

PERFORMA PENGERINGAN KONTINYU DAN TERPUTUS PADA BIJI KAKAO FERMENTASI DENGAN METODE PENGERINGAN LAPIS TIPIS (*PERFORMANCES OF CONTINUOUS AND INTERMITTENT DRYING OF FERMENTED COCOA BEANS APPLYING THIN-LAYER DRYING METHOD*)

Sari Farah Dina – Harry P. Limbong
Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan
Jl. Sisingamangaraja No. 24 Medan
e-mail : sfdina1@yahoo.com

Diterima : 11-02-2016

Direvisi : 11-03-2016

Disetujui : 31-03-2016

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa pengeringan kontinyu dan terputus pada biji kakao fermentasi menggunakan metode pengeringan lapis tipis. Pengeringan kontinyu menggunakan alat pengering surya tipe kolektor pelat datar bersirip yang dioperasikan dalam dua mode pengeringan, waktu siang dan waktu malam. Pada siang hari, biji kakao dikeringkan didalam ruang pengering menggunakan udara panas yang dihasilkan oleh kolektor surya. Pada malam hari desikan (CaCl_2) dimasukkan kedalam ruang pengering yang telah diisolasi. Penjemuran langsung biji kakao di matahari sebagai pengeringan terputus dilakukan hanya pada siang hari. Proses pengeringan dihentikan ketika kondisi keseimbangan kadar air dicapai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan kontinyu menghasilkan laju pengeringan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengeringan terputus. Biji kakao yang dihasilkan dari pengeringan kontinyu juga menunjukkan kadar air yang lebih rendah (7.34% vs 7.50%), penampilan fisik yang lebih baik, tetapi derajat keasaman lebih tinggi (pH=5,93 vs 6,13). Kadar lemak total dan asam lemak bebas sedikit lebih rendah dibanding penjemuran langsung.

Kata kunci : biji kakao fermentasi, pengeringan kontinyu, pengeringan terputus, performa.

ABSTRACT

This study aims to determine the performance of a continuous and intermittent sun drying of fermented-cocoa bean by using thin-layer drying method. Continuous drying using a solar dryer finned-flat plate collector type which is operated in two modes drying time, daytime and night time. During the day, the cocoa beans are dried in the drying chamber using hot air generated by the solar collectors. In the nighttime, desiccant (CaCl_2) was added to the drying chamber that had been isolated. Open sun drying as intermittent drying of cocoa beans is done only on daytime. The drying process is terminated when equilibrium moisture content has been achieved. The results showed that the continuous drying rate higher than the intermittent drying. Dried-cocoa beans produced from continuous drying showed a lower moisture content (7.34% vs 7.50%), a better physical appearance, but the higher the degree of acidity (pH = 5.93 vs. 6.13). Total fat content and free fatty acids slightly lower than the intermittent sun-drying.

Keywords : fermented cocoa beans, continuous drying, intermittent sun - drying, performance

PENDAHULUAN

Salah satu proses pada pasca panen kakao yang berperan penting dalam menjaga kualitas biji kakao adalah fermentasi dan pengeringan. Kedua hal ini perlu diperhatikan untuk membangun prekursor cita rasa, mencokelat-hitamkan

warna biji, mengurangi rasa pahit, asam, manis, aroma kakao dan aroma kacang (*nutty*), serta mengeraskan kulit biji menjadi seperti tempurung (Camu, 2008). Pengeringan biji kakao menggunakan sumber energi yang tersedia secara efisien menjadi tantangan karena disamping untuk mengurangi kadar air hingga mencapai

tingkat yang aman juga untuk menghasilkan kualitas biji yang memenuhi persyaratan. Pengeringan terputus akan menghasilkan kakao dengan mutu terbaik, jika dilakukan secara tepat (Bonaparte, 1998). Oleh karenanya pengeringan menjadi bagian paling penting dari proses pasca panen dalam rantai produksi kakao. Kandungan air dalam biji kakao basah hasil fermentasi adalah 60%wb dan pada akhir pengeringan menjadi maksimal 7,5%wb. Untuk mendapatkan biji dalam kondisi baik selama penyimpanan dan transportasi. Pengeringan juga memfasilitasi penurunan rasa pahit dan kelat biji kakao serta mendorong pengembangan karakteristik warna dan aroma khas kakao dari biji yang difermentasi dengan baik. Pengeringan yang tepat juga menjamin bahwa tidak berkembangnya aroma asing dari dalam biji (Hii, 2009).

