

PENENTUAN KADAR AIR LAPIS TUNGGAL MENGGUNAKAN PERSAMAAN BRUNAUER-EMMETT-TELLER (BET) DAN GUGGENHAIM-ANDERSON-deBOER (GAB) PADA BUBUK TEH

Hatmiyarni Tri Handayani¹, Purnama Darmadji²

¹Email: hatmiyarnitri@gmail.com

²Email: PDarmadji@ugm.ac.id

¹Universitas Muhadi Setiabudi, Jalan P. Diponegoro Km 2 Wanasari, Pesantunan Kota Brebes 52252, Indonesia Telp (0283) 6199000

²Universitas Gadjah Mada, Jalan Flora No.1 Bulaksumur, Sleman 55281, Indonesia Telp (0274) 549650

Abstrak

Pada era globalisasi, industri teh Indonesia akan menghadapi persaingan yang sangat ketat dengan akan diadakannya perdagangan bebas dan semakin mudahnya mobilitas faktor produksi sebagai akibat kemajuan di bidang teknologi komunikasi, informasi, dan transportasi. Upaya-upaya untuk meningkatkan eksistensi dan daya saing teh Indonesia di pasar Internasional dapat dilakukan melalui perbaikan mutu dan fleksibilitas produk teh sesuai dengan selera konsumen. Bubuk teh merupakan hasil pengeringan pucuk teh hijau segar dengan spray dryer. Selama penyimpanan maupun distribusi, bubuk teh mudah mengalami kerusakan akibat penyerapan uap air dari lingkungannya, sehingga menyebabkan turunnya mutu bubuk teh dan berpengaruh terhadap tingkat penerimaan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk penentuan penyimpanan dan distribusi bubuk teh.

Untuk menentukan kadar air lapis tunggal BET (*Brunauer-Emmet-Teller*) diperlukan data $a_w / (1 - a_w)M$. Selanjutnya dibuat kurva regresi linier dengan a_w sebagai sumbu X dan $a_w / (1 - a_w)M$ sebagai sumbu Y, sehingga dari kurva tersebut didapat persamaan garis lurus. Sedangkan untuk menentukan kadar air lapis tunggal GAB (*Guggenheim-Anderson-deBoer*) diperlukan program GAB (*Guggenheim-Anderson-deBoer*) yang selanjutnya data a_w dan kadar air seimbang tersebut dimasukkan ke dalam program dan nantinya akan dihasilkan nilai M_0 , C dan K. Selanjutnya dibuat kurva regresi linier dengan a_w sebagai sumbu X dan $a_w / (1 - a_w)M$ sebagai sumbu Y sehingga dari kurva tersebut didapat persamaan garis lurus.

Hasil penelitian kadar air lapis tunggal (M_0) untuk persamaan BET pada sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr dan sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk, Sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr dan sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan berturut – turut adalah 3,6% (db) dan berada pada $a_w = 0,22$; 3,6% (db) dan berada pada $a_w = 0,22$; 3,6% (db) dan berada pada $a_w = 0,2$; dan 3,8% (db) dan berada pada $a_w = 0,23$. Sedangkan untuk kadar air lapis tunggal GAB berturut – turut adalah 2,7% (db) dan berada pada $a_w = 0,1$; 2,7% (db) dan berada pada $a_w = 0,1$; 2,7% (db) dan berada pada $a_w = 0,095$; dan 3,1% (db) dan berada pada $a_w = 0,11$

Kata kunci : *Bubuk Teh, Kadar Air Seimbang, Aktivitas Air, Kadar Air Lapis Tunggal BET, Kadar Air Lapis Tunggal GAB*

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi, industri teh Indonesia akan menghadapi persaingan yang sangat ketat dengan akan diadakannya perdagangan bebas dan semakin mudahnya mobilitas faktor produksi sebagai akibat kemajuan di bidang teknologi komunikasi, informasi, dan transportasi. Hal tersebut merupakan tantangan yang harus dihadapi supaya komoditi teh Indonesia tetap eksis di

pasar teh internasional (Haryanto, *et al*, 1999).

Upaya-upaya untuk meningkatkan eksistensi dan daya saing teh Indonesia di pasar Internasional dapat dilakukan melalui perbaikan mutu dan fleksibilitas produk teh sesuai dengan selera konsumen. Bubuk teh merupakan diversifikasi produk teh yang dihasilkan dari mengolah pucuk teh yang diperoleh dari mengekstrak pucuk teh segar

dengan ditambah air sehingga diperoleh ekstrak teh, yang selanjutnya dilakukan pengeringan dan akhirnya diperoleh bubuk teh (instant teh) yang diharapkan dapat memperbaiki mutu teh.

