

# NILAI AKTIVITAS AIR ( $A_w$ ) DALAM PROSES PENCOKLATAN BIJI KAKAO

Hardiman

*Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

## ABSTRAK

Keberadaan nilai  $A_w$  optimal sebagai kondisi proses pencoklatan biji kakao dikonfirmasi dalam penelitian ini. Dengan membuat variasi nilai  $A_w$  kotiledon biji kakao dalam inkubasi proses pencoklatan didapatkan nilai  $A_w$  optimal 0,80. Sebagai nilai besaran faktor proses terukur, dapat dimanfaatkan untuk pengendalian proses selama pengeringan biji kakao dalam usaha menekan jumlah biji slaty.

## 1. PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan pemanfaatan sumber daya lahan dan pendapatan petani, sekaligus mengusahakan peningkatan ekspor komoditi pertanian, telah digalakkan perluasan pengusahaan kakao lindak (bulk), khususnya yang dilakukan oleh petani kategori perkebunan rakyat. Pengusahaan yang telah berlangsung, baik secara swadaya maupun dengan pola PIR dan modifikasinya, tercatat suatu perkembangan luas areal yang mencolok dari tahun ke tahun. Statistik perkebunan tahun 1989 menunjukkan perkembangan dari areal kakao perkebunan rakyat 5.156 hektar tahun 1970 menjadi 136.000 hektar pada tahun 1989 (Anonim, 1989), dan masih bertambah terus. Dengan sebagian besar luas wilayah yang tanah dan agroklimatnya cukup mendukung kesesuaian untuk pengusahaan tanaman kakao, Indonesia hanya menyumbang sekitar 6% dari produksi dunia, dan berada pada kedudukan di urutan bawah. Potensi untuk meningkatkan kedudukan sebagai penyumbang produksi yang lebih besar masih cukup ada. Dari pertanaman yang telah dikembangkan, hasil berupa biji kakao kering sebagai komoditi masih menghadapi hambatan dalam pemasarannya khususnya untuk ekspor.

Oleh kalangan pembeli luar negeri kakao bulk Indonesia masih dinilai sebagai biji kakao yang bermutu kurang baik, hanya laku dengan harga yang rendah serta kurang diminati secara luas dibandingkan dengan kakao bulk yang berasal dari negara produsen lain.

Kendala mutu utama biji kakao bulk kering Indonesia di pasaran ekspor, disamping ukuran biji yang tidak seragam dan biji yang berjamur, adalah karena banyaknya biji-biji yang lebih dari separo keping bijinya (kotiledonnya) tidak menjadi coklat, yaitu yang di-

kenal dengan biji slaty (Siswoputranto, 1989). Dalam pengolahan lanjut di industri hilirnya, biji demikian tidak memberikan flavor coklat yang diharapkan. Biji kakao dengan banyak biji slaty hanya dapat dijual secara terbatas di pasaran Amerika Serikat, itupun bila syarat standar wajib (mandatory) FDA, khususnya ketiadaan serangga dapat dipenuhi.

Keberadaan biji slaty menunjukkan bahwa pelaksanaan pengolahan biji kakao segar yang selama ini dilakukan dari segi proses tidak sepenuhnya dapat menjamin berlangsungnya fermentasi internal yaitu proses yang bertanggung jawab pada pencoklatan warna biji. Fermentasi internal adalah reaksi pencoklatan enzimatik senyawa polifenol kelompok katekin yang dikandung oleh bagian kotiledon biji (Forsyth, 1963). Untuk berlangsungnya reaksi pencoklatan enzimatik senyawa polifenol kakao di dalam biji secara lebih tuntas dan merata, diperlukan prasyarat utama berupa terdistribusinya senyawa polifenol, yaitu dari pusat-pusat pengelompokannya di sel-sel tertentu di bagian tengah jaringan kotiledon ke seluruh bagian kotiledon. Proses yang dimaksud terjadi selama biji segar berada dalam tumpukan di wadahnya pada tahap awal pelaksanaan pengolahan. Selanjutnya reaksi pencoklatan enzimatik senyawa polifenol ditentukan oleh aktivitas enzim polifenol oksidase. Reaksi enzimatik pencoklatannya sendiri terjadi selama tahapan pengeringan berlangsung, baik di penjemuran maupun selama didalam pengering buatan. Tahap pengeringan dalam pengolahan biji kakao, yang dimaksudkan untuk menguapkan air dari biji, ternyata dalam berlangsungnya juga memberikan kondisi yang kondusif untuk reaksi pencoklatan enzimatik. Kondisi yang dimaksudkan adalah berupa tersedianya udara bebas sumber oksigen, serta distribusinya melalui celah dan rongga-rongga dalam kotiledon, yaitu yang terbentuk setelah sejumlah air dalam biji menguap. Oksigen udara bebas ini siap menggantikan oksigen yang terdifusi dalam cairan sel jaringan kotiledon yang terpakai dalam reaksi pencoklatan enzimatik polifenol (Roelofsen, 1958). Penguapan air yang cepat dalam pengeringan cenderung menghasilkan pencoklatan yang tidak sempurna dan menghasilkan biji slaty (Lehrian, 1983). Disebutkan bahwa pada kadar air dibawah 20% reaksi pencoklatan

