

SKRIPSI

**PENGERINGAN KUNYIT MENGGUNAKAN MICROWAVE DAN
OVEN**



Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan tugas akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik

Oleh:

- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1. Adinda Saputra | L2C0 06004 |
| 2. Dewi Kusuma Ningrum .S | L2C0 06033 |

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2010

Halaman Pengesahan Skripsi
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : 1. Adinda Saputra L2C0 06004
2. Dewi Kusuma Ningrum .S L2C0 06033

Judul : Pengeringan Kunyit menggunakan Microwave dan Oven

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS

Semarang, Juni 2010
Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS
NIP. 19520312 197501 1 004

RINGKASAN

Kunyit merupakan tanaman dari family jahe dengan nama latin *Curcuma longa* Koen atau *Curcuma domestica* Vai. Kunyit mempunyai banyak kandungan kimia, diantaranya minyak atsiri sebanyak 6% yang terdiri dari golongan senyawa monoterpen dan sesquiterpen (meliputi zingiberen, alfa dan beta turmeron), zat warna kuning yang disebut kurkuminoid sebanyak 5% (meliputi kurkumin 50 – 60%, monodesmetoksikurkumin dan bidesmetoksikurkumin), protein, fosfor, kalium, besi dan vitamin C. Dari ketiga senyawa kurkuminoid tersebut, kurkumin merupakan komponen terbesar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan berat kunyit setelah dikeringkan menggunakan Oven dan Microwave dengan variable yang sama dan mengetahui perbedaan kadar kurkumin setelah dikeringkan. Proses pengeringan kunyit dimulai dengan mengupas sejumlah berat kunyit dan dipotong sesuai variable (0,3 cm; 0,6 cm; 0,9 cm), tiap – tiap variable ditimbang sebanyak 10 gr kemudian dikeringkan dalam oven dan microwave pada suhu 65°C, 80°C, dan 120°C. Kunyit yang sudah kering kemudian di timbang.

SUMMARY

Turmeric is a plant of the ginger family with a Latin name *Curcuma longa* or *Curcuma domestica* Koen Vai. Turmeric has many chemical constituents, such as 6% volatile oil composed of monoterpenes and sesquiterpen classes of compounds (including zingiberen, the alpha and beta turmeron), yellow pigments called curcuminoids as much as 5% (including curcumin 50-60%, and bidesmetoksikurkumin monodesmetoksikurkumin), protein, phosphorus, potassium, iron and vitamin C. Of the three compounds curcuminoids, curcumin is the largest component. The purpose of this study is to determine the weight difference after dried turmeric and Microwave Oven with using the same variables and know the difference levels of curcumin after dried. Turmeric drying process begins with a number of heavy turmeric peeled and cut into appropriate variable (0.3 cm, 0.6 cm, 0.9 cm), each variable is weighed as much as 10 grams and then dried in an oven and microwave at 65 ° C, 80 ° C and 120 ° C. Turmeric is already dry and then at the weight.

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Pengeringan Kunyit Menggunakan Microwave Dan Oven**”.

Skripsi ini wajib dilaksanakan oleh mahasiswa Teknik Kimia Universitas Diponegoro sebagai salah satu prasyarat untuk memenuhi salah satu persyaratan tugas akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Saran, bimbingan dan bantuan senantiasa datang secara moril maupun materiil, secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudono, MS selaku dosen pembimbing penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bp. Ir . Abdullah, Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
2. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, dan dukungan hingga selesainya Skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dalam menyusun Skripsi ini.

Besar harapan kami, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Semarang, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| RINGKASAN | iii |
| SUMMARY | iv |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GRAFIK | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Tujuan dan manfaat Penelitian | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Pengertian kunyit..... | 3 |
| 2.2 Pengertian kurkumin..... | 3 |
| 2.3 Teori pengeringan | 4 |
| 2.4 Oven | 8 |
| 2.5 Microwave..... | 9 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 12 |
| 3.1 Bahan yang digunakan..... | 12 |
| 3.2 Alat yang Digunakan | 12 |
| 3.3 Gambar Alat | 13 |
| 3.4 Rancangan Percobaan | 13 |
| BAB IV HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN | 15 |
| 4.1 Hasil Percobaan | 15 |
| 4.2 Pembahasan | 17 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 19 |
| 5.1 Kesimpulan | 19 |
| 5.2 Saran | 19 |

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1 Bahan yang digunakan..... | 13 |
| Tabel 3.2 Rancangan Percobaan | 14 |
| Tabel 4.1 Hasil Penelitian Proses Pengeringan | 15 |

DAFTAR GRAFIK

| | |
|---|---|
| Grafik 2.1 Equilibrium moisture curve..... | 6 |
| Grafik 2.2 Hubungan Laju Pengeringan terhadap moisture content..... | 8 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|---|
| Gambar 2.1 Stuktur kimia Kurkumin..... | 4 |
|--|---|

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kunyit merupakan tanaman dari family jahe dengan nama latin *Curcuma longa Koen* atau *Curcuma domestica Val.* Kunyit ini dikenal luas di Indonesia sebagai bahan pewarna dan penyedap makanan, rimpangnya sudah sejak dulu dipakai untuk mewarnai kapas, wol, sutera, tikar, dan barang-barang kerajinan lainnya. Senyawa utama yang terkandung dalam rimpang kunyit adalah senyawa kurkuminoid yang memberi warna kuning pada kunyit. Kurkuminoid ini (kebanyakan berupa kurkumin) menjadi pusat perhatian para peneliti yang mempelajari keamanan, sifat antioksidan, antiinflamasi, efek pencegah kanker, ditambah kemampuannya menurunkan resiko serangan jantung.

Kunyit mempunyai banyak kandungan kimia, diantaranya minyak atsiri sebanyak 6% yang terdiri dari golongan senyawa monoterpen dan sesquiterpen (meliputi zingiberen, alfa dan beta turmeron), zat warna kuning yang disebut kurkuminoid sebanyak 5% (meliputi kurkumin 50 – 60%, monodesmetoksikurkumin dan bidesmetoksikurkumin), protein, fosfor, kalium, besi dan vitamin C. Dari ketiga senyawa kurkuminoid tersebut, kurkumin merupakan komponen terbesar.

