

MODEL PERSAMAAN KADAR AIR KESEIMBANGAN DESORPSI ISOTERMIS JAGUNG

(Desorption Equilibrium Moisture Content Isotherm of Corn)

Lamhot P. Manalu¹

Abstract

The concept of equilibrium moisture content or EMC is important in study of storage. The EMC of cereal grain is defined as the moisture content of the material after it has been exposed to a particular environment for an infinitely long period of time. The EMC is dependent upon the humidity and temperature conditions of the environment.

The more important limitation in process design for agricultural products is the lack of experimental data can be found. The variety of products and the differences in measurement method make limitation on the value of the available data, especially for Indonesian's products. The data are needed to get information about moisture content change when product was processed like storage or drying. The objective of this research is to determine the EMC equation models of local corn with the static method. The result indicates that Chung-Pfost and polynomial models are better representative to predict the EMC than Henderson's.

Keywords : equilibrium moisture content, desorption, isotherm, storage, corn

PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman pangan biji-bijian yang memegang peranan penting setelah padi di Indonesia. Jumlah produksinya pada tahun 1999 adalah 9.172.000 ton atau yang kedua terbesar untuk tanaman biji-bijian setelah padi (Tabel 1).

Pada saat ini tanaman jagung dan tanaman kedelai mendapat prioritas untuk ditingkatkan produksinya terutama setelah Indonesia mencapai tingkat swasembada beras pada tahun 1985. Peningkatan produksi tersebut juga diikuti dengan peningkatan penanganan pasca panen.

Kenyataan memperlihatkan bahwa keberhasilan Indonesia dalam mencapai tingkat swasembada beras dapat dikatakan adalah keberhasilan dalam kegiatan pra panen, keberhasilan ini

ternyata belum diikuti oleh kegiatan pasca panen.

Tabel 1. Produksi beberapa tanaman pangan tahun 1996-1999 (ribu ton)

Jenis tanaman	1996	1997	1998	1999
Padi	51.102	49.377	49.237	50.402
Jagung	9.307	8.771	10.169	9.172
Ubi kayu	17.002	15.134	14.696	16.347
Ubi jalar	2.018	1.848	1.935	1.627
Kacang tanah	738	688	692	647
Kcng. kedele	1.517	1.357	1.306	1.372

Sumber : Biro Pusat Statistik (2000)

Sejak tahun 1979 pasca panen padi telah mampu meningkatkan/ mempertahankan produksi padi melalui peneakan susut berat dan mutu sebesar 5-6% per tahun. Saat ini kegiatan pasca panen lebih dituntut untuk berperan

¹ Peneliti pada Pusat Teknologi Agroindustri - BPPT

dalam usaha mengurangi susut dan mempertahankan mutu. Pasca panen melingkupi kegiatan perontokan/pemipilan, pengangkutan, pengeringan, penyimpanan serta penggilingan. Pengkajian dan penerapan teknologi baik yang sederhana ataupun maju untuk setiap kegiatan tersebut perlu dilakukan. Kadar air suatu bahan berhubungan erat dengan kegiatan pasca panen terutama pada kegiatan pengeringan dan penyimpanan. Hasil pertanian berupa biji-bijian yang mengandung kadar air cukup tinggi ketika dipanen cenderung untuk mengalami kerusakan yang lebih cepat daripada komoditi yang berkadar air lebih rendah. Proses respirasi yang masih berlanjut dan kadar air yang tinggi akan memudahkan mikroorganisme berkembang dan merusak bahan.

Salah satu cara untuk mencegah hal tersebut adalah mengurangi kadar air bahan sehingga tekanan uap air bahan pada suhu tertentu seimbang dengan tekanan uap air lingkungannya. Pengetahuan tentang kadar air keseimbangan ini diperlukan dalam perhitungan-perhitungan desain sistem pengeringan dan penyimpanan bahan. Beberapa pendahulu sudah mencoba memperlihatkan hubungan antara kadar air keseimbangan jagung terhadap suhu dan kelembaban nisbi seperti Henderson (1952), Haynes (1961), Chung-Pfost (1967), Thompson (1967), Gustafson (1972) dan Hall (1979). Pada umumnya hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan yang mempunyai nilai konstanta yang spesifik untuk setiap komoditi. Persamaan sorpsi isothermis dikompilasi oleh ASAE yang telah dimuat di dalam standar ASAE (ASAE Standards, 1994 : p. 436).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan persamaan kadar air keseimbangan jagung sebagai fungsi suhu dan kelembaban nisbi serta kurva desorpsi isothermisnya. Diharapkan persamaan dan grafik isothermik yang diperoleh akan menambah informasi

tentang kadar air keseimbangan jagung khususnya varietas yang ada di Indonesia dan selanjutnya persamaan ini dapat digunakan untuk perhitungan-perhitungan yang menggunakan kadar air jagung ketika mendesain sistem pengeringan dan penyimpanan.