enzimatik sangat terhambat (Roelofzen, 1958; Lehrian, 1983). Pada kadar air berapa sebenarnya reaksi pencoklatan enzimatik polifenol dalam biji kakao berlangsung terbaik belum pernah dilaporkan. Tentang hubungan kadar air bahan biologis dan laju reaksi enzimatik yang berlangsung di dalamnya diketahui ditentukan oleh besarnya nilai aktivitas air ( $A_w$ ) bahan yang bersangkutan (Acker, 1969).  $A_w$  adalah angka perbandingan yaitu antara tekanan uap air udara yang ada di sekeliling bahan dengan tekanan jenuh uap air pada suhu yang sama dengan suhu udara, atau sama dengan lembab relatif kesetimbangan (ERH) dibagi dengan 100. Dengan  $A_w$  yang bernilai antara 0,0 sampai 1,0, pada nilai  $A_w$  bahan dibawah 0,25 air berada sebagai lapisan tunggal molekuler yang terikat erat pada komponen bahan; pada nilai 0,25 – 0,75 air tidak terikat erat sebagai lapisan tunggal, namun tidak sepenuhnya dalam keadaan bebas; pada nilai lebih besar dari 0,75 air berada dalam keadaan tidak terikat dan berupa air bebas (Rockland,, 1969).  $A_w$  yang menyatakan tingkat keterikatan molekul air oleh sejumlah komponen bahan biologis, menentukan mobilitas enzim dan substrat reaksi di dalam bahan, karenanya juga kecepatan reaksi enzimatik yang berlangsung (Labuza, 1971). Pemanfaatan pengetahuan tentang  $A_w$  telah banyak dilakukan dalam pengawetan pangan, diantaranya dengan menambahkan zat yang mudah mengikat air dengan kuat, untuk menurunkan nilai  $A_w$  yang dikenal dengan humektan.

Nilai  $A_w$  yang rendah dapat menghambat reaksi enzimatik, dan pada nilai  $A_w$  sangat tinggi reaksi dapat juga berjalan lambat karena substrat menjadi encer. Kadar enzim dan kadar substrat adalah sebagian dari faktor-faktor yang mempengaruhi kerja dan aktivitas enzim (Reed, G. 1975). Dalam tahap pengeringan biji kakao, di satu pihak diinginkan pengurangan air yang berakibat menurunkan  $A_w$ , di pihak lain nilai  $A_w$  yang rendah dapat menyebabkan reaksi pencoklatan enzimatik berlangsung lambat dan pada saat biji selesai dikeringkan warna kotiledon belum menjadi coklat merata. Bagaimana pengaturan nilai  $A_w$  dalam keadaan sistem campuran seperti yang terdapat dalam biji kakao untuk menjamin berlangsungnya reaksi pencoklatan enzimatik adalah yang menjadi subyek penelitian ini. Nilai  $A_w$  optimal untuk aktivitas enzim polifenol oksidase dalam sistem kotiledon biji kakao belum tersedia.

