil Perhitungan Nilai ΔC Biji Kakao tanpa Pencucian

Lama Pengeringan	Rata-rata Nilai a	Rata-rata Nilai b	C	ΔC
26	23.67	30	38.21	14.06
27	24.33	30.33	38.88	14.73
28	24.67	31	39.62	15.47
29	25.67	32	41.02	16.87
30	24	33	40.8	16.65
31	26	32.33	41.49	17.34
32	26.33	32.33	41.7	17.55
33	27	32.33	42.12	17.97
34	26.67	33	42.43	18.28
35	26.67	33.67	42.55	18.8
36	27.33	34	43.62	19.47
37	27	34	43.42	19.27
38	27.33	35	44.41	20.26
39	28	35.33	45.08	20.93
40	28.33	36	45.81	21.66

Diagram 10. Tabel Hasil Perhitungan Nilai ΔC biji Kakao dengan Pencucian

Lama pengeringan	Rata-rata Nilai a	Rata-rata Nilai b	C	ΔC
0	3.33	16.67	17	0.0
1	4.67	17.67	18.28	1.28
2	6	18.33	19.29	2.29
3	6.67	20	21.08	4.08
4	7	19.67	20.88	3.88
5	9.33	19	21.17	4.17
6	9.33	19.67	21.77	4.77
7	10.33	20.67	23.11	6.11
8	11	21	23.71	6.71
9	11.33	21	23.86	6.86
10	12	23.33	26.24	9.24
11	12.33	23.33	26.39	9.39
12	13.67	24	27.62	10.62
13	14.67	24.33	28.41	11.41
14	14	25	28.65	11.65
15	16.33	24.67	29.59	12.59
16	17	25.33	30.51	13.51
17	18.67	25.67	31.74	14.74
18	19	25	31.4	14.4
19	17.33	27	32.08	15.08
20	20.67	27	34	17
21	21.33	28	35.2	18.2
22	21.67	28.67	35.94	18.94
23	22	29.33	36.66	19.66
24	22.67	27.67	35.77	18.77
25	23.33	30	38	21
26	23.67	30.33	38.47	21.47
27	24	31	39.2	22.2

iran 11. Tabel Hasil Perhitungan Nilai ΔH Biji Kakao tanpa Pencucian

Lama ngeringan	ΔE	ΔL	ΔC	ΔH
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3.67	3.67	1.64	1.64
2	5.44	4.33	3.33	0.5
3	4.39	3.33	2.56	1.28
4	4.89	4.67	1.2	0.81
5	5.71	4.67	2.61	2.86
6	6.68	4.33	4.43	2.5
7	8.61	6.33	5.08	2.87
8	7.94	3.33	6.46	3.2
9	9.62	5.67	7.58	1.71
10	11.58	6	9.53	2.7
11	10.9	6.33	8.03	3.78
12	12.06	6.33	9.42	4.08
13	14.08	6.67	11.46	4.74
14	15.88	7.67	13.38	3.78
15	16.25	8	13.57	3.99
16	14.85	8	11.91	3.83
17	16.82	7.33	14.32	4.91
18	17.76	9.33	14.41	4.55
19	18.55	9.67	15.07	4.85
20	18.72	9.67	15.42	4.44
21	16.73	10	11.62	6.7
22	17.96	10.33	13.39	6.05
23	18.73	11	13.85	6.16
24	19.07	10.67	14.59	2.6
25	19.58	11	15.12	5.81






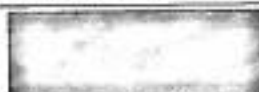









ampiran 11. Lanjutan Tabel Hasil Perhitungan Nilai ΔH Biji Kakao tanpa Pencucian














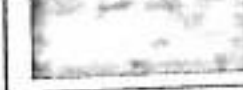




Lama Pengeringan	ΔE	ΔL	ΔC	ΔH
26	19.55	12	14.06	6.37
27	20.14	12	14.73	6.75
28	22.32	14.67	15.47	6.61
29	24.24	16	16.87	6.85
30	23.45	15.67	16.65	5.21
31	25.03	16.67	17.34	6.92
32	25.91	17.67	17.55	7.15
33	26.54	18	17.97	7.58
34	27.07	18.67	18.28	7.07
35	26.91	18	18.8	6.83
36	28.57	19.67	19.47	7.09
37	29.09	20.67	19.27	6.9
38	30.41	21.67	20.26	6.69
39	30.93	21.67	20.93	7
40	32.35	23	21.66	6.95




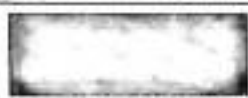
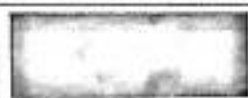