PASCA PANEN JAGUNG

Jagung sebagian besar dipanen pada musim hujan sehingga banyak masalah yang timbul. Tanaman jagung pada umumnya sudah cukup masak dan siap dipanen pada umur 7 sampai 8 minggu setelah pembungaan (Suprpto, 1985). Jagung yang dipanen masih muda akan menghasilkan butir pecah atau rusak ketika dipipil, demikian juga bila dipanen terlalu tua.

Setelah dipanen tongkol jagung dijemur sampai cukup kering kemudian dipipil dan dijemur lagi. Untuk jumlah kecil pemipilan dapat dilakukan dengan tangan atau pemipil kayu, tetapi dalam jumlah besar sebaiknya digunakan alat/mesin pemipil karena lebih menghemat waktu.

Di Indonesia pengeringan jagung kebanyakan masih dilakukan dengan penjemuran, bahkan ada juga yang menjemur pada bambu diatas tungku dalam bentuk jagung klobot. Penggunaan mesin pengering masih jarang dilakukan. Menurut Esmay (1970) alat pengering mekanis tipe bak lebih mudah digunakan dan diterapkan pada petani-petani di desa-desa negara berkembang khususnya negara tropis. Pengeringan dilakukan pada kisaran suhu 35-45 °C.

KADAR AIR

Air dalam suatu bahan berdasarkan keadaannya dapat dibedakan mejadi air bebas dan terikat. Air bebas adalah yang terdapat pada permukaan bahan. Air yang terikat adalah air yang terdapat didalam bahan dan masih dibedakan menjadi air yang terikat secara fisik, kimiawi dan biologi

(Rockland dalam Heldman et al., 1981). Kadar air suatu bahan menunjukkan sejumlah air bebas dan terikat yang terkandung didalam bahan. Henderson dan Perry (1976) menyarankan agar kadar air dinyatakan dalam basis basah atau basis kering.

Kadar air basis basah adalah perbandingan antara bobot air dalam bahan terhadap bobot bahan, sedangkan kadar air basis kering adalah perbandingan antara berat air bahan terhadap berat keringnya, yaitu berat bahan dikurangi berat airnya.

Suatu bahan yang disimpan akan menyerap air bila berada dilingkungan yang kelembaban nisbi (RH) nya tinggi dan akan melepaskan air bila RH lingkungannya rendah (Hall dan Davis, 1979). Dengan perkataan lain, kadar air bahan akan ditentukan oleh RH lingkungannya. Kadar air berfungsi untuk menjaga kemantapan selama penyimpanan karena kadar air adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikro organisme perusak seperti jamur. Faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah suhu biji-bijian, benda asing yang tercampur dalam biji-bijian dan organisme lain seperti serangga (Christensen dan Kauffmann dalam Brooker et al, 1981)

KADAR AIR KESEIMBANGAN

Kadar air keseimbangan didefinisikan sebagai kadar air pada saat tekanan uap air bahan seimbang dengan tekanan parsial uap air yang berada dilingkungan (Heldman et al, 1981), sedangkan kelembaban relatif pada saat tercapainya kadar air keseimbangan disebut kelembaban relatif keseimbangan. Konsep kadar air keseimbangan diperlukan dalam analisis sistem penyimpanan dan pengeringan biji-bijian, karena kadar air keseimbangan menentukan tingkat kadar air minimum yang dapat dicapai pada suatu kondisi pengeringan

tertentu. Kadar air keseimbangan dipengaruhi oleh kelembaban relatif dan suhu lingkungan, juga oleh varietas biji-bijian, tingkat kematangan dan cara pengukurannya (Brooker et al, 1981).