Penelitian ini berbasis pada teknologi proses untuk pemanfaatan kunyit agar praktis dan tahan lama. Dengan menggunakan alat pengering yaitu Oven dan Microwave .

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Penelitian ini ditekankan pada pengeringan kunyit dengan menggunakan Oven dan Microwave. Perbandingan kadar kurkumin setelah dikeringkan dengan Microwave dan Oven dengan variable operasi yaitu jenis kunyit yang digunakan, tebal kunyit, dan suhu pengeringan.

1.3 MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

- Mengetahui perbedaan berat kunyit setelah dikeringkan menggunakan Oven dan Microwave dengan variable yang sama.
- Mengetahui perbedaan kadar kurkumin setelah dikeringkan

1.4 MANFAAT PENELITIAN

- Kurkumin dapat digunakan sebagai pewarna makanan
- Mendapatkan kunyit dalam bentuk kering
- Kurkumin mencegah kerusakan hati,

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KUNYIT

Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) merupakan salah satu tanaman obat potensial, selain sebagai bahan baku obat juga dipakai sebagai bumbu dapur dan zat pewarna alami. Berdasarkan hasil survei tahun 2003, kebutuhan rimpang kunyit berdasarkan jumlahnya yang diserap oleh industri obat tradisional di Jawa Timur menduduki peringkat pertama dan di Jawa Tengah termasuk lima besar bersama-sama dengan bahan baku obat lainnya. Rimpangnya sangat bermanfaat sebagai antikoagulan, menurunkan tekanan darah, obat cacing, obat asma, penambah darah, mengobati sakit perut, penyakit hati, , gatal-gatal, gigitan serangga, diare, dan rematik.

Kandungan zat-zat kimia yang terdapat dalam rimpang kunyit adalah sebagai berikut :

- a. zat warna *kurkuminoid* yang merupakan suatu senyawa *diarilheptanoid* 3-4%
- b. Minyak atsiri 2-5%
- c. Arabinosa, fruktosa, glukosa, pati, tannin dan dammar.
- d. Mineral yaitu magnesium besi, mangan, kalsium, natrium, kalium, timbal, seng, kobalt, aluminium dan bismuth. (Sudarsono et.al, 1996)

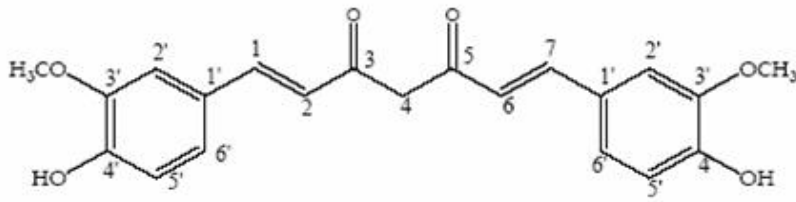
2.2 KURKUMIN

2.2.1 Pengertian

Kurkumin (*1,7-bis(4' hidroksi-3 metoksifenil)-1,6 heptadien, 3,5-dion* merupakan komponen penting dari *Curcuma longa* Linn. yang memberikan warna kuning yang khas (Jaruga et al., 1998 dan Pan et al., 1999).

Kurkumin termasuk golongan senyawa polifenol dengan struktur kimia mirip asam ferulat yang banyak digunakan sebagai penguat rasa pada industri makanan (Pan et al., 1999). Serbuk kering rhizome (*turmeric*) mengandung 3-5% *kurkumin* dan dua senyawa derivatnya dalam jumlah yang kecil yaitu *desmetoksi kurkumin* dan *bisdesmetoksikurkumin*, yang ketiganya sering disebut sebagai *kurkuminoid* (Dandekar dan Gaikar, 2002). Kurkumin tidak larut dalam air tetapi larut dalam etanol atau dimetilsulfoksida (DMSO). Degradasi kurkumin

tergantung pada pH dan berlangsung lebih cepat pada kondisi netral-basa (Sastry,1970)



Gambar 2.1.

Struktur kimia *kurkumin* [1,7-bis-(4'-hidroksi-3'-metoksifenil)hepta-1,6-diena-3,5-dion]

2.2.2 Sifat Kimia Dan Fisika Kurkumin

a. Sifat Kimia

- Melting Point : 183°C
- Molar Mass : 368.38 g/mol
- Tidak larut di dalam air dan eter tetapi larut di dalam alkohol
- Di dalam alkali warnanya akan menjadi merah kecoklatan dan di dalam asam akan berwarna kuning terang.

b. Sifat Fisika

- Bentuk : serbuk
- Warna : kuning terang atau kuning kemerahan

2.3 Teori Pengeringan

Pengeringan didefinisikan sebagai proses pengambilan air yang relatif kecil dari suatu zat padat atau dari campuran gas. Pengeringan meliputi proses perpindahan panas, massa dan momentum. Operasi pengeringan terjadi oleh adanya panas yang terjadi secara fisik yaitu operasi penguapan. Dalam arti umum operasi pengeringan tidak hanya berarti pengambilan sejumlah kecil air saja melainkan berlaku juga untuk cairan-cairan selain air yang menghasilkan bahan padat yang kering. Bahan yang akan dikeringkan dikontakkan dengan panas dari udara (gas) sehingga panas akan dipindahkan dari udara panas ke bahan basah tersebut, dimana panas ini akan menyebabkan air menguap ke dalam udara. Dalam pengeringan ini, dapat mendapatkan produk dengan satu atau lebih tujuan produk yang diinginkan, misalnya diinginkan bentuk fisiknya (bubuk, pipih, atau butiran), diinginkan warna, rasa dan strukturnya, mereduksi volume, serta memproduksi produk baru. Adapun

dasar dari tipe pengering yaitu panas yang masuk dengan cara konveksi, konduksi, radiasi, pemanas elektrik, atau kombinasi antara tipe cara-cara tersebut. (Mujumdar,2004)

Operasi pengeringan terdiri dari peristiwa perpindahan massa dan panas yang terjadi secara simultan, laju alir yang diupkan tergantung pada laju perpindahan massa dan perpindahan panasnya. Sebelum memulai proses pengeringan, harus diketahui terlebih dahulu data keseimbangan bahan yang akan digunakan.