Parameter penting yang perlu dikendalikan pada pengeringan produk pertanian adalah laju pengeringan. Laju pengeringan ekstrim harus dicegah karena cenderung memberikan dampak negatif pada biji. Jika pengeringan terlalu lambat, menyebabkan berkembangnya jamur sebagai pemacu timbulnya aroma asing yang tidak disukai. Jika pengeringan berlangsung sangat cepat, maka oksidasi asam asetat menjadi terhalang dan ini menyebabkan asam tersebut terperangkap di dalam biji. Kandungan asam yang berlebih pada akhirnya mempengaruhi aroma atau rasa biji (Hii, 2009). Laju pengeringan tergantung pada tiga faktor, yaitu perpindahan panas ke dalam biji, pergerakan uap air dari biji ke udara sekitar dan luas permukaan biji yang berhubungan dengan udara. Berbagai penelitian terkait metode pengeringan telah dilakukan untuk melihat model kinetika dan mutu yang dihasilkan (Clement, 2009).

Pengeringan biji kakao dapat dilakukan dengan secara alami dengan memanfaatkan energi matahari langsung dan tidak langsung atau dengan menggunakan pengering buatan mekanis melalui pemanasan (Sharma, 2009). Pengklasifikasian lain pengeringan

biji kakao adalah dengan; pengeringan terputus (*intermittent drying*), misalnya dengan penjemuran langsung dibawah sinar matahari atau menggunakan pengering surya, pengeringan kontinyu (*continuous drying*) misalnya dengan menggunakan alat pengering mekanis atau kombinasi alat pengering surya dan penyimpanan panas sensibel. Pengeringan kontinyu dengan menggunakan mesin atau alat pengering gabungan kolektor surya dan penyimpan panas sensibel dapat memperpendek waktu pengeringan dengan kualitas kakao yang dapat menyamai kualitas kakao hasil pengeringan terputus (Fagunwa, 2009).

Menurut Dina, 2013 metode pengeringan biji kakao secara terputus (pengering surya buatan, oven dan penjemuran langsung) yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil mutu biji kakao terbaik (ditinjau dari kadar air, pH, kadar lemak total dan kadar asam lemak bebas) diperoleh dari variasi metode pengeringan oven pada 55°C namun memerlukan waktu yang lebih lama.

Indonesia merupakan produsen terbesar ketiga dunia untuk ekspor biji kakao setelah Pantai Gading dan Ghana, namun kualitas biji kakao Indonesia dikenal sangat rendah. Sekitar 80% dari total ekspor biji kakao Indonesia adalah berasal dari petani yang masih menggunakan metode pengeringan terputus (ICCO, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa pengeringan kontinyu (pengeringan surya dan dilanjutkan dengan desikan) dan pengeringan terputus atau penjemuran langsung dibawah sinar matahari pada biji kakao fermentasi dengan metode pengeringan lapis tipis. Dalam hal ini performa pengeringan mencakup kinetika pengeringan dan mutu biji kakao hasil pengeringan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Buah kakao jenis kakao lindak (*bulk cocoa*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari petani kakao di kabupaten

Tanah Karo propinsi Sumatera Utara, kemudian difermentasi selama 5 (lima) hari (Anonim, 2011) di dalam kotak *styrofoam*. Setelah direndam dan dicuci, 1000 ± 100 gram biji kakao ditimbang dan siap untuk dikeringkan baik untuk pengeringan kontinyu (kombinasi pengeringan surya dan desikan) maupun untuk pengeringan terputus (penjemuran dibawah sinar matahari langsung) dengan metode pengeringan lapis tipis menurut prosedur (Hii, 2009). Percobaan pengeringan dilakukan untuk tiga kali ulangan.

Desikan yang digunakan pada pengeringan kontinyu adalah CaCl_2 jenis teknis ditimbang seberat 1000 gram. Penggunaan desikan pada percobaan ini adalah 1:1 terhadap berat sampel dimana desikan pada aplikasinya dapat diregenerasi, dapat menyerap air lebih banyak sesuai kapasitas penyerapannya dengan perhitungan stokiometri bahwa dengan rasio tersebut yang terbentuk adalah garam hidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan desikan mudah didapat di pasaran dibanding desikan lain seperti LiCl.