Penurunan kadar air suatu bahanyang diletakkan di dalam suatu ruang dengan kelembaban relatif rendah dan suhu yang tinggi disebut desorpsi. Sebaliknya bila suatu bahan yang relatif kering menyerap air dari lingkungan yang mempunyai kelembaban relatif lebih tinggi dan suhu rendah, dikatakan bahwa bahan tersebut mencapai kadar air keseimbangannya melalui adsorpsi. Proses desorpsi dan adsorpsi ini disebut juga sorpsi isotermis (Henderson dan Perry, 1976).

Ada perbedaan yang nyata antara kadar air keseimbangan desorpsi dan adsorpsi pada kondisi suhu dan RH yang sama yaitu bahwa kadar air keseimbangan desorpsi lebih tinggi dari pada kadar air keseimbangan adsorpsi. Fenomena ini disebut sebagai histerisis (Christensen, 1974).

Plot antara kadar air dan RH pada suhu tertentu dikenal sebagai kurva kadar air keseimbangan pada suhu tetap atau sorpsi isotermis. Untuk produk pertanian termasuk biji-bijian kurvanya berbentuk *sigmoid* (berbentuk S).

Menurut Brooker et al, (1981) ada dua cara atau metode untuk menentukan kadar air keseimbangan yaitu metode statis dan dinamis. Pada metode statis biji-bijian dibiarkan dalam keadaan tenang untuk mencapai keseimbangannya, biasanya dipergunakan larutan kimia untuk menjaga kemantapan RH lingkungannya. Untuk mencapai keseimbangan diperlukan waktu beberapa hari. Pada metode dinamis ada meka-nisme pergerakan udara, cara ini lebih cepat. Kendalanya adalah pada pengendalian Rhnya

Metode dinamis pada umumnya dipakai pada analisis pengeringan sedangkan metode statis untuk analisis penyimpanan.

MODEL PERSAMAAN KADAR AIR KESEIMBANGAN

Kurva kadar air keseimbangan dapat digambarkan dari beberapa persamaan matematis yang didapat secara teoritis, semi teoritis ataupun empiris. Persamaan ini berguna dalam membuat model dan optimasi pengeringan.

Langmuir (1918) dalam Brooker *et al.* (1981) mengajukan persamaan yang didasarkan pada asumsi bahwa adsorpsi bersifat satu lapis molekul air, tidak terjadi interaksi antara molekul-molekul gas yang diadsorpsi dan permukaan adsorben dianggap rata dan seragam. Persamaannya sebagai berikut :

$$\frac{M}{M_1} = \frac{b P_v}{1 + b P_v} \quad (1)$$

dimana M_1 adalah banyaknya gas yang diadsorpsi pada satu lapis molekul air dan b adalah konstanta yang tergantung pada suhu dan jenis bahan.

Brunauer, Emmet dan Teller (1938) dalam Heldman *et al.* (1981) mengajukan suatu model yang dikenal dengan persamaan BET.

$$\frac{M}{M_1} = \frac{c RH}{(1-RH)(1+(c-1)RH)} \quad (2)$$

Menurut Heldman *et al.* (1981) persamaan BET dapat menggambarkan kurva kadar air keseimbangan dengan baik hanya sampai kelembaban relatif keseimbangan 40%.

Henderson (1952) menentukan model persamaan semi empiris untuk menduga kadar air keseimbangan biji-bijian. Bentuk persamaan yang didasarkan pada teori termodinamika tersebut adalah:

$$1 - RH = \exp(-c_1 T Me^{c_2}) \quad (3)$$

Thompson (1967) dalam Brooker *et al.* (1981) secara empiris telah mendapatkan nilai konstanta persamaan (3) untuk komoditi jagung. Dengan sedikit modifikasi Thompson memberikan persamaan sebagai berikut :

$$1 - RH = \exp(-3.8195 \times 10^{-5}(T + 50)Me^{2.6}) \quad (4)$$

Suatu persamaan lain yang telah dikembangkan oleh Chung dan Pfof (1967) diberikan dalam bentuk,

$$\ln(RH) = \frac{-c_1}{RT} \exp(-c_2 Me) \quad (5)$$

dimana R adalah konstanta gas yang besarnya $8.31 \times 10^3 \text{ JK}^{-1} \text{ kmol}^{-1}$. Haynes (1961) dalam Brooker *et al.* (1981) mengajukan persamaan empirisnya sebagai berikut :

$$\ln(P_v) = c_1 + c_2 \ln(P_{vs}) + c_3 \ln(Me) + c_4 \ln(P_{vs})^2 + c_5 \ln(P_{vs} Me) \quad (6)$$

Konstanta c_1 sampai c_5 untuk jagung berturut-turut adalah : -1.6435, 1.4371, 0.1193, -0.0025 dan -0.0160.