➤ Kandungan air dalam bahan dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Moisture content (Wet Basis)

$$\begin{aligned} \text{Moisture Content} &= \frac{lb_{moisture}}{lb_{bahanbasah}} \times 100 \\ &= \frac{lb_{moisture}}{lb_{bahankering} + lb_{moisture}} \times 100 \\ &= \frac{100x}{100 + x} \end{aligned}$$

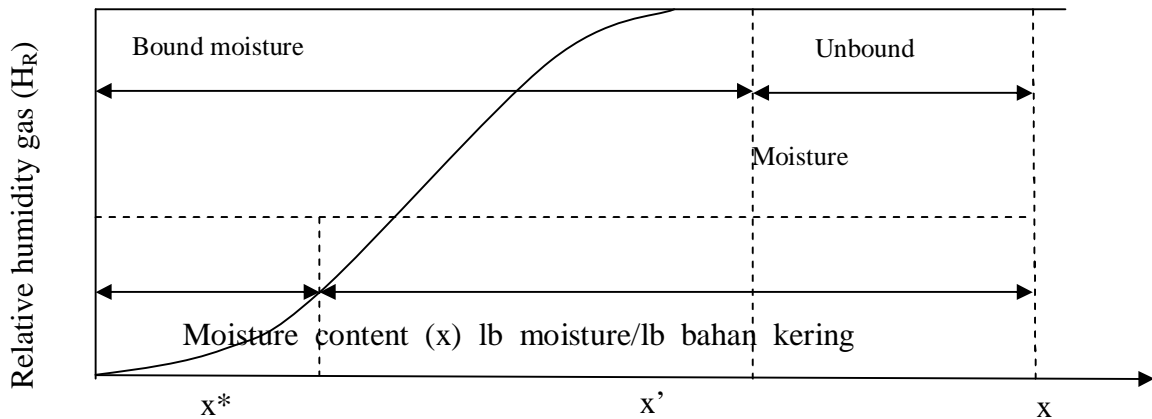
2. Moisture content (Dry Basis)

$$\begin{aligned} \text{Moisture Content} &= \frac{lb_{moisture}}{lb_{bahankering}} \\ &= \frac{x}{\%moisture} = 100X \end{aligned}$$

3. Moisture content Equilibrium Moisture (X^*) adalah kandungan air dalam bahan pada saat kesetimbangan dengan tekanan parsial uapnya. Pada temperatur dan humidity tersebut bahan tidak dapat dikeringkan lagi dibawah equilibrium moisture contentnya yang seimbang dengan uapnya dalam fase gas.
4. Bound Moisture adalah moisture yang terkandung didalam bahan pada saat kesetimbangan sama dengan tekanan uap cairan murni pada temperatur dan suhu yang sama.

5. Unbound Moisture adalah kandungan air yang terkandung didalam bahan pada saat tekanan uap kesetimbangan sama dengan tekanan uap murni pada suhu sama.
6. Free Moisture $X-X^*$
Adalah kandungan air dalam bahan, diatas harga equilibrium moisturennya.

Equilibrium moisture curve



Grafik 2.1 Kurva Kesetimbangan Kadar Air

Mekanisme pengeringan dapat diterangkan dengan teori perpindahan massa. Dimana peristiwa lepasnya molekul air dari permukaan tergantung dari bentuk dan luas permukaan. Bila suatu bahan sangat basah atau lapisan air yang menyelimuti bahan tersebut tebal, maka permukaan bahan berbentuk datar. Bila udara pengering dialirkan di antara bahan tersebut maka akan menarik molekul-molekul air dari permukaan butir tidak rata yang akan memperluas permukaannya sehingga dalam pengeringan ada 2 macam mekanisme, yaitu :

1. Mekanisme penguapan dengan kecepatan tetap (constant rate period)
2. Mekanisme penguapan dengan kecepatan berubah (falling rate period)

Pada constant rate period, umumnya selama pengeringan berlangsung, bahan akan selalu basah dengan cairan sampai titik kritis. Titik kritis yaitu suatu titik dimana permukaan bahan sudah tidak sempurna basah oleh cairan. Setelah titik kritis tercapai, mulailah dengan periode penurunan kecepatan sampai cairan habis teruapkan. Pada proses ini hubungan antar moisture content dengan drying rate dapat berupa garis lurus atau garis lengkung yang patah. Kecepatan penguapan pada periode tidak tetap tergantung pada zat padatnya, juga cairannya. Pada permukaan zat padat, makin kasar pengeringannya akan semakin cepat jika dibandingkan dengan permukaan yang lebih halus.

Pada prinsipnya, perancangan proses pengeringan menjadi lebih tepat dan untuk menentukan ukuran peralatan, maka perlu mengetahui lebih dulu waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan suatu bahan dari kandungan air tertentu sampai kandungan air yang diinginkan pada kondisi tertentu. Untuk maksud tersebut dibutuhkan data pengeringan yang bisa diperoleh dengan cara percobaan, yaitu:

a. Drying Test (Pengujian Pengeringan)

Hubungan antara moisture content suatu bahan dengan waktu pengeringan pada temperature, humidity, dan kecepatan pengeringan tetap. Pada percobaan berat dari sampel diukur sebagai fungsi dari waktu.

b. Kurva laju Pengeringan

Yaitu kurva yang menunjukkan hubungan antara laju pengeringan terhadap kandungan air suatu bahan. Laju pengeringan dinyatakan sebagai lb air yang diuapkan tiap jam.

Laju Pengeringan didefinisikan sebagai berikut:

$$N = \frac{-Ms}{A} \cdot \frac{dx}{dt}$$

Dalam hubungan ini,

t : Waktu pengeringan, jam

N : Laju pengeringan kritis, kg air yang teruapkan/jam m²

x : Kandungan air padatan basis kering, kg air/kg bahan kering

A : Luas permukaan pengeringan, m²

Ms : Berat bahan kering, kg

Jika mula-mula bahan sangat basah maka permukaan bahan akan tertutup film tipis dari cairan. Cairan yang menutupi bahan ini bias dianggap sebagai air yang terikat. Apabila bahan tersebut dikontakkan dengan udara yang relative kering maka akan terjadi penguapan air yang ada pada permukaan bahan.

