

THE MOISTURE CONTENT INCREASE OF DRIED COCOA BEANS DURING STORAGE AT ROOM TEMPERATURE

Suryatmi Retno Dumadi*

* Centre of Agroindustrial Technology, BPPT, Jakarta
e-mail : sur_dumadi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kadar air biji kakao kering dan kelembaban udara tempat penyimpanan merupakan faktor yang penting dalam penyimpanan bahan pertanian. Masalah teknis yang dihadapi dalam penyimpanan biji kakao kering adalah menjaga kelembaban udara dalam ruang penyimpanan sehingga organisme dan hama tidak merusak biji kakao. Kondisi udara di daerah tropika yang lembab menyebabkan komoditas kakao mudah mengalami kerusakan saat disimpan.

Makalah ini mengulas kadar air biji kakao kering hasil perkebunan rakyat, persyaratan penyimpanan biji kakao kering, isoterms sorpsi lembab (ISL) dan berbagai cara penyimpanan biji kakao kering.

Kata Kunci : Kakao kering, perkebunan rakyat, kadar air, kelembaban, penyimpanan, ISL, tropika

ABSTRACT

The moisture content of dried cocoa beans and humidity storage are an important factors in the storage of agricultural materials. Technical problem encountered in the storage of dried cocoa beans is to maintain air humidity in the storage room in such away that the organisms and pests do not damage the beans. Air conditions in the humid tropics causes cocoa easily damaged during storage.

This paper reviews the moisture content of dried cocoa beans of smallholders, the storage requirements of dried cocoa beans, moisture sorption isoterms (ISL) and the various means of storage of dried cocoa beans.

Keywords : Dried cocoa beans, smallholders plantation, moisture content, humidity, storage, moisture sorption isoterms (ISL), tropical

1. PERKEBUNAN KAKAO RAKYAT

Produksi kakao Indonesia terdiri dari perkebunan rakyat sekitar 70% dari produksi nasional dan sisanya dihasilkan oleh perusahaan perkebunan milik negara dan swasta. Produksi kakao dari perkebunan negara maupun swasta bermutu baik, namun jumlahnya hanya 30%, sehingga citra mutu kakao Indonesia sangat ditentukan oleh citra mutu kakao dari perkebunan rakyat. Logikanya, jika yang 70% dinilai jelek, maka semuanya dianggap jelek.

Kecenderungan jumlah biji kakao yang diekspor ke AS menurun, diantara penyebabnya adalah masalah kualitas produk itu sendiri. Adanya jamur kapang merupakan masalah yang berkaitan dengan belum sempurnanya pengeringan biji. Petani yang mengeringkan biji kakao dengan cara dijemur, akan mengalami kesulitan jika kebetulan turun hujan. Akibatnya, tumbuhnya jamur tidak dapat dicegah. Demikian pula jika kadar air setelah pengeringan dalam bahan masih tinggi (lebih dari 7%). Penurunan kadar air dengan cara

penjemuran biji kakao di tempat terbuka, sulit untuk mendapatkan kadar air sekitar 7%, tambahan lagi kebanyakan petani tidak mau mengeringkan sampai kering betul, dengan alasan bahwa bobotnya menjadi berkurang, mereka merasa rugi, padahal pembeli biasanya akan memberikan insentif harga jika biji kakao yang dibeli sudah kering.

Kandungan air yang tinggi mengundang tumbuhnya jamur tidak saja terjadi selama masih ditangan petani, tetapi selama pengangkutan ke gudang eksportir, pengapalan dan pelabuhan pengiriman dan penerima sampai ke gudang pabrik. Proses pengiriman dari Indonesia sampai AS yang cukup lama (lebih kurang satu bulan), serta kondisi cuaca yang berubah-ubah selama pengapalan, memungkinkan tumbuhnya jamur dan hama lainnya.

Disamping itu penggunaan karung bekas, penyimpanan pada gudang yang kurang sesuai atau penempatan pada palka kapal dapat mengakibatkan kontaminasi.