Sebagai bahan makanan kering, bubuk teh bersifat higroskopis. Produk ini akan menyerap uap air dari lingkungannya selama penyimpanan dan distribusi. Akibatnya, kadar air dan aktivitas air dalam bubuk teh meningkat. Peningkatan tersebut dapat menimbulkan perubahan sifat bubuk teh yang disebabkan oleh faktor fisik seperti kelembaban, suhu, oksigen, cahaya, debu, dan CO₂. Kerusakan fisik dapat menyebabkan perubahan tekstur, warna, kontaminasi, timbul reaksi kimia atau percepatan reaksi kimia dan percepatan pertumbuhan mikrobia.

Perubahan sifat yang terjadi selama penyimpanan dan distribusi mengakibatkan bubuk teh tidak dapat diterima pasar karena dinilai sudah tidak memenuhi selera. Oleh sebab itu, pemahaman terhadap pola perubahan sifat bubuk teh sangat diperlukan untuk dapat menentukan penyimpanan dan distribusi yang baik khususnya pada bahan kering yang berkaitan dengan kadar air seimbang dan aktivitas air. Pemahaman mengenai sifat tersebut dapat dilakukan dengan menentukan kadar air lapis tunggal dengan persamaan BET (*Brunauer-Emmet-Teller*) dan GAB (*Guggenheim-Anderson-deBoer*).

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian untuk penentuan kadar air lapis tunggal dengan persamaan BET (*Brunauer-Emmet-Teller*) dan GAB (*Guggenheim-Anderson-deBoer*).

2. Metode Penelitian

a. Alat & Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pucuk teh segar yang dipetik dari Kebun Teh PT. Sari Kemuning, Karanganyar, Jawa Tengah. Maltodekstrin, bahan antikempal yaitu PEG 6000. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah LiCl, K₂CO₃, NaNO₂, NaCl, KCl, dan toluena serta untuk mengukur permeabilitas kemasan digunakan silica gel.

Alat yang digunakan adalah alat preparasi (kain saring, timbangan analitis, pisau, erlenmeyer, blender, microwave, dan gelas ukur) dan spray dryer.

b. Penentuan Kadar Air Seimbang

Satu sampai dua gram bubuk teh dimasukkan ke dalam cawan aluminium yang sebelumnya telah dioven sampai berat konstan. Selanjutnya cawan aluminium berisi sampel dimasukkan toples yang telah terisi oleh larutan garam jenuh pada berbagai tingkat a_w. Larutan garam jenuh sebelumnya diinkubasi terlebih dahulu selama 24 jam. Kemudian toples ditutup rapat dan disimpan pada suhu 28°C. Aktivitas air (a_w) beberapa larutan garam jenuh pada suhu 28°C ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 1. Aktivitas Air (a_w) Beberapa Larutan Garam Jenuh pada Suhu 28 °C

Larutan Garam Jenuh	Aktivitas Air (a _w)
LiCl	0,1124
K ₂ CO ₃	0,4412
NaNO ₃	0,6495
NaCl	0,7562
KCl	0,8447

Selama penyimpanan, perubahan berat sampel dipantau mulai hari ke-7 dan selanjutnya tiap hari sampai berat konstan. Pada toples dengan larutan garam yang mempunyai RH lebih dari 60%, diberi 5 ml toluena yang dimasukkan dalam cawan tersendiri. Toluena yang ditambahkan dimaksudkan agar sampel tidak ditumbuhi jamur. Setelah mencapai berat konstan, maka dilakukan analisis kadar air (db) untuk masing-masing sample. Kadar air ini dinamakan kadar air seimbang (*equilibrium moisture content*).

c. Penentuan Kadar Air Lapis Tunggal BET

Data yang didapat dari penentuan kurva ISL adalah a_w dan kadar air seimbang. Untuk menentukan kadar air lapis tunggal BET (*Brunauer-Emmet-Teller*) diperlukan data a_w / (1-a_w)M. Selanjutnya dibuat kurva regresi linier dengan a_w sebagai sumbu X dan a_w / (1-

a_w)M sebagai sumbu Y, sehingga dari kurva tersebut didapat persamaan garis lurus.