Menurut Brooker *et al.* (1981), dalam prakteknya belum ada persamaan kadar air keseimbangan teoritis dan semi teoritis yang cukup dapat mewakili pada semua selang suhu dan RH. Persamaan kadar air keseimbangan yang didapat secara empiris ternyata dapat menggambarkan nilai Me yang lebih baik, karena itu di dalam aplikasinya persamaan empiris yang sifatnya eksplisit lebih banyak dipakai.

PERCOBAAN

Jagung yang digunakan sebagai bahan dalam percobaan ini adalah varietas Arjuna yang dipanen pada umur 90 hari setelah tanam. Beberapa butir jagung pipilan (5-7 gram) diletakkan dalam cawan (petri) membentuk satu lapisan tipis. Bahan tersebut ditaruh dalam desikator yang

berisi larutan garam jenuh dan ditutup, sebelumnya permukaan desikator diberi vaselin agar desikator kedap udara. Selanjutnya desikator yang sudah berisi contoh (sampel) disimpan dalam inkubator yang sudah tertentu suhunya.

Perlakuan kelembaban nisbi (RH) diatur dengan cara memilih larutan garam jenuh yang sesuai dengan RH yang diinginkan. Menurut penelitian Eckhoff *et al.*, (1982) diperlukan waktu 20 menit agar kelembaban di dalam desikator kembali kepada keadaan semula setelah penimbangan. Pada Tabel 2 dapat dilihat nilai RH beberapa larutan garam jenuh yang dipakai dalam percobaan ini.

Perlakuan suhu diatur melalui inkubator sehingga suhu dapat dipertahankan konstan. Percobaan dilakukan pada tingkat suhu 35°, 40°, 45°, dan 50° C dengan fluktuasi suhu ± 1° C. Data yang dicatat adalah bobot sampel/bahan pada waktu-waktu tertentu (interval setengah sampai satu jam) sampai berat bahan relatif tidak berubah (perubahan berat sudah tidak lebih kecil dari 0.001 gram). Penimbangan dilakukan dengan neraca analitik merek Mettler (maksimum 160 gram deviasi 0.0001 gram). Untuk menentukan kadar air awal dipakai metode oven. Bahan dikeringkan dalam oven pada suhu 103 °C selama 72 jam (Henderson, 1976).

Tabel 2. Nilai RH beberapa larutan garam jenuh pada beberapa tingkat suhu (persen)

Larutan garam jenuh	Suhu (°C)				
	35 ^a	40	45	50	lainnya
LiCl	11	11 ^d	11 ^c	11 ^b	-
CH ₃ COOK	21	20 ^d	20 ^c	20 ^c	13(168 ^o) ^b
MgCl ₂	32	32 ^d	32 ^c	32 ^b	-
K ₂ CO ₃	43	43 ^d	43 ^d	42 ^c	40(80 ^o) ^e
NaBr	55	54 ^d	54 ^c	53 ^c	51(70 ^o) ^e
CuCl ₂	67	67 ^c	66 ^c	66 ^c	64(65 ^o) ^e
(NH ₄) ₂ SO ₄	79	79 ^d	79 ^c	79 ^b	75(108 ^o) ^e

Sumber :

- a) Rockland (1960)
- b) Gustafson (1972) dalam Brooker *et al* (1981)
- c) Interpolasi

- d) Wink dan Sears (1950) dalam Matz (1965)
- e) Liley *et al* (1974)

METODE PENENTUAN KONSTANTA PERSAMAAN

Persamaan yang akan ditentukan koefisiennya adalah persamaan (3) dan (5) yaitu persamaan Henderson dan Chung-Pfost. Metode yang dipakai adalah metode kuadrat terkecil (*least square*). Nilai-nilai Me untuk setiap pasangan RH dan T yang didapatkan diregresi untuk mendapatkan nilai koefisien persamaan tersebut dengan terlebih dahulu menyederhanakan persamaannya dengan cara melogaritmakan kedua ruas.