2. KADAR AIR BIJI KAKAO KERING DALAM PENYIMPANAN

Penyortiran/Pemisahan kering dilakukan sebelum tahap penyimpanan untuk memisahkan biji kakao kering berdasarkan klasifikasinya. Proses penyortiran merupakan tahap akhir dari pembuatan biji kakao kering sebelum dilakukan pengemasan, penyimpanan atau pengolahan lebih lanjut. Setelah penyortiran biji kakao kering ditimbang untuk mengetahui rendemen hasil dari proses pasca panen yang dilakukan.

Pengemasan dilakukan terhadap biji kakao kering yang sudah disortasi. Biji kakao kering yang dikemas merupakan biji kakao kering yang siap disimpan maupun dijual. Persyaratan jenis kemasan yaitu dapat menjamin mutu produk yang dikemas, mudah dipakai, tidak mempersulit penanganan, dapat melindungi isi pada waktu pengangkutan, tidak beracun, tidak bereaksi dengan isi. Jenis kemasan yang digunakan dapat berupa karung goni atau karung goni yang dilapisi kantong plastik yang kedap air.

Selanjutnya diberikan label yang jelas pada tiap kemasan tersebut yang isinya menuliskan : nama bahan, klasifikasi bahan, tanggal pengemasan, nomor/kode produksi/ nama/alamat penghasil (penyimpanan, fermentasi dan pengeringan), berat bersih, metoda penyimpanan.

Faktor yang penting dalam penyimpanan bahan pertanian adalah kadar air bahan dan kelembaban udara tempat penyimpanan (Hall, 1975). Proses kerusakan bahan secara biologis, fisiologis dan kimiawi selama penyimpanan membutuhkan air sebagai media. Fungi adalah salah satu penyebab kerusakan terbesar atas bahan-bahan yang mengandung senyawa selulosa. Dua kelompok spesies fungi yang dianggap dominan mengawali kerusakan bahan pertanian adalah *Aspergillus restrictus* G. Sm dan *Aspergillus glaucus* de Bary. Keduanya akan tumbuh pada lingkungan dengan kelembaban relatif 70%, pada suhu optimum 30⁰ – 35⁰ C (Christensen dan Kauf Man, 1974). Jenis-jenis fungi yang diketahui mulai tumbuh pada lingkungan dengan kelembaban relatif udara lebih tinggi. dari 70 %.

Kadar air yang aman untuk penyimpanan umumnya mengacu pada nilai kadar air kesetimbangan pada suhu dan kelembaban relatif ruang penyimpanan. Untuk komoditas kakao kadar air maksimum biji kakao yang berkeselimbangan pada kelembaban relatif ruang simpan 70 % adalah 7,5%.

Masalah teknis yang dihadapi dalam penggudangan adalah bagaimana menjaga kelembaban udara dalam ruang penyimpanan sehingga organisme dan hama tidak merusak biji kakao. Kondisi udara di daerah tropika yang lembab menyebabkan komoditas kakao mudah mengalami kerusakan saat disimpan.

Penyimpanan biji kakao kering dapat dilakukan di ruang biasa pada berbagai suhu kamar, ataupun di ruang ber AC. Ruang tempat penyimpanan harus bersih, udaranya cukup kering dan berventilasi. Ventilasi harus cukup baik karena fungi menyukai udara yang lembab dan panas. Jadi sebelum disimpan hal utama yang harus diperhatikan adalah cara penanganan yang tepat dan higienis. Syarat yang perlu diperhatikan sebagai tempat penyimpanan biji kakao kering adalah :

- Gudang harus terpisah dari tempat penyimpanan bahan lainnya ataupun penyimpanan alat dan dipelihara dengan baik.
- Ventilasi udara cukup baik dan bebas dari kebocoran atau kemungkinan masuk air hujan.
- Suhu gudang tidak melebihi 30°C.
- Kelembaban udara sebaiknya diusahakan serendah mungkin ($\leq 70\%$) untuk mencegah terjadinya penyerapan air. Kelembaban udara yang tinggi dapat memacu pertumbuhan mikroorganisme sehingga menurunkan mutu biji kakao kering
- Masuknya sinar matahari langsung menyinari biji kakao kering harus dicegah
- Masuknya hewan, baik serangga maupun tikus yang sering memakan biji kakao kering harus dicegah



Gbr. 1. Biji kakao kering

3. ISOTERM SORPSI LEMBAB

Imdad dan Abdjad (1995) menyimpulkan bahwa untuk menyimpan biji kakao kering agar tetap dalam kondisi baik, biji kakao sebaiknya disimpan dengan kemasan dan ditempatkan dalam ruangan yang bersuhu 30 °C serta kelembaban relative 74%, sedang suhu minimal 25 °C. Pixton (1967) mengemukakan bahwa apabila ruang simpan mempunyai kelembaban diatas 75% maka bahan yang disimpan akan rusak karena jamur, sedang apabila kelembaban relatif dapat diusahakan sekitar 70%, maka daya simpan akan menjadi lebih baik.