Kadar air lapis tunggal BET (*Brunauer-Emmet-Teller*) ditentukan dengan menggunakan rumus (Labuza, 1984):

$$Mo = \frac{1}{I + S}$$

Keterangan :

Mo = Kadar air lapis tunggal BET, % berat kering (db)

I = Intersep kurva regresi linier

S = Slope kurva regresi linier

d. Penentuan Kadar Air Lapis Tunggal GAB

Data yang didapat dari penentuan kurva ISL adalah a_w dan kadar air seimbang. Untuk menentukan kadar air lapis tunggal GAB (*Guggenheim-Anderson-deBoer*) diperlukan program GAB (*Guggenheim-Anderson-deBoer*) yang selanjutnya data a_w dan kadar air seimbang tersebut dimasukkan ke dalam program dan nantinya akan dihasilkan nilai Mo, C dan K. Selanjutnya dibuat kurva regresi linier dengan a_w sebagai sumbu X dan $a_w / (1-a_w)$ M sebagai sumbu Y sehingga dari kurva tersebut didapat persamaan garis lurus.

Kadar air lapis tunggal GAB (*Guggenheim-Anderson-deBoer*) ditentukan dengan menggunakan rumus (Labuza, 1984):

$$\frac{M}{Mo} = \frac{c.k.a_w}{[(1 - k.a_w)(1 - k.a_w - c.k.a_w)]}$$

Keterangan :

M = kadar air berat kering (%db)

Mo = kadar air lapis tunggal

a_w = aktivitas air

c,k = konstanta

3. Hasil dan Pembahasan

a. Kadar Air Seimbang dan Aktivitas Air

Besarnya kadar air seimbang untuk masing-masing aktivitas air berbeda-beda. Semakin tinggi harga aktivitas air (a_w), maka kadar air seimbang

semakin tinggi juga. Perbedaan besar kecilnya kadar air seimbang untuk masing-masing kelembaban relatif (RH) dapat dijelaskan sebagai berikut. Sampel bubuk teh apabila dibiarkan dalam suatu ruangan akan menyerap uap air dari lingkungan sampai terjadi keseimbangan antara kadar air bubuk teh dengan kadar air dalam ruangan. Besar kecilnya kadar air yang diserap oleh bubuk teh untuk mencapai keseimbangan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya kelembaban relatif (RH) ruangan. Semakin tinggi kelembaban ruangan maka jumlah uap air yang diserap bahan untuk mencapai keseimbangan semakin besar.

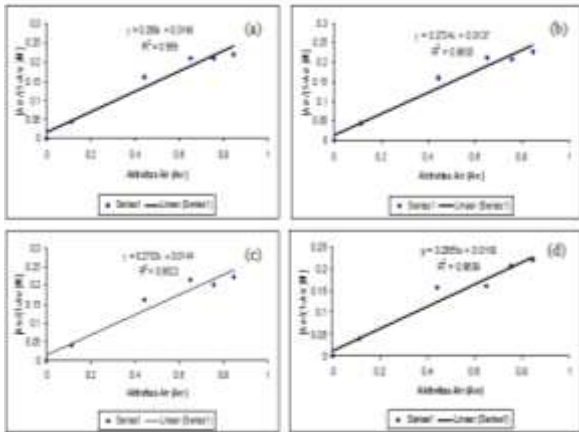
Tabel 2. Kadar Air Seimbang Bubuk teh dalam Berbagai a_w pada Suhu 28°C

Sampel	Aw	Kadar Air Seimbang (%db)
Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk	0,1124 0,4412 0,6495 0,7562 0,8447	2,9389 4,9408 8,8771 14,8237 24,7452
MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk	0,1124 0,4412 0,6495 0,7562 0,8447	2,9919 4,9468 8,8022 15,0208 23,9444
Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan	0,1124 0,4412 0,6495 0,7562 0,8447	3,0594 4,8791 8,6392 15,2840 24,2782
MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan	0,1124 0,4412 0,6495 0,7562 0,8447	3,1222 5,0276 11,4705 14,9778 24,4450

b. Kadar Air Lapis Tunggal BET dan GAB

Air dalam bahan makanan terdapat dalam tiga bentuk, yaitu air terikat primer, sekunder, dan tersier. Air yang

terikat secara primer sering disebut air lapis tunggal. Kadar air lapis tunggal suatu produk pangan dapat diketahui dengan mengikuti konsep BET yaitu teori tentang adsorpsi molekul gas oleh benda padat. Kadar air lapis tunggal BET dapat diperhitungkan dari isotherm sorpsi lembabnya.