(Foust dkk, 1960)

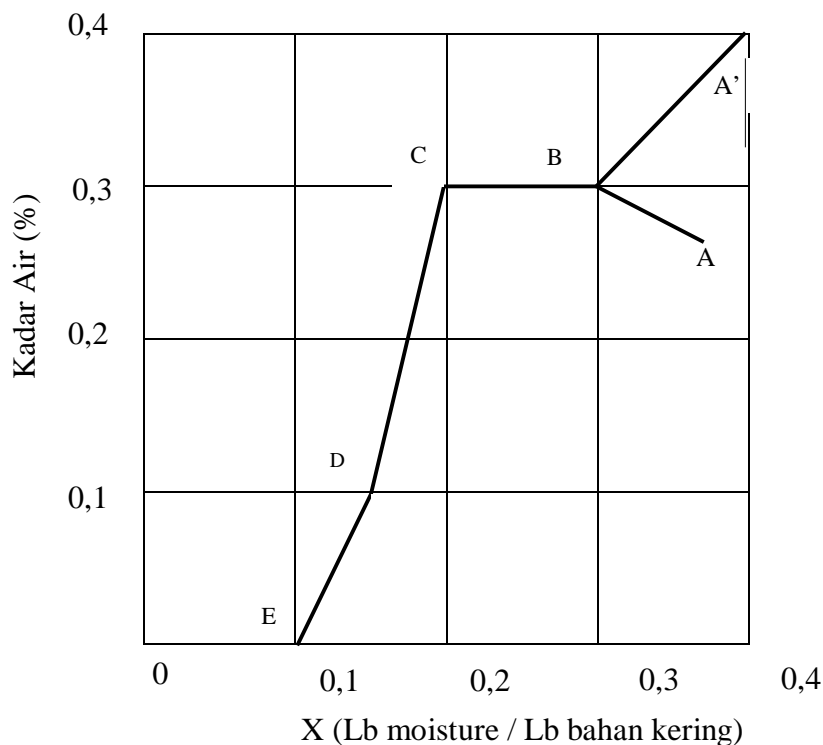
2.3.1 Mekanisme Perpindahan Pada Pengeringan

Peristiwa pengeringan dengan menggunakan panas (*thermal drying*) merupakan system pengeringan yang sering digunakan oleh beberapa peneliti pada beberapa jenis pengering.

Pada pengeringan ini terjadi proses-proses perpindahan atau massa dan panas secara simultan yaitu:

1. Perpindahan energy (panas) antar fasa dari udara ke permukaan butiran untuk menguapkan air dari permukaan butiran.
2. Perpindahan energy (panas) dari permukaan butiran ke dalam butiran secara konduksi.
3. Perpindahan massa air dari bagian dalam ke permukaan butiran secara difusi atau kapiler.
4. Perpindahan massa air antar fasa dari permukaan butiran ke fasa udara pengering.

Dalam beberapa model diasumsikan bahwa penguapan air hanya terjadi dipermukaan butiran saja, sedangkan didalam butiran hanya difusi atau aliran kapiler saja yang terjadi.



Grafik 2.2 Grafik Hubungan Laju Pengeringan terhadap moisture content.

(Suherman,2005)

2.4 Oven

Oven adalah alat untuk memanaskan memanggang dan mengeringkan. Oven dapat digunakan sebagai pengering apabila dengan kombinasi pemanas dengan humidity rendah dan sirkulasi udara yang cukup. Pengeringan menggunakan oven lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan menggunakan panas matahari. Akan tetapi, kecepatan pengeringan tergantung

dari tebal bahan yang dikeringkan. Penggunaan oven biasanya digunakan untuk skala kecil. Oven yang paling umum digunakan yaitu elektrik oven yang dioperasikan pada tekanan atmosfer. Oven yang kita gunakan adalah elektrik oven yaitu oven yang terdiri dari beberapa tray didalamnya, serta memiliki sirkulasi udara didalamnya. Kelebihan dari oven adalah dapat dipertahankan dan diatur suhunya. Suhu yang digunakan untuk pengeringan waluh antara 70 - 120°C, sehingga kandungan bahan yang dikeringkan tidak tergedradasi karena suhu yang naik turun. Apabila oven tidak memiliki fan dan sirkulasi didalamnya maka pintu oven harus dibuka sedikit agar ada sirkulasi udara didalam oven, sehingga karamelisasi tidak terjadi. Bahan yang akan dikeringkan diletakkan pada tray-traynya, bila oven yang digunakan memiliki sirkulasi, pintu oven harus ditutup agar suhu didalam tetap terjaga. Pengeringan dengan oven menggunakan udara panas.

(Troftgruben,1984 dan Harrison,2000)

2.5 Microwave

Microwave adalah sebuah peralatan dapur yang menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memasak atau memanaskan makanan. Microwave bekerja dengan melewatkan radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan makanan. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik (*dielectric heating*). Molekul-molekul pada makanan bersifat elektrik dipol (*electric dipoles*), artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai agen pemanasan bahan makanan di dalam dapur microwave (Kingston , 1997).

Dalam microwave terdapat sebuah tabung vakum elektronik yang disebut *magnetron* yang menghasilkan pancaran gelombang radio yang sangat pendek (microwave). Gelombang tersebut dipancarkan ke sebuah kincir yang terbuat dari logam yang disebut "stirrer" atau pengaduk. Stirrer ini berputar selama magnetron memancarkan gelombang radio sehingga gelombang radio tersebut terpancarkan dan terdistribusi secara merata ke dalam ruang masak dari microwave. Dalam ruang masak, gelombang microwave yang sudah didistribusikan akan mengubah arah molekul-molekul bahan makanan (terutama air). Perubahan tersebut terjadi

dengan sangat cepat yaitu sekitar 2450 megahertz atau 2,45 milyar siklus perdetik. Perubahan sedemikian cepat menimbulkan panas yang akhirnya memasak makanan tersebut. Microwave memasak makanan dengan cepat karena panas langsung ditimbulkan di dalam makanan itu sendiri, berbeda dengan oven konvensional yang cuma memanaskan dinding tempat makanan dan udara di sekitarnya.