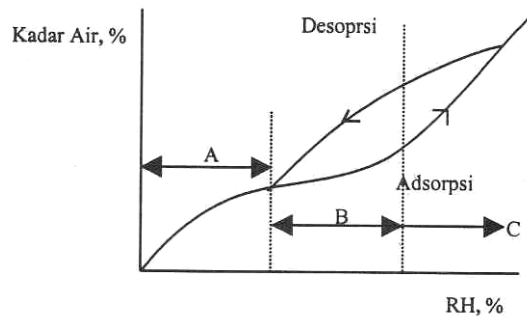
Kelembaban relative (rh %) adalah perbandingan antara tekanan partial uap air dengan tekanan uap jenuh pada suhu yang sama. Makin tinggi angka rh udara berarti kandungan uap air dalam udara makin tinggi. Dalam ruang penyimpanan, kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan timbulnya penyerapan uap air oleh bahan, akibatnya akan mudah tumbuhnya jamur.

Kandungan air bahan bila dikaitkan dengan penyimpanan, dinyatakan dalam aktifitas air. Menurut Suyitno (1993) aktivitas air dijelaskan sebagai berikut : dalam fasa gas, apabila kondisinya normal, aktivitas dari salah satu jenis gas adalah sama dengan tekanan total dari sistem apabila ruangan itu dijenuhi dengan gas yang bersangkutan. Kadar air yang diperoleh pada suhu dan kelembaban tertentu tidak berubah lagi pada akhir pengeringan, kondisi tersebut disebut dengan kadar air keseimbangan (Me).

Membicarakan masalah kelembaban udara, selalu dikaitkan dengan isotermis sorpsi lembab (ISL), yaitu hubungan antara kadar air dan aktifitas air (A_w). Dinyatakan sebagai isotermis sebab suhunya harus selalu dijaga konstan (Suyitno,1993). Faktor yang mempengaruhi kadar air keseimbangan adalah kelembaban relative, suhu, kecepatan udara, jenis bahan, serta tingkat kematangan (Hall,1957).

Menurut Wood (1975), biji kakao kering yang baik adalah biji kakao yang mempunyai kandungan air sekitar 6-7 %. Pada saat dicapai kadar air tersebut, perubahan-perubahan selama penyimpanan (seperti pertumbuhan mikroba, reaksi pencoklatan, hidrolisis, oksidasi asam lemak jenuh) dapat dikurangi.

Bentuk isoterm sorpsi lembab ini adalah khas untuk setiap bahan pangan (Gbr. 2). Isoterm ini dapat dibagi menjadi beberapa bagian tergantung dari keadaan air dalam bahan pangan tersebut. Daerah A menyatakan adsorpsi air bersifat satu lapisan molekul air. Daerah B menyatakan terjadinya pertambahan lapisan-lapisan di atas satu lapisan molekul air, dan daerah C kondensasi uap air pada pori-pori bahan mulai terjadi (Winarno, 1984).



Gbr. 2. Isoterm Sorpsi Lembab

Henderson (1952) secara empiris menemukan persamaan yang menggambarkan hubungan antara kadar air bahan dengan kelembaban relatif ruang simpan. Bentuk persamaan tersebut adalah :

$$1-rh = \exp (-k T M^n) \quad (1)$$

dimana :
 rh = kelembaban relatif (%)
 M = kadar air kesetimbangan (%) basis kering
 K & n = konstanta
 T = suhu °K

Persamaan Henderson ini oleh Rockland (1957) secara sukses dapat dipergunakan sebagai dasar untuk menggbr.kan bentuk keseluruhan isoterm sorpsi lembab. Dari persamaan (1) dapat diketahui bahwa rh sangat dipengaruhi oleh temperatur ruangan dan kadar air kesetimbangan.