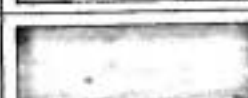









ampiran 12. Tabel Hasil Perhitungan Nilai ΔH Biji Kakao dengan Pencucian



















Lama Pengerinan	ΔE	ΔL	ΔC	ΔH
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3.07	2.33	1.28	1.43
2	3.91	2.33	2.29	2.15
3	6.18	4	4.08	2.35
4	5.99	3.66	3.88	2.72
5	8.15	5	4.17	4.9
6	9.22	6.33	4.77	4.71
7	11.12	7.66	6.11	5.26
8	13.83	10.66	6.71	5.71
9	14.53	11.33	6.86	5.97
10	15.74	11.33	9.24	5.83
11	16.17	11.66	9.39	6.11
12	17.68	12.33	10.62	6.91
13	18.64	12.6	11.41	7.57
14	19	13.33	11.65	6.75
15	20.27	13.33	12.59	8.64
16	20.34	12.33	13.51	8.9
17	22.84	14.33	14.74	9.95
18	22.81	14.33	14.4	10.37
19	22.97	15	15.08	8.67
20	25.29	15.33	17	10.75
21	26.41	15.66	18.2	10.15
22	27.74	17	18.94	11.1
23	28.25	17	19.66	11.07
24	28.2	17.33	18.77	11.94
25	29.63	17.33	21	11.69
26	30.2	17.66	21.47	11.83
27	30.32	18.66	22.2	11.83





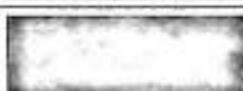













Lampiran 13. Tabel Hasil Pengamatan Pengujian Warna Biji Kakao tanpa Pencucian Selama Pengeringan

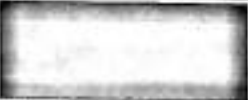



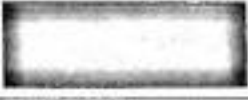

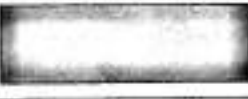











Lama Pengeringan	Sampel	Warna Kulit	Nilai Lab		
			L*	a*	b*
0	I		54	11	21
	II		58	12	24
	III		53	9	20
1	I		50	11	19
	II		53	13	29
	III		51	11	21
2	I		49	12	26
	II		53	14	25
	III		50	12	22
3	I		53	13	25
	II		52	15	22
	III		50	11	23
4	I		49	13	24
	II		52	16	22
	III		50	7	21



















Lama Pengeringan	Sampel	Warna Kulit	Nilai Lab		
			L*	a*	b*
5	I		48	14	26
	II		51	15	23
	III		52	12	20
6	I		50	15	26
	II		51	17	25
	III		51	13	22
7	I		49	16	27
	II		48	17	24
	III		48	14	23
8	I		52	16	30
	II		53	18	24
	III		50	15	23
9	I		49	17	31
	II		51	18	27
	III		51	15	23
10	I		49	18	35
	II		51	20	25
	III		47	15	26

Lama Pengeringan	Sampel	Warna Kulit	Nilai Lab		
			L*	a*	b*
11	I		49	20	30
	II		50	19	26
	III		47	16	24
12	I		49	19	36
	II		50	20	26
	III		47	17	25
13	I		48	20	32
	II		50	23	27
	III		47	18	28
14	I		47	23	33
	II		49	23	31
	III		46	18	30
15	I		47	23	34
	II		48	23	32
	III		46	18	28
16	I		47	23	29
	II		48	19	33
	III		46	19	28

Lama Pengeringan	Sampel	Warna Kulit	Nilai Lab		
			L*	a*	b*
17	I		50	19	32
	II		48	24	33
	III		45	20	29
18	I		45	24	32
	II		47	24	34
	III		45	20	29
19	I		45	24	33
	II		47	25	34
	III		44	20	29
20	I		45	25	33
	II		47	25	35
	III		44	19	30
21	I		44	23	26
	II		47	25	34
	III		44	20	23
22	I		43	24	31
	II		46	25	35
	III		45	20	23

Lama Pengeringan	Sampel	Warna Kulit	Nilai Lab		
			L*	a*	b*
23	I		42	24	31
	II		46	26	35
	III		44	20	24
24	I		42	24	32
	II		46	26	35
	III		45	21	25
25	I		42	24	32
	II		45	26	36
	III		45	21	26
26	I		41	25	32
	II		45	24	32
	III		43	23	26
27	I		41	25	33
	II		45	25	32
	III		43	23	26
28	I		39	25	33
	II		44	26	33
	III		38	23	27

Lama Pengeringan	Sampel	Warna Kulit	Nilai Lab		
			L*	a*	b*
29	I		38	26	34
	II		42	27	35
	III		37	24	27
30	I		38	21	35
	II		43	27	36
	III		37	24	28
31	I		37	26	32
	II		42	28	36
	III		36	24	29
32	I		36	26	32
	II		41	28	35
	III		35	25	30
33	I		36	278	33
	II		41	28	34
	III		34	26	30
34	I		33	26	34
	II		42	29	35
	III		34	25	30

Lama Pengeringan	Sampel	Warna Kulit	Nilai Lab		
			L*	a*	b*
35	I		36	26	35
	II		41	29	35
	III		34	25	31
36	I		35	27	35
	II		39	30	36
	III		32	25	31
37	I		34	27	35
	II		37	30	36
	III		32	24	31
38	I		32	27	36
	II		37	31	37
	III		31	24	32
39	I		32	28	36
	II		37	31	38
	III		31	25	32
40	I		31	28	37
	II		36	32	38
	III		29	25	33