Dengan mendasarkan pengetahuan bahwa reaksi enzimatik ditentukan oleh nilai  $A_w$  dan juga oleh waktu, maka dapat diduga adanya nilai  $A_w$  biji kakao optimal yang kondusif bagi reaksi yang dimaksud, yang dapat diketemukan dari hubungan antara berbagai nilai  $A_w$  dan waktu dalam reaksi tersebut. Nilai  $A_w$  yang dimaksud akan merupakan kondisi terukur proses yang diperlu-

kan untuk mengendalikan salah satu karakteristik mutu biji kakao dalam pengolahan, yaitu warna biji.

Penerapan pengetahuan tersebut akan membantu menekan keberadaan biji slaty, khususnya yang sebabnya berada di penyelenggaraan tahap pengeringan. Perbaikan tersebut dalam penerapan yang luas dapat menaikkan citra kakao Indonesia dalam perdagangan internasional. Citra demikian akan membawa dampak positif dalam perolehan pendapatan perusahaan pertanaman kakao, lebih menjamin peluang perluasan pertanaman kakao yang diusahakan petani, dan pada gilirannya akan ikut membantu dalam upaya pengentasan kemiskinan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk dapat memastikan bahwa terdapat nilai  $A_w$  optimal sebagai kondisi yang akan menjamin berlangsungnya reaksi pencoklatan enzimatik, direkayasa variasi nilai  $A_w$  kotiledon biji kakao yang telah siap dikeringkan yaitu setelah selesainya fermentasi external. Reaksi pencoklatan dibiarkan berlangsung pada masing-masing variasi  $A_w$  bahan, dibantu dengan memberikan kondisi berupa udara segar, kelembaban seimbang nilai  $A_w$  bahan, serta suhu optimal kerja enzim polifenol oksidase. Pada jam-jam tertentu selama berlangsungnya percobaan inkubasi proses pencoklatan, dari contoh yang diambil secara berurutan dianalisa kadar polifenol sisa yang belum sempat mengalami perubahan oksidasi enzimatik. Ini dimaksudkan sebagai penilai tingkat perubahan atau tingkat berlangsungnya reaksi. Dari angka-angka hasil analisa yang dimaksud dapat diikuti jalannya proses pencoklatan enzimatik. Pada variasi nilai  $A_w$  yang menghasilkan tingkat penurunan sisa polifenol yang tajam menunjukkan bahwa nilai-nilai  $A_w$  tersebut merupakan kondisi sesuai untuk reaksi pencoklatan enzimatik polifenol. Sebaliknya kondisi reaksi kurang sesuai, bila tingkat penurunan sisa polifenol lambat. Bila ada beberapa variasi nilai  $A_w$  yang sama-sama tergolong menghasilkan tingkat penurunan yang tajam, dapat diketemukan kondisi berupa kisaran nilai  $A_w$  optimal. Untuk memperjelas jalannya penurunan kadar polifenol dibuat scatter diagram setiap variasi  $A_w$  terhadap waktu berikut persamaan regresi, keeratan hubungan antara kedua variabel dan kelerengan (slope), yaitu bila ditemukan regresi gemaris. Dari hubungan variasi nilai  $A_w$  dengan sisa polifenol di akhir percobaan dimungkinkan diketemukan nilai  $A_w$  optimal.

Biji kakao yang dipergunakan untuk percobaan dalam penelitian ini adalah biji yang telah mengalami proses fermentasi external dalam pengolahan yaitu setelah hari keempat fermentasi, diambil dari kebun

Segayung Utara milik PT. Pagilaran. Biji kakao untuk percobaan diambil dari satuan jumlah biji pada beberapa tempat secara acak untuk mendapatkan bahan percobaan yang representatif. Untuk keperluan percobaan setelah biji dicuci kotiledonnya dilumatkan sampai mendekati pasta.