Bila persamaan kadar air keseimbangan dibuat sebagai fungsi polinomial yang dibatasi sampai pangkat dua maka model persamaannya adalah :

$$Me = a_0 + a_1RH + a_2RH^2 \quad (7)$$

dimana $a_0 = a_{01}$ untuk suhu 35°C, $a_0 = a_{02}$ untuk suhu 40°C, $a_0 = a_{03}$ untuk suhu 45°C, $a_0 = a_{04}$ untuk suhu 50°C dan seterusnya untuk a_1 dan a_2 , sehingga akan didapatkan empat buah persamaan untuk empat tingkat suhu. Nilai a_0 , a_1 dan a_2 dapat dicari dari beberapa persamaan dibawah ini,

$$\left. \begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum RH_i + a_2 \sum RH_i^2 &= \sum Me_i \\ a_0 \sum RH_i + a_1 \sum RH_i^2 + a_2 \sum RH_i^3 &= \sum Me_i RH_i \\ a_0 \sum RH_i^2 + a_1 \sum RH_i^3 + a_2 \sum RH_i^4 &= \sum Me_i RH_i^2 \end{aligned} \right\} (8)$$

Setelah nilai a_0 , a_1 dan a_2 didapatkan, maka dapat dibuat persamaan umum Me sebagai fungsi suhu dan RH dengan mengganti koefisien a_0 , a_1 dan a_2 dengan suatu nilai yang merupakan fungsi dari suhu.

$$a_0 = c_1 + c_2 t + c_3 t^2 + c_4 t^3 \quad (9)$$

Nilai $c_1 - c_4$ dicari dengan persamaan dibawah ini :

$$\left. \begin{aligned} c_1 + (35) c_2 + (35)^2 c_3 + (35)^3 c_4 &= a_{o1} \\ c_1 + (40) c_2 + (40)^2 c_3 + (40)^3 c_4 &= a_{o2} \\ c_1 + (45) c_2 + (45)^2 c_3 + (45)^3 c_4 &= a_{o3} \\ c_1 + (50) c_2 + (50)^2 c_3 + (50)^3 c_4 &= a_{o4} \end{aligned} \right\} (10)$$

Dengan cara yang sama nilai a_1 dan a_2 diganti seperti prosedur di atas sehingga akan didapat persamaan umum M_e sebagai fungsi suhu dan RH dalam bentuk persamaan kuadrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN KARAKTERISTIK PROSES DESORPSI

Pada Gambar 1 dapat dilihat kurva kecenderungan desorpsi isothermis pada suhu 40°C . Secara umum terlihat bahwa pada saat-saat awal kadar air turun dengan cepat dan kemudian turun perlahan-lahan menuju kadar air keseimbangannya.

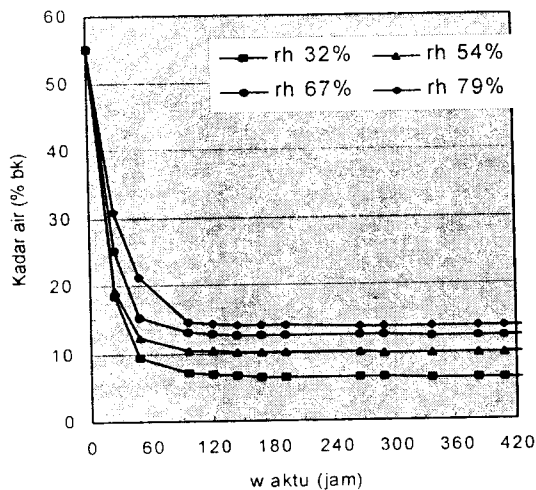
Pada suhu yang sama, kenaikan nilai kelembaban nisbi (RH) menyebabkan waktu untuk mencapai kadar air keseimbangan semakin lama dan nilai kadar air keseimbangannya semakin tinggi. Untuk nilai kelembaban nisbi yang sama, kenaikan suhu akan mempercepat waktu untuk mencapai keseimbangan dan nilai kadar air keseimbangan semakin

rendah.

Porter *et al* (1974) menyatakan bahwa proses desorpsi adalah proses keluarnya air atau uap air secara difusi. Pada peristiwa ini terjadi dua proses secara simultan yaitu pindah masa dan pindah panas atau energi untuk penguapan. Pindah masa yang berlangsung di dalam bahan dapat berupa cairan atau uap air. Air atau uap air akan bergerak menuju ke permukaan dan keluar dalam bentuk uap, hal ini terjadi karena adanya perbedaan kosentrasi kadar air.