Alat

Alat pengering surya yang digunakan adalah tipe kolektor pelat datar bersirip (Gambar 1). Spesifikasi teknis alat adalah kapasitas maksimum 5 kg, dimana alat terdiri dari ruang pengering terbuat dari pelat seng dengan ketebalan 0,35 mm dengan ukuran dimensi panjang, lebar, tinggi (50 x 50 x 70 cm), kolektor surya dengan ukuran 50 cm x 200 cm diatur dengan sudut kemiringan 60°. Pada bagian atas kolektor surya terdapat penutup kaca dengan ketebalan 5 mm. Dimensi dan jumlah sirip yang terdapat pada sisi pelat absorber adalah sebagai berikut : panjang, tinggi dan jarak antar sirip berturut-turut 100 cm, 1 cm dan 10 cm dan jumlah sirip 9 buah. Selama pengeringan berlangsung, udara mengalir secara konveksi alamiah.

Proses Pengeringan

Pengeringan biji kakao dilakukan pada bulan Juni 2014. Sekitar 1044 gram biji kakao dihamparkan secara merata dan tipis di atas rak pengering (50cm x 50cm)

yang telah terhubung dengan sistem komputasi pencatat berat (*weight system data logger*). Proses pengeringan kontinyu dengan pengering surya tipe kolektor pelat datar bersirip ini memanfaatkan energi termal sinar matahari dari jam 08.30–16.00 WIB (Gambar 1) dan dilanjutkan pengeringan dengan desikan dari jam 16.00–08.30 (Gambar 2). Desikan seberat 1000 gram ditempatkan dibawah rak pengering biji kakao. Pertambahan berat desikan per satuan waktu dicatat dan merupakan indikasi adanya transfer uap air dari biji kakao ke desikan. Pengeringan dihentikan ketika sudah dicapai kondisi setimbang yakni tidak ada lagi penurunan berat sampel. Desikan yang sudah terkonversi membentuk hidrat air dapat diregenerasi dengan cara dipanaskan kembali pada 105°C hingga terbentuk kristal kembali dan dapat digunakan pada siklus pengeringan berikutnya.

Pada saat bersamaan dilakukan pengeringan biji kakao-fermentasi yang sama dengan pengeringan terputus (penjemuran langsung dibawah sinar matahari) yang juga terhubung dengan sistem komputasi pencatat berat. Proses ini berlangsung selama 3 hari, dimana sampai batas waktu tersebut diperkirakan tidak terjadi lagi perubahan berat sampel biji kakao yang dikeringkan.

Pengujian Mutu Biji Kakao

Mutu biji kakao hasil pengeringan diuji sesuai Standar Nasional Indonesia, (SNI 2323:2008) dan Codex Alimentarius. Parameter uji mencakup parameter yang dipengaruhi langsung oleh proses pengeringan yaitu kadar air, pH keping biji dan penampilan fisik biji, dan parameter yang tidak dipengaruhi oleh proses pengeringan yaitu kadar asam lemak bebas (sebagai asam oleat) dan kadar lemak total. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu Makanan Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi udara lingkungan selama proses pengeringan tercatat pada kisaran suhu 29-38°C, RH 41-81% dengan

intensitas radiasi matahari pada kisaran 111-969 Watt/m². Kondisi udara demikian menghasilkan suhu dan RH didalam ruang pengering berturut-turut 46-59°C dan 20-67%. Pada malam hari suhu dan RH di dalam ruang pengering cenderung konstan berturut-turut 31-38°C dan 50-70%. Pada siang hari ke-1 dapat dikategorikan sebagai periode laju pengeringan paling tinggi. Dalam periode ini kadar air dalam biji kakao masih tinggi sehingga lebih mudah bergerak ke permukaan. Setelah uap air ini menguap, kandungan uap air di dalam biji kakao (dibawah permukaan) akan berdiffusi ke permukaan biji dan ini membutuhkan waktu.

Dengan demikian, proses pengeringan akan berjalan lambat. Tetapi dengan



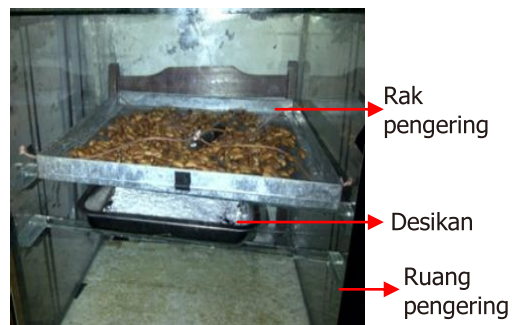
Gambar 1. Pengerik Surya Tipe Kolektor Pelat Datar-Dengan 9 Buah Sirip

Kinetika Pengeringan

Perubahan kadar air terhadap waktu dinyatakan sebagai rasio kadar air seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada sebagian besar kasus pengeringan produk pertanian dapat dilihat bahwa rasio kadar air berkurang secara eksponensial sejalan dengan bertambahnya waktu terutama pada hari pertama. Pada hari berikutnya air semakin sulit dilepas sehingga penurunan cenderung berjalan lambat. Fenomena ini juga dapat dilihat dari pengeringan hasil percobaan.