2.5.1 Cara Kerja Microwave

Berikut adalah cara kerja dari sebuah microwave dalam memanaskan sebuah objek:

1. Arus listrik bolak-balik dengan beda potensial rendah dan arus searah dengan beda potensial tinggi diubah dalam bentuk arus searah.
2. Magnetron menggunakan arus ini untuk menghasilkan gelombang mikro dengan frekuensi 2,45 GHz.
3. Gelombang mikro diarahkan oleh sebuah antenna pada bagian atas magnetron ke dalam sebuah waveguide.
4. Waveguide meneruskan gelombang mikro ke sebuah alat yang menyerupai kipas, disebut dengan stirrer. Stirrer menyebarkan gelombang mikro di dalam ruang microwave.
5. Gelombang mikro ini kemudian dipantulkan oleh dinding dalam microwave dan diserap oleh molekul –molekul makanan.
6. Karena setiap gelombang mempunyai sebuah komponen positif dan negatif, molekul-molekul makanan didesak kedepan dan kebelakang selama 2 kali kecepatan frekuensi gelombang mikro, yaitu 4,9 juta kali dalam setiap detik.

Gelombang mikro merupakan hasil radiasi yang dapat ditransmisikan, dipantulkan atau diserap tergantung dari bahan yang berinteraksi dengannya. Microwave memanfaatkan 3 sifat dari gelombang mikro tersebut dalam proses memasak. Gelombang mikro dihasilkan oleh magnetron, gelombang tersebut ditransmisikan ke dalam waveguide, lalu gelombang tersebut dipantulkan ke dalam fan stirrer dan dinding dari ruangan didalam oven, dan kemudian gelombang tersebut diserap oleh makanan.

Microwave dapat membuat air berputar, putaran molekul air akan mendorong terjadinya tabrakan antar molekul. Tabrakan antar molekul inilah yang akan membuat molekul-molekul tersebut memanaskan. Perlu diingat bahwa sebagian besar makanan memiliki kadar air didalamnya dan jika makanan tersebut memiliki kadar air berarti efek yang sama akan terjadi

jika makanan tersebut dimasukan dalam microwave. Selain itu harus dingat juga bahwa molekul makanan yang lain akan menjadi panas karena ada kontak langsung antara molekul tersebut dengan molekul air yang memanans.

Melalui perpindahan energi, panas disebabkan oleh pergerakan molekul-molekul.

Perpindahan energi ini dapat terjadi dengan 3 cara berbeda, yaitu:

- **Konduksi**
Terjadi karena adanya kontak langsung dengan sumber panas, contoh papan pengorengan yang menjadi panas setelah bersentuhan dengan sumber api pada kompor.
- **Konveksi**
Konveksi terjadi ketika uap panas naik atau uap berputar di dalam ruangan tertutup seperti oven. Panas uap ini akan memanaskan bagian luar makanan dan diteruskan sampai bagian dalam makanan tersebut.
- **Radiasi**
Terjadi karena adanya gelombang elektromagnetik yang membuat molekul-molekul air bergerak.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 RANCANGAN PENELITIAN

3.1.1 Penetapan Variabel

Dalam penelitian ini ditetapkan sebagai variabel tetap adalah : berat kunyit (10 gr) dan variabel berubah adalah : jenis kunyit (kunyit gajah dan kunyit biasa), tebal kunyit (0,3 cm; 0,6 cm; 0,9 cm), suhu pengeringan (65, 80, 120)°C. Dimana waktu pengeringan baik menggunakan oven maupun microwave, pada suhu 65°C dikeringkan selama 75 menit, suhu 80°C selama 60 menit, dan suhu 120°C dikeringkan selama 45 menit. Pada penelitian ini jumlah tempuhan atau run yang dilakukan 18 kali sebanyak seperti yang disajikan pada tabel 3.1

3.1.2 Respon atau Pengamatan

Respon atau pengamatan pada penelitian ini meliputi ; membandingkan berat kunyit setelah dikeringkan menggunakan oven dan microwave dan menganalisa kadar kurkumin.

3.1.3 Pengolahan Data

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu dengan membuat tabel atau grafik laju pengeringan kunyit. Percobaan dilakukan dengan memvariasi variabel yang akan digunakan yaitu variasi jenis kunyit, tebal kunyit, dan suhu pengeringan. Dari setiap run percobaan yang dilakukan, parameter yang diamati adalah berat kunyit setelah dikeringkan dengan oven dan microwave, kadar kurkumin setelah dikeringkan.

3.2 BAHAN DAN ALAT YANG DIGUNAKAN

3.2.1 Bahan

Proses pengeringan digunakan bahan baku yaitu kunyit gajah dan kunyit biasa.

Tabel 3.1 Bahan yang digunakan

| Jenis kunyit | Supplier | Tekstur | Warna |
|---------------------|-----------------|----------------------------|------------------|
| Kunyit gajah | Pasar | Lebih besar, keras | Kuning kemerahan |
| Kunyit biasa | Pasar | Kecil, tidak terlalu keras | Kuning terang |

3.2.2 Alat

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi : Microwave, Oven, Neraca digital, Pisau dapur, Penggaris, dan thermometer.

3.3 PROSEDUR PENELITIAN

Proses pengeringan kunyit dimulai dengan mengupas sejumlah berat kunyit dan dipotong sesuai variable (0,3 cm; 0,6 cm; 0,9 cm), tiap – tiap variable ditimbang sebanyak 10 gr kemudian dikeringkan dalam oven dan microwave. Sampel percobaan pada run pertama, dengan menimbang sebanyak 10 gr kunyit dengan ketebalan 0,3 cm kemudian dikeringkan ke dalam microwave pada suhu 65 °C selama 75 menit. Untuk run selanjutnya ulangi percobaan di atas sesuai variabel.

3.4 ANALISIS HASIL

Analisis kadar air pada kurkumin dilakukan dengan cara menimbang crus porselin yang telah dikeringkan dengan tujuan untuk mengetahui berat crus kosong. Memasukkan kurkumin ke dalam crus porselin tersebut kemudian menimbanginya. Kemudian melakukan uji organoleptik yang meliputi : tekstur, warna , dan aroma.