Selanjutnya Porter membagi penyebab pergerakan air selama proses desorpsi ke dalam dua kondisi yaitu mekanisme internal dan kondisi eksternal. Mekanisme internal mencakup difusivitas, kapilaritas, pergerakan air karena penyusutan, perbedaan tekanan, gravitasi, evaporasi dan kondensasi. Sedangkan suhu, kelembaban nisbi (RH) dan aliran udara termasuk ke dalam kondisi eksternal.

Menurut Brooker *et al.* (1981), pergerakan air keluar mengakibatkan konsentrasi air dalam bahan menurun dan selisih tekanan uap air dalam bahan dan lingkungan semakin kecil sehingga laju difusi juga menurun.



Gambar 1. Kurva karakteristik desorpsi isothermis biji jagung pada suhu 40°C

Apabila tekanan uap air dalam bahan dan lingkungan sudah seimbang maka proses disorpsi akan berhenti.

dengan COD berturut-turut 96%, 96%, 96% dan 97%. Kurva dari persamaan (13) diplotkan pada Gambar 3. Persamaan umum yang didapatkan untuk model Henderson adalah :

8.2. MODEL PERSAMAAN KADAR AIR KESEIMBANGAN

Persamaan Chung-Pfost yang didapatkan berturut-turut pada suhu 35°, 40°, 45° dan 50°C adalah :

$$\left. \begin{aligned} \ln RH &= \frac{-3.5177 \times 10^4}{R} \exp(-0.1727Me) \\ \ln RH &= \frac{-4.2319 \times 10^4}{R} \exp(-0.2160Me) \\ \ln RH &= \frac{-3.3796 \times 10^4}{R} \exp(-0.2084Me) \\ \ln RH &= \frac{-2.7009 \times 10^4}{R} \exp(-0.2076Me) \end{aligned} \right\} (11)$$

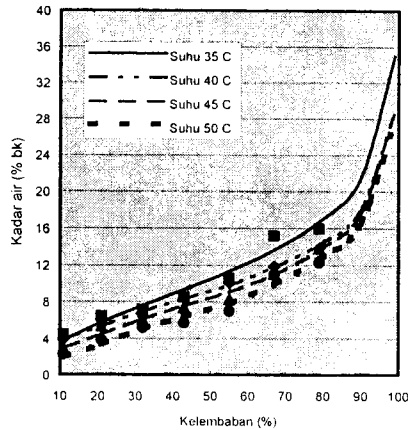
dengan COD (*coefficient of determination*) berturut-turut 95%, 97%, 97% dan 96%. Bentuk kurva dari persamaan (11) diplotkan pada Gambar 2. Dengan meregresi semua nilai Me pada setiap pasangan suhu dan RH didapatkan persamaan umumnya sebagai berikut :

$$\ln RH = \frac{-9.3802 \times 10^6}{RT} \exp(-0.1828Me) \quad (12)$$

dengan COD sebesar 89%. Model persamaan Chung-Pfost ini cukup baik untuk mewakili data yang diregresi. Persamaan kadar air keseimbangan berikut didasarkan pada model yang diajukan oleh Henderson (persamaan 3). Regresi nilai Me dengan metoda kuadrat terkecil menghasilkan persamaan berikut berturut-turut untuk suhu 35°, 40°, 45°, dan 50°C :

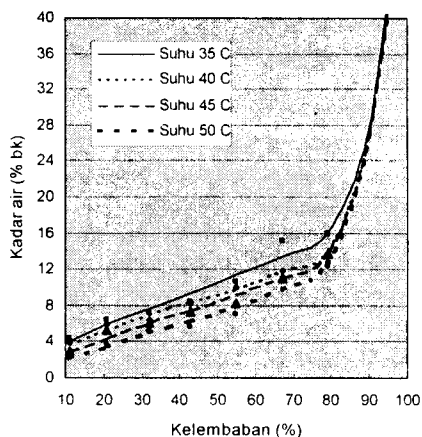
$$\left. \begin{aligned} 1 - RH &= \exp(-2.5874 \times 10^{-5} T Me^{1.89723}) \\ 1 - RH &= \exp(-2.5678 \times 10^{-5} T Me^{1.90232}) \\ 1 - RH &= \exp(-5.5523 \times 10^{-5} T Me^{1.70984}) \\ 1 - RH &= \exp(-1.0911 \times 10^{-4} T Me^{1.49354}) \end{aligned} \right\} (13)$$