Proses adsorpsi tersebut pada dasarnya adalah proses penyerapan karena komponen tertentu dari suatu fase gas berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap. Proses adsorpsi ini juga terjadi selama penyimpanan kakao. Uap air yang terdapat dalam fase gas diserap oleh biji kakao kering yang disimpan.

Dari segi perpindahan massa, proses adsorpsi uap air oleh biji kakao diakibatkan adanya perbedaan konsentrasi air (tekanan uap air) pada suatu fase. Apabila biji kakao kering mempunyai tekanan uap lebih kecil daripada tekanan uap air di udara sekitarnya, maka akan terjadi perpindahan massa uap air dari udara ke permukaan biji. Penjenuhan udara di permukaan biji kakao seterusnya akan mendorong terjadinya perpindahan massa air dari permukaan ke dalam biji kakao.

Proses adsorpsi yang terjadi selama penyimpanan biji kakao kering merupakan proses perpindahan yang melibatkan dua fase zat yang berbeda, yaitu fase gas (udara) dan fase

padat (biji kakao kering). Mekanisme proses perpindahan antar fase ini dapat diuraikan dengan teori dua film (*two-resistance theory*).

Proses perpindahan uap air ke biji kakao menurut teori dua film ini terjadi dalam tiga tahap, yaitu :

1. Perpindahan massa pada fase gas (udara)
2. Tahap pada interfase (bidang kontak) padat-gas
3. Perpindahan massa pada fase padat (biji kakao kering)

Teori dua film (*two-resistance theory*) ini diperkenalkan oleh Whitman (1923). Teori ini didasarkan pada dua asumsi dasar, yaitu :

- a. Laju perpindahan massa pada dua fase ini dikontrol oleh laju difusi pada masing-masing fase.
- b. Interfase merupakan tahap kesetimbangan dan tidak terdapat tahanan perpindahan massa.

4. PROSES ADSORPSI UAP AIR DALAM PENYIMPANAN BIJI KAKAO KERING

Kadar air biji merupakan faktor yang sangat penting dalam mempertahankan mutu biji kakao selama penyimpanan. Berkaitan dengan hal tersebut dalam perdagangan biji kakao kering telah ditetapkan besarnya kadar air standar dalam SII, yaitu di bawah 7,5 %. Pada kondisi tersebut biji kakao dapat bertahan dari aktivitas biologik dan kimiawi sehingga selama penyimpanan mutu biji kakao kering dapat dipertahankan.

Biji kakao yang telah melewati proses pengeringan biasanya mempunyai kadar air standar. Tetapi selama penyimpanan kadar air tersebut dapat berubah. Perubahan yang terjadi adalah kenaikan kadar air hingga melebihi kadar air standar. Proses perubahan ini tergantung pada kondisi udara (kelembaban dan temperatur) tempat penyimpanan dan sistem sirkulasi udara. Proses kenaikan kadar air selama penyimpanan ini akibat dari proses adsorpsi uap air. Proses adsorpsi air akan terjadi bila tekanan uap air di udara penyimpanan lebih tinggi dari tekanan uap air di permukaan biji kering.

Di daerah dengan kelembaban yang tinggi seperti di Indonesia, kenaikan kadar air selama penyimpanan sering terjadi. Oleh karena itu di Indonesia banyak banyak ditemui biji kakao yang berjamur selama penyimpanan.

Seperti yang telah disebutkan di atas, bahwa kenaikan kadar air selama penyimpanan disebabkan oleh absorpsi uap air yang ada di udara oleh biji kakao. Proses adsorpsi tersebut pada dasarnya adalah pengikatan air oleh suatu bahan yang disertai dengan pelepasan sejumlah kalor. Jumlah kalor absorpsi (q) adalah pengurangan dari kalor yang dilepaskan (H) dengan kalor penguapan (λ) pada kondisi isotermis.