Untuk membuat variasi  $A_w$ , pada hancuran kotiledon ditambahkan gliserol sebagai humektan, yang telah diperhitungkan jumlahnya berdasarkan kadar air hancuran kotiledon, sehingga diperoleh variasi  $A_w$ : 0,50; 0,60; 0,70; 0,80 dan 0,90. Masing-masing variasi  $A_w$  hancuran kotiledon disiapkan untuk inkubasi dalam wadah tersendiri, kedalamnya dialirkan udara berkelembaban relatif yang berkeseimbangan menurut nilai variasi  $A_w$  pada suhu bola kering 104°F. Tingginya suhu tersebut merupakan suhu optimal kerja enzim polifenol oksidase. Pengaturan suhu dilakukan dengan pemanas listrik berbentuk kumparan. Untuk pengaturan kelembabannya dilakukan dengan menempatkan gumpalan kapas yang dibasahi pada aliran udara dengan besar gumpalan yang sesuai dengan suhu bola basah yang ditetapkan. Lembab relatif kesetimbangan (ERH) diketemukan dari nilai variasi  $A_w$  berdasar rumusan

$$A_w = \frac{ERH}{100}$$

Suhu bola basah yang bersesuaian dengan suhu optimal kerja enzim 104°F (40°C), diketemukan dari Psychrometric chart, berturut-turut mulai dari variasi  $A_w$  0,50 adalah 89, 93, 96, 99 dan 101 derajat Fahrenheit.

Jalannya reaksi pencoklatan enzimatik, yaitu yang melibatkan teroksidasinya senyawa polifenol, diikuti dengan menganalisa sisa polifenol sebagai "oxydizable matter" mulai dari awal percobaan (inkubasi) yaitu 0 jam, setelah 4 jam, 8 jam, 16 jam dan 20 jam. Pada jam-jam tersebut contoh hancuran kotiledon secepatnya dipanaskan pada suhu 80°C - 90°C selama 10 menit untuk menginaktifkan enzim dan dilanjutkan dengan pengeringan untuk penentuan kadar air. Cara dengan pemanas vakum (vacum oven method) dipergunakan untuk penentuan kadar air dengan menggunakan suhu 100 - 103°C.

Kadar senyawa polifenol sebagai "oxydizable matter" ditetapkan menggunakan cara analisa Lowenthal Procter dengan reaksi pengoksida  $KMnO_4$  dan pengendap gelatin (Jacob, 1951). Setiap analisa dilakukan dengan tiga kali ulangan.

Untuk menentukan penambahan gliserol pada hancuran kotiledon dalam membuat variasi nilai  $A_w$ , digunakan dasar rumus hukum Roult,

$$A_w = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

$n_1$  adalah jumlah molar air dan  $n_2$  jumlah molar gliserol. Dengan menghitung lebih dahulu kadar air kotiledon dan dinyatakan dalam jumlah molar air ( $n_1$ ) serta suatu nilai  $A_w$  yang ditetapkan, dari persamaan tersebut dapat diketemukan jumlah molar gliserol ( $n_2$ ). Selanjutnya dari BM gliserol dan berat jenisnya dapat dicari volume gliserol yang diperlukan.

Untuk mengetahui nilai " $A_w$  awal" hancuran kotiledon biji kakao dipergunakan cara menurut Mc Cune *et al* (1981) dengan menggunakan rumus:

$$A_w = 1 - 10^{\frac{(M - a)}{b}}$$

M adalah jumlah (gram) air yang diserap 100 gram kertas saring penutup pada inkubasi bahan di dalam wadah kedap air dengan suhu konstan.

Besaran a dan b adalah bilangan yang diperoleh dari persamaan regresi antara variasi nilai-nilai  $A_w$  campuran air dan gliserol dan jumlah gram air diserap 100 gram kertas dalam inkubasi masing-masing campuran air dan gliserol, sebagai kurva standar.

Dalam percobaan ini sebagai hipotesa nol adalah ketiadaan keragaman antar variasi  $A_w$ . Variasi  $A_w$  dianggap sebagai contoh yang diambil secara acak, dan kemudian yang diduga adalah keberadaan keragaman reaksi yang terjadi di dalamnya (berupa sisa polifenol) untuk waktu inkubasi, yaitu dengan menerapkan Anova dua klasifikasi tanpa ulangan.

Pernyataan ketajaman penurunan kadar senyawa polifenol kakao, yang juga menyatakan kecepatan berlangsungnya dibuat dari gambar pencar titik-titik (scatter diagram) yang menunjukkan nilai sisa senyawa polifenol pada lama waktu percobaan yang berbeda. Nilai ketajaman penurunan ditunjukkan dengan kelerengan (slope) persamaan regresi serta koefisien korelasinya. Kemungkinan keberadaan nilai  $A_w$  optimal dicari dari hubungan antara variasi  $A_w$  dan besarnya kelerengan.