Model Chung-Pfost



Gambar 2. Kurva kadar air keseimbangan dari model persamaan Chung-Pfost

Model Henderson



Gambar 3. Kurva kadar air keseimbangan dari model persamaan Henderson

$$1 - RH = \exp(1.06564 \times 10^{-4} T Me^{1.37521}) \quad (14)$$

dengan COD = 68%.

Persamaan regresi kadar air keseimbangan versus RH empiris yang menggunakan persamaan kuadratik (dengan metoda kuadrat terkecil) berturut-turut pada suhu 35°, 40°, 45° dan 50°C adalah :

$$\begin{aligned} Me &= 3.71065 + 7.59174 RH + 10.9584 RH^2 \\ Me &= 2.51567 + 13.5765 RH + 0.65747 RH^2 \quad (15) \\ Me &= 2.70461 + 7.04314 RH + 8.45510 RH^2 \\ Me &= 1.69870 + 6.71363 RH + 8.88495 RH^2 \end{aligned}$$

dengan COD masing-masing 96%, 94%, 97%, 96%. Selanjutnya persamaan (15) dibuat menjadi satu persamaan umum dengan mengganti koefisien-koefisiennya dengan nilai-nilai yang merupakan fungsi dari suhu. Persamaan yang didapatkan adalah :

$$\begin{aligned} Me &= (267.44254 - 18.73308 t + 0.440282 t^2 \\ &- 0.00344 t^3) + (-1957.45699 + 139.17086 t - \\ &3.24588 t^2 + 0.02496 t^3) RH + (2728.99189 - \\ &191.34337 t + 4.43658 t^2 - 0.03396 t^3) RH^2 \end{aligned} \quad (16)$$

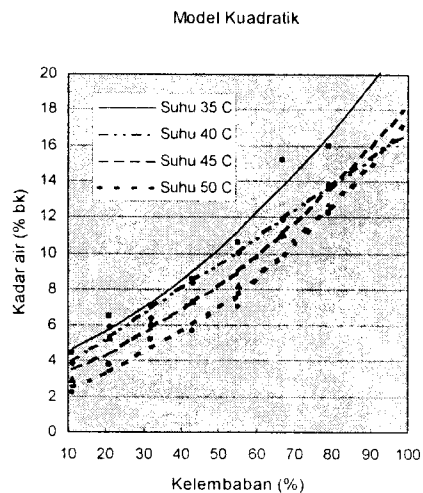
dengan nilai COD = 84%. Kurva persamaan (16) diplot pada Gambar 4.

8.3. KURVA SORPSI ISOTERMIS

Brooker et al. (1981) dan Winarno et al. (1983) menyatakan bahwa bentuk sorpsi isotermis untuk setiap biji-bijian umumnya berbentuk kuva sigmoid. Kurva sorpsi isotermis menggambarkan hubungan antara kadar air bahan dan kelembaban (RH) lingkungannya dalam keadaan keseimbangan pada suhu tertentu.

Pada Gambar 2, 3 dan 4 terlihat kurva sorpsi isotermis kadar air keseimbangan jagung pada suhu 35 – 50 °C. semakin tinggi suhu kurva sorpsi isotermis semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kurva sorpsi isotermis unik untuk setiap suhu.

Kurva dari persamaan Chung-Pfost dan Henderson berbentuk sigmoid, pada selang RH rendah kurva cekung kearah sumbu RH, pada selang RH sedang kurva hampir linier dan pada selang RH tinggi kurva cekung mendekati sumbu tegak.



Gambar 4. Kurva kadar air keseimbangan dari model persamaan kuadratik

Menurut Winarno et al. (1983) sorpsi isotermis dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu sorpsi pada selang RH rendah menyatakan adsorpsi bersifat satu lapis molekul air, sorpsi pada selang RH sedang menyatakan terjadinya pertambahan lapisan di atas lapis molekul air dan sorpsi pada selang RH tinggi menunjukkan terjadinya kondensasi air dalam bahan.