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan

| Jenis Kunyit | Run | Variabel | | | | | | Parameter |
|--------------|-----|--------------|------------|---------------|--------------|------------|---------------|---|
| | | Kunyit Gajah | | | Kunyit Biasa | | | |
| | | Suhu (°C) | Tebal (cm) | Waktu (menit) | Suhu (°C) | Tebal (cm) | Waktu (menit) | |
| Microwave | 1 | 65 | 0,3 | 75 | 65 | 0,3 | 75 | - Uji Organoleptik Meliputi : tekstur dan aroma |
| | 2 | 65 | 0,6 | 75 | 65 | 0,6 | 75 | |
| | 3 | 65 | 0,9 | 75 | 65 | 0,9 | 75 | |
| | 4 | 80 | 0,3 | 60 | 80 | 0,3 | 60 | |
| | 5 | 80 | 0,6 | 60 | 80 | 0,6 | 60 | |
| | 6 | 80 | 0,9 | 60 | 80 | 0,9 | 60 | |
| | 7 | 120 | 0,3 | 45 | 120 | 0,3 | 45 | |
| | 8 | 120 | 0,6 | 45 | 120 | 0,6 | 45 | |
| | 9 | 120 | 0,9 | 45 | 120 | 0,9 | 45 | |
| Oven | 10 | 65 | 0,3 | 75 | 65 | 0,3 | 75 | |
| | 11 | 65 | 0,6 | 75 | 65 | 0,6 | 75 | |
| | 12 | 65 | 0,9 | 75 | 65 | 0,9 | 75 | |
| | 13 | 80 | 0,3 | 60 | 80 | 0,3 | 60 | |
| | 14 | 80 | 0,6 | 60 | 80 | 0,6 | 60 | |
| | 15 | 80 | 0,9 | 60 | 80 | 0,9 | 60 | |
| | 16 | 120 | 0,3 | 45 | 120 | 0,3 | 45 | |
| | 17 | 120 | 0,6 | 45 | 120 | 0,6 | 45 | |
| | 18 | 120 | 0,9 | 45 | 120 | 0,9 | 45 | |

Pada setiap run percobaan dilakukan pada kondisi

- Tekanan : 1 atm
- Berat sampel kunyit : 10 gram
- Suhu : 35 °C

BAB IV

HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

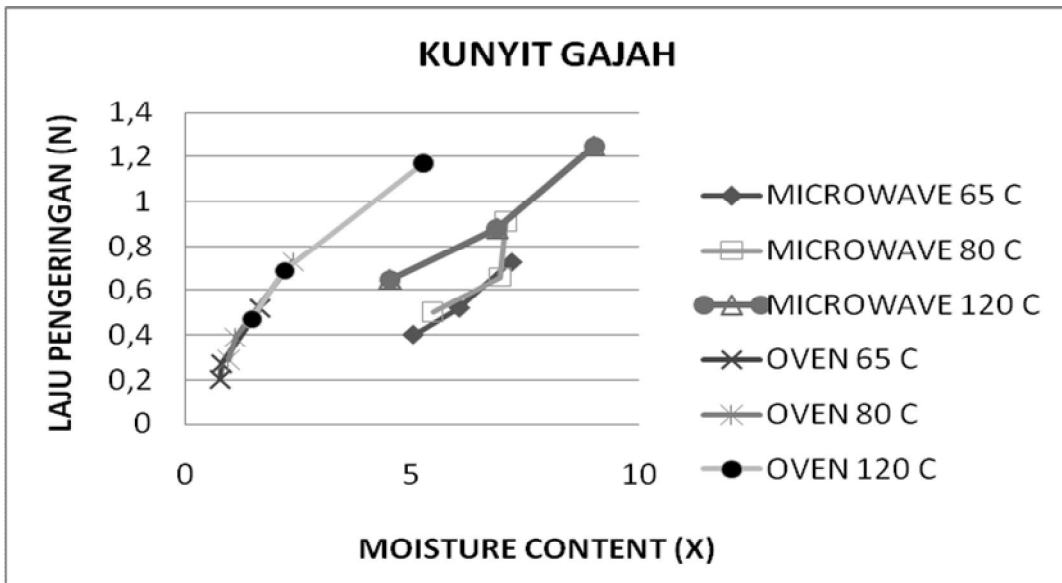
4.1. HASIL PERCOBAAN

Tabel 4.1 Hasil Penelitian Proses Pengeringan

| No | Alat | Jenis kunyit | Ukuran Bahan (cm) | Suhu Pengeringan (°C) | Kadar Air | Warna |
|----|-----------|--------------|-------------------|-----------------------|-----------|-------------------|
| 1 | Microwave | Kunyit Gajah | 1x1x0,3 | 65 | 8,78 | Oranye |
| 2 | | | 1x1x0,6 | 65 | 8,58 | Oranye |
| 3 | | | 1x1x0,9 | 65 | 8,34 | Oranye |
| 4 | | | 1x1x0,3 | 80 | 8,76 | Oranye kecoklatan |
| 5 | | | 1x1x0,6 | 80 | 8,74 | Oranye kecoklatan |
| 6 | | | 1x1x0,9 | 80 | 8,45 | Oranye kecoklatan |
| 7 | | | 1x1x0,3 | 120 | 9 | coklat kehitaman |
| 8 | | | 1x1x0,6 | 120 | 8,73 | coklat kehitaman |
| 9 | | | 1x1x0,9 | 120 | 8,18 | coklat kehitaman |
| 10 | | Kunyit Biasa | 1x1x0,3 | 65 | 9,22 | Kuning tua |
| 11 | | | 1x1x0,6 | 65 | 8,89 | Kuning tua |
| 12 | | | 1x1x0,9 | 65 | 8,58 | Kuning tua |
| 13 | | | 1x1x0,3 | 80 | 8,78 | oranye |
| 14 | | | 1x1x0,6 | 80 | 8,43 | oranye |
| 15 | | | 1x1x0,9 | 80 | 8,38 | oranye |
| 16 | | | 1x1x0,3 | 120 | 9,19 | Oranye kecoklatan |
| 17 | | | 1x1x0,6 | 120 | 8,66 | Oranye kecoklatan |
| 18 | | | 1x1x0,9 | 120 | 8,59 | Oranye kecoklatan |
| 19 | Oven | Kunyit Gajah | 1x1x0,3 | 65 | 6,19 | Kuning keoranyean |
| 20 | | | 1x1x0,6 | 65 | 4,42 | Kuning keoranyean |
| 21 | | | 1x1x0,9 | 65 | 4,29 | Kuning keoranyean |
| 22 | | | 1x1x0,3 | 80 | 7,03 | Oranye |