### 3. HASIL PERCOBAAN

Dari penentuan kadar air hancuran kotiledon biji diperoleh hasil rata-rata 39,15 persen dari enam ulangan penentuan. Dengan menggunakan nilai kadar air tersebut sebagai dasar, dan penerapan rumusan hukum Roult untuk  $A_w$ , gliserol yang diperlukan sebagai humektan untuk membuat variasi  $A_w$  kotiledon biji kakao diketemukan seperti yang tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1. Jumlah gliserol ditambahkan setiap 10 gram hancuran kotiledon menurut variasi  $A_w$  yang dibuat**

Variasi $A_w$	Gliserol ditambahkan (ml)
0,50	16,72
0,60	11,14
0,70	7,11
0,80	4,23
0,90	1,80

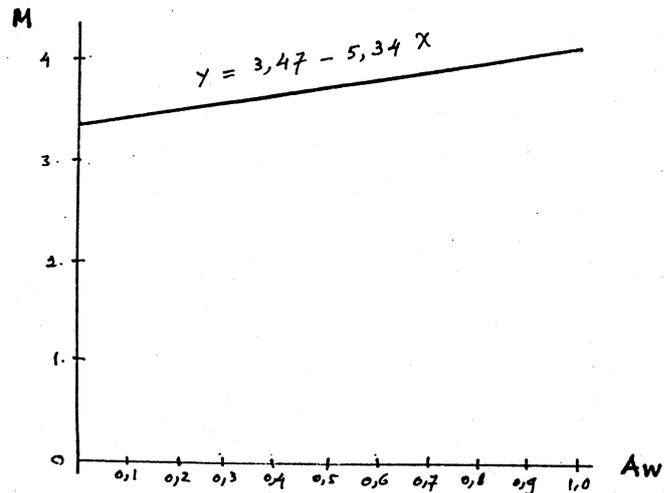
Pada penentuan nilai  $A_w$  hancuran kotiledon biji dengan inkubasi di dalam wadah tertutup selama 24 jam ditemukan rata-rata dari tiga ulangan berat air yang diserap oleh kertas filter penutupnya sebesar 0,0707 gram per satu gram kertas filter atau 7,67 gram per 100 gram kertas penutup (M). Inkubasi yang sama pada masing-masing standar gliserol untuk  $A_w$  0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,70 dan 0,75 dihasilkan tambahan berat kertas filter (M) seperti tertera pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data hasil inkubasi larutan standar gliserol untuk variasi  $A_w$  yang ditetapkan**

Variasi $A_w$	Kadar gliserol W/W %	Nilai M
0,50	80,65	4,9364
0,55	77,30	5,5053
0,60	73,40	5,6444
0,65	69,05	5,8092
0,70	64,15	6,2879
0,75	58,61	6,6768

Persamaan regresi gemaris ( $y = 3,47x - 5,34x$ ) data Tabel 2 tersebut menghasilkan harga a dan b masing-masing 3,47 dan -5,34. Gambar garis regresi disajikan pada Gambar 1. Dengan menggunakan nilai a dan b serta nilai M hancuran kotiledon yang telah ditemukan, menurut cara Mc Cune, nilai  $A_w$  awal hancuran kotiledon biji kakao ditemukan sebesar 0,94. Untuk inkubasi reaksi enzimatis pencoklatannya ditemukan suhu bola basah 102°F.

Rata-rata kadar polifenol sisa yang didapatkan dari tiga ulangan analisa untuk masing-masing variasi  $A_w$  disajikan pada Tabel 3.