Tidak ada suatu nilai kelembaban relatif tertentu yang dapat dijadikan ukuran sebagai batas suatu daerah dengan daerah lainnya. Adanya kurva desorpsi memberikan bukti mengenai hal ini (Winarno et al. 1983).

Kenyataan ini mengakibatkan terbatasnya pemakaian model persamaan matematik untuk

menggambarkan bentuk keseluruhan sorpsi isotermis, karena kurvanya bukanlah satu kurva secara keseluruhan tetapi merupakan paduan dari tiga kurva.

KESIMPULAN

Model persamaan Chung-Pfost dan persamaan kuadratik lebih mewakili data percobaan dibandingkan dengan model persamaan Henderson. Bentuk persamaan Chung-Pfost untuk Me jagung adalah :

$$\ln(RH) = \frac{-9.3802 \times 10^6}{RT} \exp(-0.1828 Me)$$

Bentuk persamaan kuadratik yang menggambarkan proses desorpsi biji jagung adalah :

$$Mc = (267.44254 - 18.7338t + 0.440282t^2 - 0.00344t^3) + (-1957.45699 + 139.17086t - 3.24588t^2 + 0.02496t^3)RH + (2728.99189 - 191.34337t + 4.43658t^2 - 0.03396t^3)RH^2$$

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrich, S.R. dan E.R. Leng, 1965. Modern Corn Production The Farm Quarterly, Cincinnati, Ohio.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkem dan C.W. Hall. 1981. Drying Cereal Grains. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Duggal, A.K., W.E. Muir dan D.B. Brooker. 1982. Sorption Equilibrium Moisture Contents of Wheat Kernels and Chaff. Trans. Of the ASAE. 25 (4) : 1086.
- Eckhoff, S.R., L.T. Black dan R.A. Anderson. 1982. Predicting the moisture Isotherm for Corn-Soy Milk From Individual Component Moisture Isotherm and Their Possible Effect on Storage Stability. Cereal Chem. 59 (4) : 289.
- Eldeen, Y.I.S., J.I. Blaisdell dan M.Y. Hamdy. 1980. A Model for ear corn drying. Trans. Of ASAE. 23 (5) : 1261.
- Esmay, M.L. 1970. Drying, Storage and Handling of Food Grain in Developing Countries, M.S.U, Michigan.
- Hall, C.W. dan D.C. Davis. 1979. Processing Equipment for Agricultural Products. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Heldman, D.R. dan R.P. Singh. 1981. Food Process Engineering, 2nd Edition. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Henderson, S.M. dan R.L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Hukill, W.V. 1974. Grain Drying. Di dalam C.M. Christensen (ed.). Storage of cereal and Their Products. American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul, Minnesota.
- Hunt, W.H. dan S.W. Pixton. 1974. Moisture-Its Significance, Behavior and Measurment. Di dalam C.M. Christensen (ed.). Storage of cereal and their products. American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul, Minnesota.
- Labuza, T.P. 1975. Interpretation of Sorption date in Relation to the State of Constituent Water. Di dalam R.B. Duckworth (ed). Water Relation of Food. Academic Press Inc. Ltd., London.
- Lange, N.A. 1961. Handbook of Chemistry, 10 th Edition McGraw Hill Book Co., New York.
- Liley, P.E. dan W.R. Gambill 1974. Physical and Chemical data. Di dalam, R.H. Perry dan C.H. Chilton (eds). Chemical Engineers' Handbook, 5 th Edition, p. 3-1. McGraw Hill Book Co., New York.
- Rockland, L.B. 1960. Saturated salt for Static Control of Relative humidity Between 5^o to 40^oC. Anal. Chem. 32 : 1375.

- Stocker, W.F. 1971. Design of thermal System. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Suprpto, H, 1985. Bertanam Jagung. PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Winarno. F.G. dan B.S.L. Jenie. 1983. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Young, J.H. 1976. Evaluation of Models to Describe Sorption and Desorption Equilibrium Moisture Content Iso Therm of Virginia-Type Peanuts. Trans. Of The ASAE. 19 (1) : 146.
- Zurit, C., R.P. Singh, S.M. Moini dan S.M. Henderson. 1979. Desorption Iso Therms of Rough Rice From 10⁰ to 40⁰ C. Trans. Of The ASAE. 22 (2) : 433.