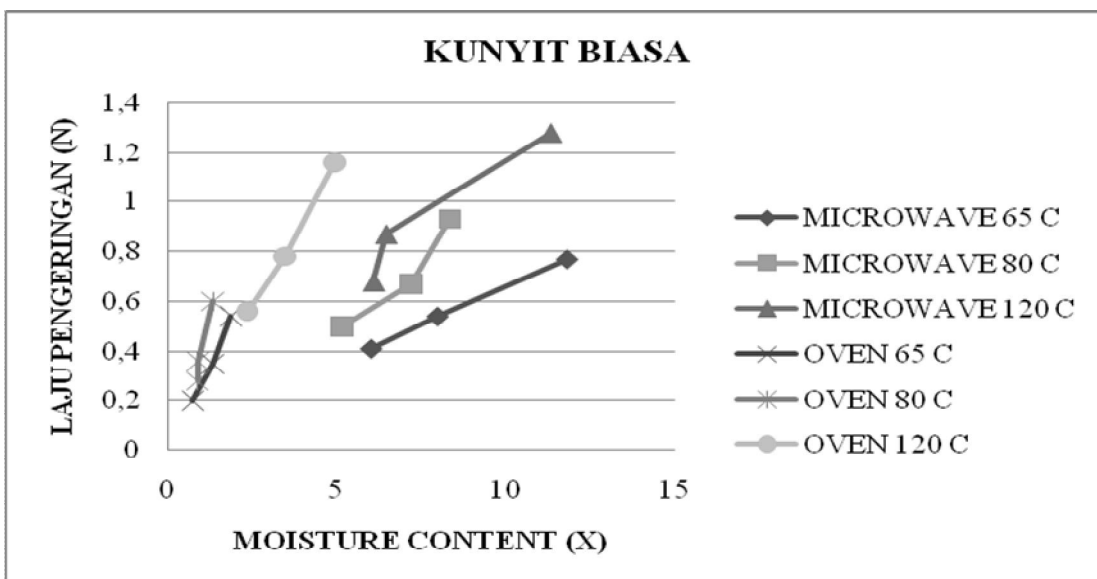
| | | | | | | |
|----|--|-----------------|---------|-----|------|-------------------|
| 23 | | | 1x1x0,6 | 80 | 5,21 | Oranye |
| 24 | | | 1x1x0,9 | 80 | 4,85 | Oranye |
| 25 | | | 1x1x0,3 | 120 | 8,4 | Oranye kecoklatan |
| 26 | | | 1x1x0,6 | 120 | 6,86 | Oranye kecoklatan |
| 27 | | | 1x1x0,9 | 120 | 5,93 | Oranye kecoklatan |
| 28 | | Kunyit Biasa | 1x1x0,3 | 65 | 6,52 | Kuning |
| 29 | | | 1x1x0,6 | 65 | 5,7 | Kuning |
| 30 | | | 1x1x0,9 | 65 | 4,26 | Kuning |
| 31 | | | 1x1x0,3 | 80 | 5,73 | Kuning |
| 32 | | | 1x1x0,6 | 80 | 4,8 | Kuning |
| 33 | | | 1x1x0,9 | 80 | 4,71 | Kuning |
| 34 | | | 1x1x0,3 | 120 | 8,32 | Kuning tua |
| 35 | | | 1x1x0,6 | 120 | 7,76 | Kuning tua |
| 36 | | | 1x1x0,9 | 120 | 7,02 | Kuning tua |

4.2 PEMBAHASAN



Gambar 4.1 Hubungan Moisture Content Vs Laju Pengeringan Dengan Variasi suhu pada Kunyit Gajah.

Dari grafik hubungan laju pengeringan vs moisture content dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya moisture content maka laju pengeringan juga akan naik. Variabel pengeringan adalah pengeringan dengan menggunakan microwave dan oven pada suhu 65° C, 80° C, dan 120° C. Pada suhu 60° C, pengeringan dengan microwave lebih cepat kering dibandingkan pengeringan dengan oven. Demikian juga pengeringan pada suhu 80° C dan 120° C. Hal ini dapat dilihat pada grafik laju pengeringan pada microwave mengalami kenaikan yang lebih besar dibandingkan pada oven.



Gambar 4.2 Hubungan Moisture Content Vs Laju Pengeringan Dengan Variasi suhu pada Kunyit Biasa.

Gambar 4.2 di atas merupakan grafik hubungan moisture content vs laju pengeringan dengan variasi suhu pada kunyit biasa. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengeringan dengan microwave lebih besar daripada oven. Pengeringan dengan microwave pada suhu

Pengeringan dengan oven pada suhu 65°C hampir berimpit dengan suhu 80°C , sehingga laju pengeringan pada kedua suhu tersebut hampir sama. Namun pada suhu 120°C laju pengeringan naik secara signifikan. Pada pengeringan menggunakan microwave, grafik pada masing-masing suhu tidak saling berimpit jadi perubahan suhu mempengaruhi laju pengeringan. Semakin tinggi suhu maka laju pengeringan juga akan semakin besar hal ini dikarenakan semakin besar suhu maka panas yang dialirkan juga semakin besar sehingga waktu yang digunakan untuk menguapkan air juga akan semakin cepat.

Dari kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa laju pengeringan menggunakan microwave lebih besar jika dibandingkan dengan oven. Semakin tinggi suhu maka laju pengeringan semakin besar baik menggunakan oven maupun microwave.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh sifat bahan yang dikeringkan dan suhu pengeringan.
2. Kondisi operasi pengeringan kunyit yang paling optimal adalah suhu pengeringan 65°C.
3. Laju pengeringan dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu maka semakin cepat kering.
4. Pengeringan dengan menggunakan oven lebih baik di bandingkan dengan microwave karena kadar kurkuminnya tidak rusak.