Gambar 1. Kurva Hubungan antara a_w dengan $[a_w/(1-a_w)M]$ Bubuk Teh

Keterangan : (a) Sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk; (b) Sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk; (c) Sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan; (d) Sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan

Data S dan I pada BET dimasukkan dalam rumus, maka didapatkan kadar air lapis tunggal dari bubuk teh, dan untuk nilai a_w nya didapatkan dari menarik garis lurus ke bawah pada sumbu x pada nilai kadar air lapis tunggalnya. Data kadar air lapis tunggal dan nilai a_w nya untuk masing-masing sampel adalah sebagai berikut :

- Sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk : M_o sebesar 3,6% (db) dan berada pada $a_w = 0,22$.
- Sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk : M_o sebesar 3,6% (db) dan berada pada $a_w = 0,22$.
- Sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi

larutan : M_o sebesar 3,6% (db) dan berada pada $a_w = 0,2$.

- Sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan : M_o sebesar 3,8% (db) dan berada pada $a_w = 0,23$.

Persamaan GAB mempertimbangkan posisi molekul air terserap tunggal dan air terserap banyak. Persamaan ini mampu menjelaskan secara baik posisi sorpsi pada zona air terikat sampai a_w 0,9 untuk berbagai macam bahan makanan kering.

Untuk nilai a_w monolayer didapatkan dari menarik garis lurus ke bawah pada sumbu x pada nilai kadar air lapis tunggalnya. Nilai M_o dan a_w , untuk masing-masing sampel adalah sebagai berikut :

- Sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk = M_o sebesar 2,7% (db) dan berada pada $a_w = 0,1$
- Sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr setelah jadi bubuk = M_o sebesar 2,7% (db) dan berada pada $a_w = 0,1$
- Sampel Tanpa MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan = M_o sebesar 2,7% (db) dan berada pada $a_w = 0,095$
- Sampel MD 100 gr dengan penambahan PEG 3,5 gr saat masih jadi larutan = M_o sebesar 3,1% (db) dan berada pada $a_w = 0,11$

Kadar air lapis tunggal sangat penting artinya dalam penyimpanan dan distribusi bahan makanan. Apabila ditinjau berdasarkan daerah isothermnya, air lapis tunggal bubuk teh tersebut berada dalam daerah IL-1, dimana air bersifat ionik. Air dalam bubuk teh tersebut terikat dengan erat sekali sehingga tidak dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme perusak, reaksi kimia, enzimatik, maupun reaksi biologis, sehingga bahan makanan menjadi awet. Jadi agar umur simpan bubuk teh menjadi lama, maka salah satu caranya adalah dengan mengeringkan bubuk teh tersebut minimal sampai kadar air lapis tunggalnya yaitu sampai kadar air 3,6% (db) atau 3,8% (db) untuk persamaan BET dan minimal sampai kadar air lapis tunggalnya

sampai kadar 2,7% (db) atau 3,1% (db) untuk persamaan GAB.

Sebaliknya apabila pengeringan bubuk teh belum mencapai kadar air lapis tunggalnya, maka kemungkinan stabilitas bubuk teh terhadap reaksi kerusakan akan menurun. Hal ini dapat disebabkan karena bubuk teh masih mengandung air bebas yang cukup banyak dan zat-zat yang terlarut didalamnya mulai bersifat mobil, sehingga reaksi-reaksi biokimia, enzimatik, maupun mikrobiologis yang mengarah pada proses kerusakan mulai dapat berlangsung (Adnan, 1982).

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa air lapis tunggal bubuk teh berada dalam daerah IL-1, dimana air bersifat ionik. Air dalam bubuk teh tersebut terikat dengan erat sekali sehingga tidak dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme perusak, reaksi kimia, enzimatik, maupun reaksi biologis, sehingga bahan makanan menjadi awet.

Salah satu cara untuk memperpanjang umur simpan bubuk teh adalah dengan mengeringkan bubuk teh tersebut minimal sampai kadar air lapis tunggalnya yaitu sampai kadar air 3,6% (db) atau 3,8% (db) untuk persamaan BET dan minimal sampai kadar air lapis tunggalnya sampai kadar 2,7% (db) atau 3,1% (db) untuk persamaan GAB.

5. Daftar Pustaka

- [1] Adnan, Mochamad, 1982. *Aktivitas Air dan Kerusakan Bahan Makanan*. Agritech. Yogyakarta.
- [2] Labuza, T.P, 1984. *Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use*. American Association of Cereal Chemists, St Paul, Minnesota.
- [3] Haryanto, E. Rosmantri, H. Budiman, dan D. Santoso. 1999. *Peranan Pengendalian Proses Pengolahan Teh dalam Peningkatan Harga Jual dan Konsistensi Mutu*. Dalam Pertemuan Teh Nasional 1999. Pusat Penelitian Teh dan Kina. Bandung