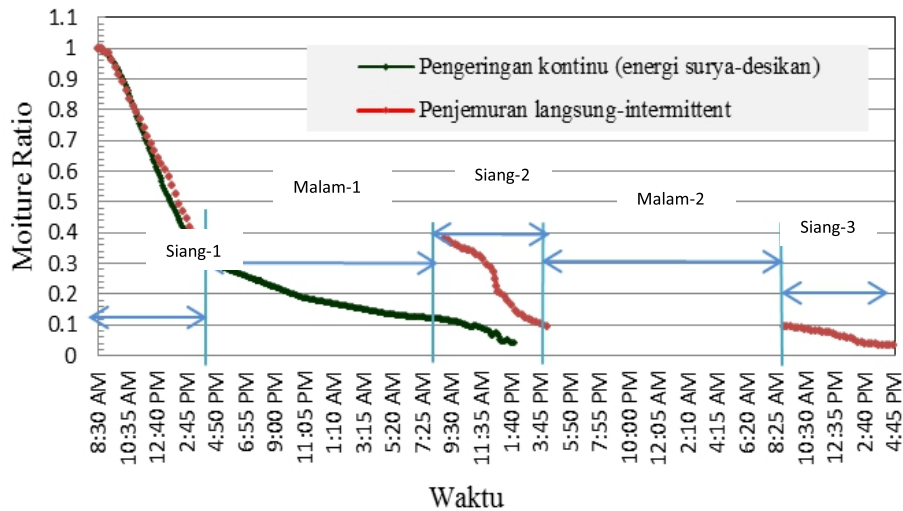
Hasil percobaan menunjukkan bahwa pengeringan kontinyu membutuhkan total waktu pengeringan 27,5 jam sedangkan pengeringan terputus membutuhkan total

digunakannya desikan pada pengeringan kontinyu telah membantu proses pengikatan uap air yang keluar dari permukaan kakao sehingga kadar air kakao terus menurun meskipun sinar matahari tidak aktif (Gambar 3). Hal inilah yang dikatakan bahwa proses pengeringan berlangsung terus-menerus karena adanya desikan yang memiliki kemampuan mengikat uap air tinggi. Sebaliknya pada pengeringan terputus (dalam hal ini penjemuran dibawah sinar matahari langsung), penguapan air tidak terjadi pada malam hari sehingga sepanjang malam tersebut tidak terjadi penurunan kadar air biji kakao.



Gambar 2. Pengeringan Dengan Desikan Pada Malam Hari

waktu pengeringan 56 jam. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa pengeringan kontinyu dapat memperpendek waktu pengeringan biji kakao (Dina, 2014). Hasil diskusi dengan petani diketahui bahwa waktu pengeringan kakao dengan cara penjemuran langsung dibawah sinar matahari yang dipraktekkan oleh petani selama ini adalah sekitar 5-7 hari. Laju pengeringan dihitung berdasarkan besarnya laju penurunan kadar air biji kakao per satuan waktu (Hii, 2011), maka pengeringan kontinyu menghasilkan laju pengeringan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pengeringan terputus.



Gambar 3. Profil Rasio Kadar Air terhadap Waktu Pengerian

Mutu Biji Kakao Hasil Pengerian

1. Kadar air

Kadar air biji kakao baik dengan pengerian kontinu maupun pengerian terputus memenuhi persyaratan SNI 2323:2008. Namun demikian pengerian kontinu menghasilkan laju pengerian yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengerian terputus. Pada siang hari udara yang melewati pelat absorber mengalami kenaikan temperatur di atas temperatur udara lingkungan, sehingga dapat membantu meningkatkan proses perpindahan panas dan massa. Oleh karenanya laju penurunan kadar air pada siang hari pertama untuk pengerian kontinu relatif lebih tinggi sedikit dibanding pengerian terputus (Gambar 3). Kadar air biji kakao dengan pengerian kontinu lebih rendah dari kadar air biji dengan pengerian terputus (Gambar 4). Hasil uji kadar air biji kakao dari pasaran diperoleh sebesar 9,78% melampaui kadar air biji kakao pada pengerian kontinu dan pengering terputus, bahkan tidak memenuhi persyaratan kadar air pada SNI 2323:2008. Kemungkinan tingginya kadar air ini karena biji kakao tidak difermentasi sehingga pulp yang masih terdapat di kulit buah mengalami pengerasan yang dapat mengganggu/menghambat penguapan air keluar dari dalam biji kakao. Adanya pulp yang masih tertinggal pada kulit dapat

memacu terjadinya re-absorpsi uap air dari udara sehingga kadar air biji kakao menjadi tinggi kembali. Kadar air yang masih tinggi pada biji kakao komersial dapat menjadi inisiator pemicu tumbuh kembangnya jamur seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