**Gambar 1. Garis regresi persamaan  $y = 3,47 - 5,34 x$**

**Tabel 3. Rata-rata hasil analisa kadar sisa polifenol pada berbagai waktu inkubasi dan variasi nilai aktivitas air ( $A_w$ ) dalam persen berat kering**

Lamanya waktu (jam)	Variasi nilai aktivitas air ( $A_w$ )					
	A (0,50)	B (0,60)	C (0,70)	D (0,80)	E (0,90)	K (0,94)
0	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68
4	6,62	6,47	6,43	6,18	6,24	6,40
8	6,45	6,31	6,35	5,60	6,76	6,10
12	6,38	6,00	5,72	5,14	5,31	5,84
16	6,24	5,93	5,26	4,60	4,90	5,56
20	6,20	5,63	5,08	4,15	4,40	5,36

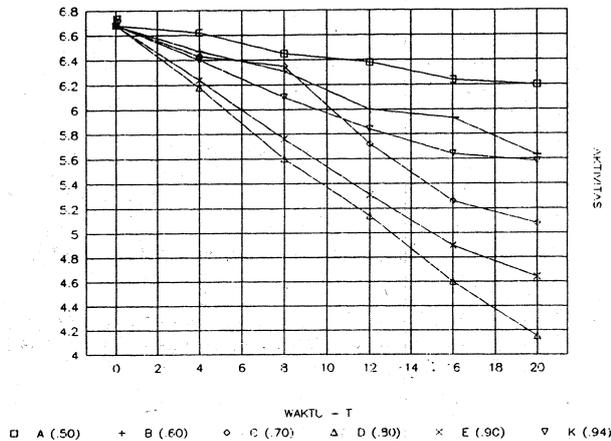
Dari perhitungan Anova dua klasifikasi, tanpa ulangan didapatkan perbedaan antar waktu inkubasi sangat nyata dengan nilai F sebesar 9,738. Varian antar  $A_w$  juga sangat nyata.

Scatter diagram masing-masing nilai  $A_w$  sebagai penggambaran hubungan antara waktu dan sisa polifenol yang tertera pada Tabel 3 memberikan petunjuk jenis regresi gemaris. Scatter diagram yang dimaksud disajikan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 5.

Hasil perhitungan statistik untuk persamaan regresi masing-masing variasi  $A_w$  dengan waktu sebagai variabel bebas dan sisa kadar polifenol sebagai variabel tidak bebas masing-masing dengan koefisien korelasinya disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Persamaan regresi masing-masing variasi  $A_w$  antara waktu reaksi dan kadar polifenol sisa berikut koefisien korelasinya**

Variasi $A_w$	Persamaan regresi $y = \text{waktu}, x = \text{kadar}$	Koefisien korelasi
0,50	$y = 6,69 - 0,03 x$	0,989
0,60	$y = 6,68 - 0,05 x$	0,969
0,70	$y = 6,79 - 0,09 x$	0,971
0,80	$y = 6,67 - 0,13 x$	0,974
0,90	$y = 6,64 - 0,10 x$	0,998
0,94	$y = 6,61 - 0,06 x$	0,995



**Scatter diagram sisa polifenol (aktivitas) variasi  $A_w$  pada waktu inkubasi (T) yang berbeda**

Antara dua variabel yang hubungannya dinyatakan dengan persamaan di atas, nilai koefisien korelasinya menunjukkan tingkat hubungan yang erat yaitu di sekitar 0,90; karenanya kelerengan garis regresinya dapat dipakai sebagai petunjuk kecenderungan yang cukup baik.

Kelerengan (slope) persamaan regresi masing-masing variasi  $A_w$  menunjukkan kecepatan penurunan senyawa polifenol sisa atau kecepatan berlangsungnya reaksi pencoklatan enzimatik. Lebih jelasnya kelerengan yang dimaksud dituliskan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Kelerengan (slope) persamaan regresi antara waktu dan sisa kadar polifenol masing-masing variasi  $A_w$**

Variasi $A_w$	Kelerengan persamaan
0,50	0,026
0,60	0,051
0,70	0,087
0,80	0,127
0,90	0,105
0,94	0,067

Semakin besar nilai kelerengan menunjukkan kecenderungan penurunan sisa polifenol yang menajam atau reaksi pencoklatan yang cepat.

Dari data Tabel 5, pada variasi nilai  $A_w$  0,90 dan yang lebih besar terbaca adanya ketepatan reaksi yang kurang; juga pada nilai  $A_w$  70 dan yang lebih kecil. Kecepatan penurunan kadar sisa polifenol yang besar terungkap pada variasi nilai  $A_w$  0,80. Ini berarti bahwa keberadaan kondisi keterikatan air di dalam jaringan kotiledon, yang mendukung reaksi pencoklatan yang dinyatakan dengan nilai  $A_w$  optimal, dapat dipastikan, yaitu bernilai sekitar 0,80.