$$q : H - \lambda \quad (2)$$

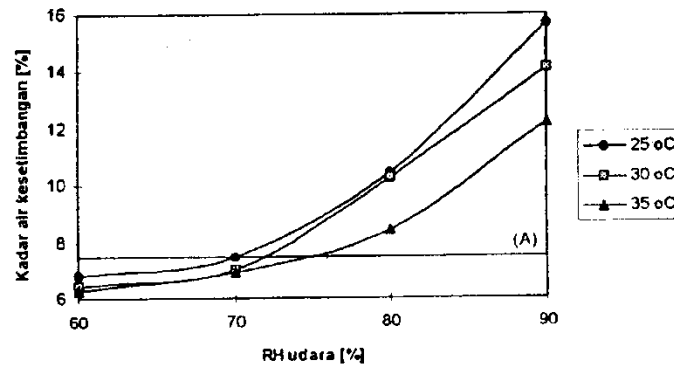
Apabila $q = 0$, maka $H = \lambda$ dan absorpsi mencapai maksimum. Fase tersebut dinamakan fase kesetimbangan.

Percobaan cara penyimpanan biji kakao kering telah dilakukan oleh Sarmidi.A dan Yudi Wahyudi (2000) untuk mengetahui pengaruh kondisi udara terhadap kadar air biji kakao kering. Percobaan ini dilakukan dengan cara menyimpan biji kakao kering di suatu ruangan dengan temperatur dan kelembaban yang diatur, menggunakan alat *climatic chamber* tipe 500 SB/ +10IU dari *Weiss Technik* sebagai ruangan penyimpanan.

Pada percobaan itu temperatur udara (suhu kamar) yang divariasikan adalah 25, 30 dan 35°C. Sedangkan untuk kelembaban relatif adalah 60, 70, 80, 90% dengan laju alir udara 0.05 m/detik. Kondisi ini dipilih karena kondisi udara di Indonesia ada di sekitar harga-harga tersebut.

Kadar air kesetimbangan biji kakao pada berbagai kelembaban relatif (rh) dan temperatur dapat dilihat pada Gbr. 3. Pada gbr. tersebut terdapat garis mendatar (A) yang merupakan garis standar dengan fungsi kadar air = 7,5%. Kurva yang berada di atas garis (A) merupakan kondisi udara yang dapat menyebabkan kadar air biji kakao di atas standar (7,5%). Apabila biji kakao di simpan pada kondisi tersebut akan memungkinkan biji kakao rusak selama penyimpanan.

- Semakin tinggi temperatur udara akan menyebabkan kadar air kesetimbangan menjadi lebih kecil.
- Semakin tinggi kelembaban relatif akan menyebabkan semakin tinggi kadar air kesetimbangan.
- Penyimpanan biji kakao kering dapat dilakukan pada ruangan yang mempunyai kondisi kelembaban relative 60 sampai 75% dan suhu ruangan antara 25 sampai 35 °C.
- Pada suhu ruang 25°C, rh harus dibawah 70%, sedang pada suhu ruang 30°C, rh yang cocok adalah 72-75%.
- Peletakan biji kakao kering di tempat terbuka dengan $rh > 70\%$ dalam waktu yang relatif singkat (sekitar 10 jam) akan meningkatkan kandungan air dalam bahan melebihi kadar air yang diijinkan (7,5%). Untuk menghindari peningkatan kandungan air sebelum di digudangkan, biji kakao sebaiknya langsung dimasukkan dalam karung /tempat kedap udara (plastik). Pengemasan plastik yang aman menggunakan alat pengemas vaccum seperti disajikan pada Gbr. 4.



Gbr. 3. Kadar air kesetimbangan biji kakao kering pada berbagai kondisi udara



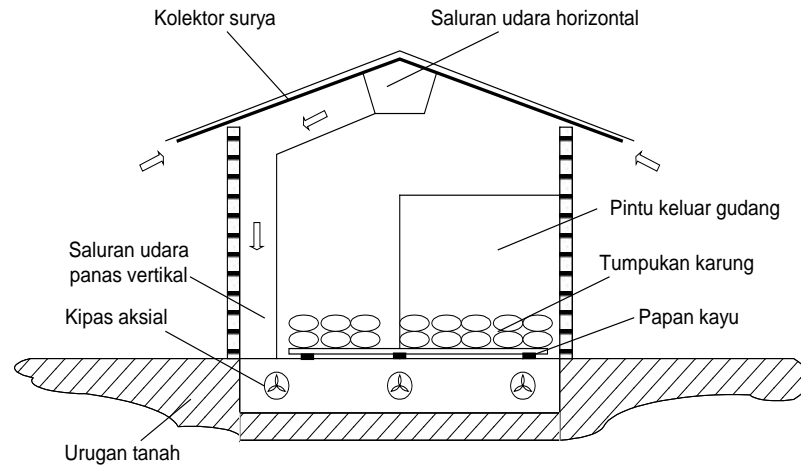
Gbr. 4. Pengemas Vaccum
(Sumber : Mulato, S.dkk, 2003)