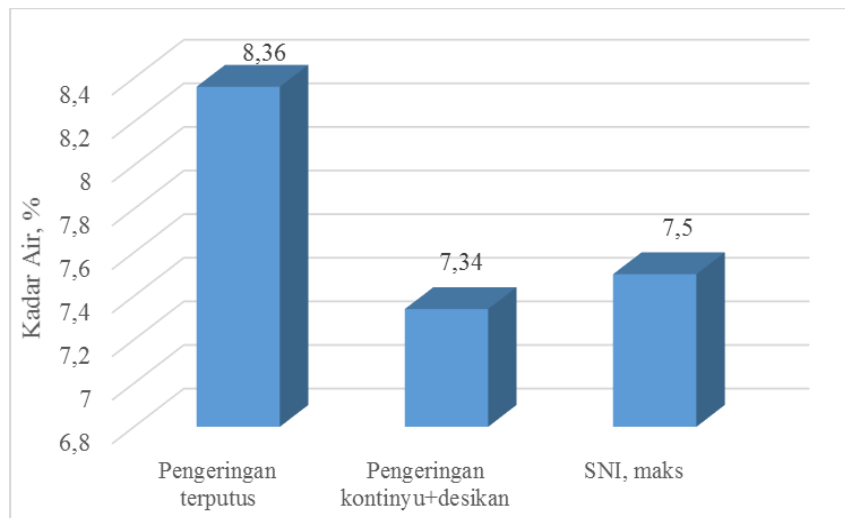
2. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan ukuran derajat keasaman suatu bahan. Meskipun standard mutu biji kakao (SNI 2323:2008) tidak mempersyaratkan nilai pH biji kakao, namun di pasaran internasional, parameter ini diperlukan untuk membedakan biji difermentasi dan tidak difermentasi. Umumnya biji kakao yang difermentasi memiliki nilai pH lebih tinggi dari biji tidak difermentasi (Zahouli, 2010). Pada kakao yang memiliki nilai pH rendah adalah selalu dihubungkan dengan kandungan asam-asam yang mudah menguap yang masih tersisa di dalam biji kakao (Hii, 2009). Semakin tinggi pH kakao yang diperoleh maka semakin besar laju pengeluaran asam asetat hasil fermentasi yang terjadi pada saat pengerian. Sebaliknya biji kakao yang tidak difermentasi atau hanya sebagian terfermentasi masih mengandung sejumlah asam-asam volatil dan akan mengindikasikan dengan pH menjadi rendah. Kondisi ini pada akhirnya menyebabkan terganggunya pengembangan cita rasa aroma khas kakao.

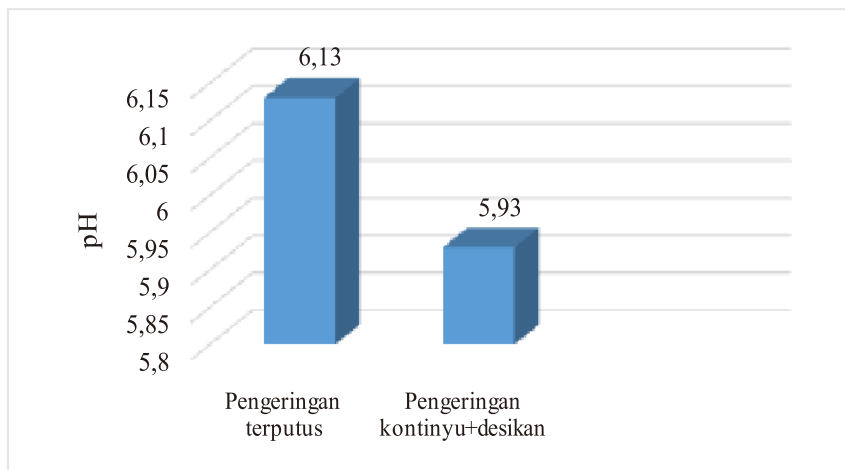
Gambar 5 menunjukkan bahwa pH biji kakao dengan pengerian terputus

lebih tinggi dibandingkan dengan pH dari pengeringan kontinyu. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Jinap, 1994) bahwa pengeringan biji kakao terbaik termasuk pada derajat keasaman biji adalah dengan penjemuran matahari langsung dengan catatan proses penjemuran dilakukan dengan baik dan benar.