Dengan menggunakan pengetahuan tersebut, penggunaan berlangsungnya fermentasi internal di tahap pengeringan akan menjadi lebih terkendali, dan terjadinya biji slaty akan dapat ditekan. Pengurangan kadar air biji kakao setelah tahap fermentasi external sampai dicapai nilai  $A_w$  sekitar 0,80 dan dipertahankan pada nilai tersebut akan cepat menuntaskan pencoklatan biji kakao, dan kemudian penguapan air sama kadar air standar (7 persen) dapat dilakukan dengan cepat. Dalam pelaksanaan operasi pengeringan biji kakao dengan demikian perlu diatur laju penguapan airnya dalam tiga tahap, yaitu laju penguapan cepat sampai dicapai  $A_w$  0,80 pada tahap I, pada tahap II diusahakan tidak ada penguapan sampai pencoklatan tuntas. Pada tahap III laju penguapan dapat secepatnya dilakukan.

#### 4. KESIMPULAN

- (1) Terbukti bahwa memang terdapat kondisi berupa keterikatan air oleh kotiledon biji kakao ( $A_w$ ) yang menentukan laju reaksi pencoklatan enzimatik polifenol kakao.
- (2) Ditemukan nilai  $A_w$  kotiledon biji kakao yang bernilai dibawah 0,70 dan diatas 0,90 memberikan kondisi laju reaksi pencoklatan yang rendah.
- (3) Untuk laju reaksi pencoklatan yang tinggi ditemukan pada nilai optimal  $A_w$  kotiledon biji kakao sekitar 0,80.
- (4) Dapat dirumuskan bahwa untuk pengeringan biji kakao laju penguapan air perlu dikendalikan sesuai dengan keberadaan kondisi keterikatan air di dalam kotiledon agar tidak diperoleh biji slaty.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Pagilaran yang telah memungkinkan terlaksananya penelitian ini dan kepada Ir. Andianto yang telah membantu mengerjakan analisa laboratorium untuk kadar tanin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acker, L.W (1969). Water activity and enzyme activity. *Food Tech.* 23: 1257.
- Anonim (1989). Statistik Perkebunan Indonesia tahun 1984 – 1989. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- \_\_\_\_\_ (1990). Standar Biji Kakao Indonesia. Asosiasi Kakao Indonesia, Jakarta.
- Belitz, H.D., W. Grosch (1987). *Lehrbuch der Lebensmittel chemie*, Springer Verlags, Berlin.
- Forsyth, W.G.C., V.C. Quesnel (1963). The mechanism of cacao curing. *Adv. in Enzymology* (25) 457 – 492.
- Jacobs, M.B. (1951). *The Chemistry and Technology of Food and Food Product*, Vol. II. International Publishers Inc., New York.
- Labausa, T.P. (1971). Kinetics of lipoxidation in foods. *Food Tech.* 2, 355.
- Lehrian, D.W., G.R., Patterson (1983). Cocoa fermentation. *Biotechnology* 5: 544 – 560, Verlag Chemie Weinheim, Florida, Basel.
- Mc. Cune, T.D., K.W., Lang and M.B., Steinberg (1981). Water Activity Determination with Proximity Equilibrium Cell. *J. Food Sci.* 46: 1978.
- Rockland, L.B. (1969). Water activity and storage stability. *Food Tech.* 23: 1241.
- Roelofsen, P.A. (1958). Fermentation, Drying and Storage of Cacao Beans. *Advan. Food Res.* 8, 285 – 296.
- Schwimmer, S. (1980). The Influence of Water Activity on Enzyme Reactivity and Stability. *Food Tech.* 34: 64.
- Siswoputranto, P.S. (1989). Pengembangan dan prospek kakao dunia dan kepentingan Indonesia. Makalah dalam Musda I Askindo, Surabaya.
- Troller J.A., J.H.B. Christian (1978). *Water Activity and Food*. Academic Press, New York - London.
- Yuslyn, M.A. (1970). *Method in Food Analysis*. Academic Press, New York - London.