Keterangan :

- Kapasitas : 10-15 Pcs/batch
- Penggerak : Motor listrik 1 Hp
- Sumber panas : Electrical element 1000 W
- Dimensi : 950 x 900 x 1100 mm

Keadaan ini hampir sama terjadi di daerah lainnya di Indonesia. Oleh karena itu di Indonesia relatif sulit untuk mendapatkan kadar air kakao standar selama penyimpanan. Dalam uraiannya mengenai pengemasan biji kakao kering Widyotomo.S (2003) memberikan penjelasan sebaiknya dilakukan upaya berikut ini : pengemasan dilakukan terhadap biji kakao kering yang siap disimpan maupun dijual, rerata-rata 60 kg/karung, maksimum stapel 6 karung, palet kayu sebagai landasan, suhu dan rh ruangan dapat dikendalikan atau bila perlu dilakukan “redrying”.

Selanjutnya Mulato, S.dkk (2003) juga menggambarkan contoh gudang penyimpanan dengan atmosfer terkendali menggunakan sumber panas kolektor panas surya seperti disajikan pada gbr. 5.



Gbr. 5. Gudang Penyimpanan Dengan Atmosfir Terkendali
(Sumber : Mulato, S.dkk, 2003)

Keterangan :

Kapasitas	: 90.000 Kg (kadar air 7%)
Kebutuhan listrik	: 1 Hp, 220 V
Sumber panas	: Kolektor panas surya
Dimensi	: 200 m ²

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penyimpanan biji kakao kering pada suhu kamar sebaiknya dilakukan menggunakan upaya berikut ini :

- Siap simpan maupun jual
- Rerata-rata 60 kg/karung
- Karung goni sebaiknya dilapisi oleh plastik yang kedap air
- Maksimum stapel 6 karung
- Palet kayu sebagai landasan
- Mengatur temperatur penyimpanan supaya di atas 30 °C.
- Mengatur kelembaban relatif udara (rh) ruangan agar di bawah 70%.
- Suhu dan rh ruangan dapat dikendalikan atau bila perlu dilakukan “redrying”

DAFTAR PUSTAKA

- Hall, C.W. 1980. *Drying and Storage of Agricultural Crops*. AVI Wesport, Connecticut. p.121-125.
- Mulato, S., Sukrisno W, Sahali, Edy S. 2003. *Pengembangan Teknologi Proses dan Alsin Pengolahan Produk Primer dan Sekunder Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember
- Sarmidi.A dan Yudi Wahyudi. 2000. *Penelitian Kinetika Adsorpsi Uap Air Untuk Mengetahui Kondisi Penyimpanan Biji Kakao Kering*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. Edisi Agroindustri dan Pertanian .BPPT Jakarta
- Sukrisno Widyotomo 2003. *Teknologi Proses Pengolahan Kakao*, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember
- Suryatmi, R.D. 1993. *Pengeringan Kakao Berdasarkan Laju Pengeringan*. Iptek Pemacu Pembangunan Bangsa Menuju Abad 21. BPPT Jakarta. p. 85 – 99.
- Taib, G., G. Said, S. Wiraatmaja. 1986. *Operasi Pengeringan Pada Hasil Pertanian P.T. Melton Putra*.
- Thome B. 1991. *Technical and Economical Feasibility of the Use of Solar Drying Technics by Different Comodities in Indonesia*, German-Indonesian Research REI Project.
- Wahyudi M.Y., Wahyu B.S. 1994. *Karakteristik Pengeringan Biji Kakao Lapis Tunggal*. Presentasi Ilmiah BPPT.
- Wood, G.A.R. 1985. *From Harvest to Store*, in G.A.R. Wood & R.A. Loss (ed.). *Cocoa*. Logman. London.