Kadar keasaman tertinggi (pH terendah) diperoleh dari sampel biji kakao dari pasaran yakni 4,6. Hal ini dikarenakan biji kakao komersial ini tidak difermentasi. Biji kakao yang tidak difermentasi masih mengandung asam sitrat pada pulp yang terdapat di kulit biji, yang memiliki pH rendah yakni sekitar 3,0–3,5 (Ardhana, 2003).



Gambar 4. Kadar Air Biji Kakao



Gambar 5. pH Biji Kakao

3. Kadar Lemak Total dan Asam Lemak Bebas

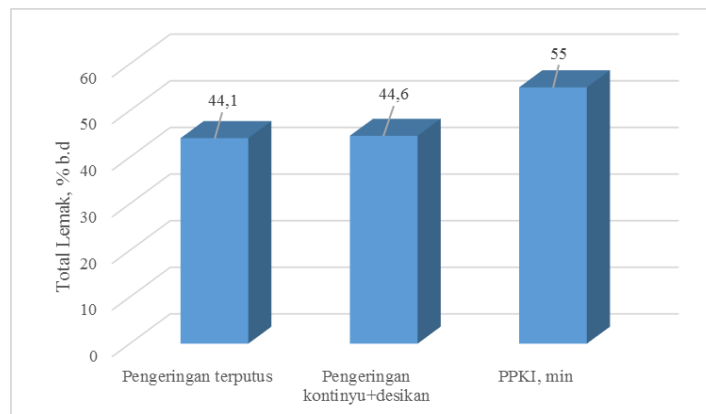
Sama halnya dengan parameter pH, kadar lemak total dan asam lemak bebas pada biji kakao juga tidak dipersyaratkan pada standard mutu biji kakao (SNI 2323:2008), meskipun cara uji dicantumkan. Sehingga cara uji dilakukan sesuai SNI 2323:2008, namun sebagai kontrol diambil nilai yang dipersyaratkan

oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao serta Codex Alimentarius.

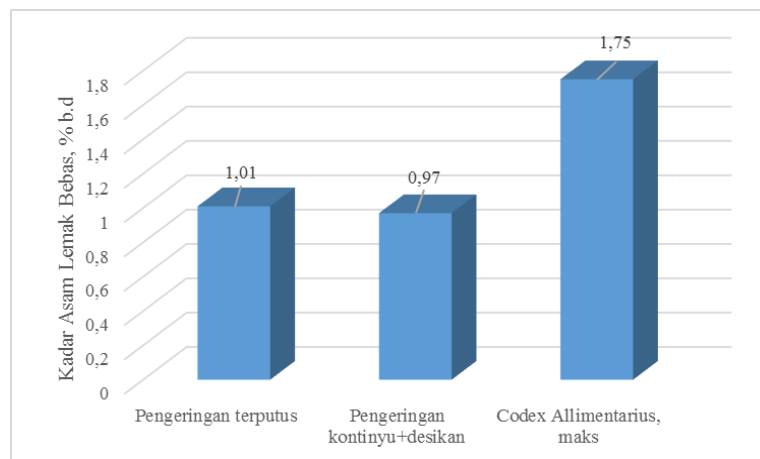
Gambar 6 dan 7 masing-masing menunjukkan kadar lemak total dan kadar asam lemak bebas (ALB) biji kakao fermentasi dengan pengeringan kontinyu dan pengeringan terputus. Seperti disebutkan sebelumnya kedua parameter tidak dipengaruhi oleh pengeringan. Hal ini juga dapat dilihat pada kadar lemak total

dan kadar ALB biji kakao fermentasi hasil pengeringan kontinyu dan pengeringan terputus yang relatif tidak berbeda jauh. Karakteristik lemak ditentukan oleh komponen penyusun lemaknya, dimana hal ini dipengaruhi oleh tingkat kematangan biji saat dipanen, jenis klon, tempat tumbuh, dan musim panen. Oleh karenanya proses pengolahan pasca panen (fermentasi dan pengeringan) tidak signifikan mempengaruhi kadar lemak biji kakao.

Akan halnya sedikit lebih tingginya kadar lemak total biji kakao dengan pengeringan kontinyu dibandingkan dengan pengeringan terputus (44,60% vs 44,0%) lebih disebabkan karena perbedaan kadar air akhir biji kakao yang relatif lebih tinggi pada pengeringan terputus, sehingga didalam perhitungan akan menghasilkan kadar lemak yang lebih rendah.



Gambar 6. Kadar Lemak Total Biji Kakao



Gambar 7. Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) Biji Kakao

Akan halnya sedikit lebih tingginya kadar FFA biji kakao hasil pengeringan terputus dibandingkan dengan kadar FFA hasil pengeringan kontinyu (1,01% vs 0,97%) kemungkinan lebih disebabkan karena faktor kelembaban udara. Pada pengeringan kontinyu energi surya pada siang hari dan dilanjutkan dengan efek desikan pada malam hari memberikan kontribusi terhadap kontrol kelembaban

udara pada malam hari di dalam ruang pengering dimana hal ini tidak terjadi pada pengeringan terputus. Kerusakan lemak karena proses hidrolisis oleh mikroorganisme pada kondisi kadar air biji yang relatif masih tinggi terkait dengan kelembaban udara ambien (lingkungan).

Namun demikian kadar ALB biji kakao hasil pengeringan kontinyu dan terputus masih tetap memenuhi

persyaratan (Allimentarius, 2001) dengan batas maksimum 1,75%.

Penampilan fisik

Penampilan fisik merupakan salah satu parameter penting untuk menetapkan derajat fermentasi dan tingkat pengeringan biji kakao. Selama proses pengeringan terjadi beberapa perubahan sifat fisik dan kimia seperti penguapan asam-asam volatil, menyebabkan berkurangnya rasa asam dan kelat pada biji kakao. Perubahan ini memberikan perbaikan terhadap pengembangan cita rasa dan aroma khas kakao yang diinginkan akibat reaksi *Maillard* (Afoakwa, 2008). Kondisi pengeringan yang kurang baik dapat memicu pertumbuhan jamur serta warna kehitaman di permukaan (Hii, 2006).

Biji kakao yang dikeringkan dengan baik akan menunjukkan warna khas kakao yakni coklat gelap dan bau khas kakao fermentasi seperti aroma kacang-kacangan yang dipanggang ringan.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa pengeringan kontinyu menghasilkan biji kakao dengan warna kulit lebih cerah dibandingkan dengan pengeringan terputus maupun biji kakao yang diperoleh dari pasaran.

Hasil pengamatan menunjukkan tidak ada jamur dipermukaan biji kakao fermentasi hasil pengeringan kontinyu, karena kondisi pengeringan dengan kelembaban udara pengeringan relatif rendah yang dapat mencegah pertumbuhan mikro-organisme.



Gambar 8. Penampilan Fisik Biji Kakao Hasil Pengeringan Kontinyu (A), Pengeringan Terputus (B), Dan Biji Kakao Dari Pasaran

KESIMPULAN

Perbandingan pengeringan terputus dengan pengeringan kontinyu dengan metode pengeringan lapis tipis dapat memperpendek waktu pengeringan biji kakao. Kadar air dan penampilan fisik biji kakao yang dikeringkan dengan cara pengeringan terputus dan pengeringan kontinyu lebih baik bila dibandingkan dengan biji kakao yang diperoleh dari pasaran. Derajat keasaman biji kakao dengan pengeringan kontinyu lebih tinggi bila dibanding dengan pengeringan terputus. Kadar lemak total biji kakao yang dikeringkan dengan pengeringan kontinyu lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengeringan terputus. Hal ini disebabkan karena perbedaan kadar air akhir biji kakao. Tingginya kadar asam lemak bebas

biji kakao pada pengeringan terputus disebabkan proses hidrolisis pada malam hari yaitu kelembaban udara ambien (lingkungan) tinggi, sebaliknya pada pengeringan kontinyu kelembaban udara pada ruang pengering relatif rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai kegiatan ini melalui bantuan Hibah Bersaing 2013-2014.

DAFTAR PUSTAKA

Afoakwa E., Paterson A., Fowler M., Ryan A., 2008, Flavour Formation of

- Character in Cocoa and Chocolate: A Critical Review, *Critical Review Food Science Nutrition*, vol. 48 (9): 840-857.
- Anonim, 2011. Cocoa processing methods for the production of high quality cocoa in Vietnam, 08 Februari 2013.
- Anonim, 2012. Kadar Lemak dan Organoleptik Biji Kakao, 12 November 2012, <http://www.celebescocoa.com>, (Tanggal 28 Maret 2013).
- Ardhana M.M., Graham H.F., 2003. The Microbial Ecology of Cocoa Bean Fermentations in Indonesia, *International Journal of Food Microbiology*, vol 86, p: 87-99,
- Bonaparte A., Z. Alikhani, C.A. Madramootoo, and V. Raghavan, 1998. Some Quality Characteristics of Solar-Dried Biji kakao Beans in St Lucia, *Journal Science Food Agriculture* no. 76, pp. 553-558.
- Camu N., T. De Winter, K.A. Solomon, S.T. Jemmy, B. Herwig, and L. D. Vuyst, 2008, Fermentation of Cocoa Beans: Influence of Microbial *Activities* and Polyphenol Concentrations on the Flavor of Chocolate, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 88, pp. 2288 – 2297.
- Clement A. D, N. E. Assidjo, P. Kouame, and K.B. Yao, 2009, Mathematical modelling of sun drying kinetics of thin layer biji kakao (*Theobroma Cacao*) beans", *Journal of Applied Sciences Research*, vol. 5, no.9, pp. 1110-1116.
- Codex Alimentarius Commission, 2001. Codex Standard for Cocoa Butter, Codex Stan 86-1981, Rev.1-2001, *Food and Agriculture Organization of United Nations*, Geneva.
- Dina S.F., Farel H.N., Himsar A., 2013. Kajian Berbagai Metode Pengeringan Untuk Perbaikan Mutu Biji Kakao Indonesia", *Jurnal Riset Industri*, Vol. 7, No.1: 35 – 52.
- Dina S.F., Farel H.N., Himsar A., 2014. Efektifitas Pengeringan Kontinyu Biji Kakao Indonesia Menggunakan Energi Surya dan Termokimia, *Proceeding Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau-I*, ISBN: 9786022850151, Badan Penerbit Unnes Press Semarang, 21 Mei.
- Fagunwa A.O., Koya O.A. and Faborode M.O., 2009, Development of an Intermittent Solar Dryer for Cocoa Beans, *Agricultural Engineering International : the CIGR Ejournal*. Manuscript number 1292, vol XI, July.
- Garcia-Alamilla P., Salgado-Cervantes M.A., Barel M., Berthomieu G., Moisture, 2007. Acidity and temperature evolution during cacao drying, *Journal of Food Engineering*, (79): 1159 – 1165.
- Hii C.L., C.L. Law, R.A. Rahman, S. Jinap, and Y.B. Che Man, 2006. Quality of Cocoa Beans Dried Using a Direct Solar Dryer at Different Loading, *Journal of Science of Food and Agriculture*, 86: 1237-1243.
- Hii C.L., Law C.L., Cloke M., 2009. Modelling using a new thin layer drying model and product quality of cocoa, *Journal of Food Engineering*, (90): 191 – 198.
- Hii C.L., Law C.L., Cloke M., Suzannah S., 2011. Improving Malaysian cocoa quality through the use of dehumidified air under mild drying conditions, *Journal of Science of Food and Agriculture* (91): 239 – 246.
- Hii C.L., Law C.L., Cloke M., Suzannah S., 2009. Thin layer drying kinetics of cocoa and dried product quality, *Biosystem Engineering* (102): 153 – 161.
- ICCO, 2014. ICCO Quarterly Bulletin of Biji kakao Statistics, *Biji kakao Year*, vol. XL, no.2, 2014.
- Jinap S., J. Thien, and T.N. Yap, 1994. Effect of drying on acidity and volatile fatty acids content of Cocoa Beans, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, no. 65, pp. 67–75.
- Jumriah L, Elly I., Maryati B. dan Junaedi M., 2011, "Pemetaan Lemak dari Biji Kakao (*Theobroma cocoa* L) di Sulawesi Selatan", *Disertasi, Program*

- Pascasarjana* *Univiversitas*
Hasanuddin, Makassar, Indonesia.
- Sharma A., Chen C.R., Nguyen Vu Lan,
2009. Solar-energy drying systems: A
review, *Renewable and Sustainable*
Energy Reviews, (13): 1185 – 1210.
- SNI 2323-2008: Biji kakao, *Badan*
Standardisasi Nasional, ICS
67.140.30.
- Zahouli G.I.B, Tagro Guchi S, Monk'e Fae,
Ban-Koffi L. and Gnopo Nemlin J.,
2010. Effect of Drying Methods on
the Chemical Quality Traits of Cocoa
Raw Material, *Advance Journal of*
Food Science and Technology, 2 (4):
184