5.2 SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih beragam untuk menentukan kondisi operasi yang lebih optimal.
2. Perlu dicoba menggunakan alat pengeringan yang lain untuk mendapatkan efektifitas proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arun S. Mujumdar.2004. "Guide to Industrial Drying". Mumbai, India
- Brown. 1950. *Aqueous Enzymatic Extraction*. JAOCS. 73 (6): 683-685.
- Clark, et.al. 1997. *Microwave: Theory and Application in Materials Processing*. Eds.; American Ceramic Society:Westerville, OH,; 61.
- Dandekar dan Gaikar. 2002. *Microwave Assisted Extraction Of Curcuminoids From Curcuma Longa*. Separation Science and Technology. 37(11), 2669–2690.
- Foust, Alan S.Wenzel,L A. Curtis,W C.Louis Maus. L Brice A. , (1960), "Principles of Unit Operations", 2nd ed, John wiley & Sons, New York.
- Harborne.1987. *Production of Novel Extracts from Achillea millefolium*. Riv. Ital EPPOS, 4 (Spec. Num.), 707–712.
- Hemalatha et, al.2008.*Microwave assisted extraction of curcumin by sample–solvent dual heating mechanism using Taguchi L₉ orthogonal design*. Journal of Pharmaceutical & Biomedical Analysis; Jan2008, Vol. 46 Issue 2, p322-327, 6p
- Horrison,Judy.2000."Preserving Food: Drying fruit and vegetable".University of Georgia.
- Jaruga et al., 1998 dan Pan et al., 1999. *Kunyit (Curcuma longa Linn.)*. Diperoleh tanggal 20 April 2009 dari <http://ccrefarmasiugm.wordpress.com>
- Kingston,R.S. 1997. *Solvent-Free Accelerated Organic Synthesis Using Microwaves*. Pure

Appl. Chem. vol 73. page 193–198.

Kirk dan Othmer. 1947. Diperoleh tanggal 10 September 2009 dari <http://ferryatsiri.blogspot.com/2007/05/ekstraksi-minyak-atsiri-dengan.html>

Lopez et.al..1996. *Microwave Assisted Extraction as an Alternative to Soxhlet, Sonication and Supercritical Fluid Extraction*. JAOAC Int., 79 (1), page 142–156.

Perry, R.H.,. 1950.*Chemical Engineer's Handbook*, 6th edition, McGraw Hill Book Company,inc., Tokyo, 3-25 p.

Sabel dan Waren. 1973. Diperoleh tanggal 10 September 2009 dari <http://ferryatsiri.blogspot.com/2007/05/ekstraksi-minyak-atsiri-dengan.html>

Sastry, B.S. 1970. *Curcumin Content of Turmeric*. Res. Ind., 15 (4), 258–260.

Sudarsono et.al,. 1996. *Kunyit (Curcuma longa Linn.)*. Diperoleh tanggal 20 April 2009 dari <http://ccrcfarmasiugm.wordpress.com>

Suherman."Diktat Kuliah pengeringan".Universitas Diponegoro.

PERHITUNGAN

* Menghitung Kadar Air Kunyit

Microwave :

Berat kunyit awal (semua variabel) = 10 gram

→ Kunyit Gajah :

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(65°C) = 1,22 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(65°C) = 1,42 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(65°C) = 1,66 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(80°C) = 1,24 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(80°C) = 1,26 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(80°C) = 1,55 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(120°C) = 1,00 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(120°C) = 1,27 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(120°C) = 1,82 gram

→ Kunyit Biasa :

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(65°C) = 0,78 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(65°C) = 1,11 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(65°C) = 1,42 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(80°C) = 1,07 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(80°C) = 1,22 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(80°C) = 1,62 gram

| | |
|---|-------------|
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(120°C) | = 0,81 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(120°C) | = 1,34 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(120°C) | = 1,41 gram |

Oven :

→ **Kunyit Gajah :**

| | |
|--|-------------|
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(65°C) | = 3,81 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(65°C) | = 5,58 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(65°C) | = 5,71 gram |

| | |
|--|-------------|
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(80°C) | = 2,97 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(80°C) | = 4,79 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(80°C) | = 5,15 gram |

| | |
|---|-------------|
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(120°C) | = 1,60 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(120°C) | = 3,14 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(120°C) | = 4,07 gram |

→ **Kunyit Biasa :**

| | |
|--|-------------|
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(65°C) | = 3,48 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(65°C) | = 4,30 gram |
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(65°C) | = 5,74 gram |

| | |
|--|-------------|
| Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(80°C) | = 4,27 gram |
|--|-------------|

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(80°C) = 5,29 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(80°C) = 5,32 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,3(120°C) = 1,68 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,6(120°C) = 2,24 gram

Berat akhir bahan ukuran 1x1x0,9(120°C) = 2,98 gram

$$\text{kadar air (\%)} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berataakhir})}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

Microwave

→ Kunyit Gajah :

Kadar air ukuran 1x1x0,3(65°C) = 87,8 %

Kadar air ukuran 1x1x0,6(65°C) = 85,8%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(65°C) = 83,4%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(80°C) = 87,6%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(80°C) = 87,4%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(80°C) = 84.5%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(120°C) = 90%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(120°C) = 87,3%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(120°C) = 81,8%

→ Kunyit Biasa :

Kadar air ukuran 1x1x0,3(65°C) = 92,2%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(65°C) = 88,9%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(65°C) = 85,8%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(80°C) = 89,3%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(80°C) = 87,8%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(80°C) = 83,8%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(120°C) = 91,9%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(120°C) = 86,6%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(120°C) = 85,9%

Oven :

→ Kunyit Gajah :

Kadar air ukuran 1x1x0,3(65°C) = 61,9%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(65°C) = 44,2%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(65°C) = 42,9%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(80°C) = 70,3%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(80°C) = 52,1%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(80°C) = 48,5%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(120°C) = 84%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(120°C) = 68,6%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(120°C) = 59,3%

→ **Kunyit Biasa :**

Kadar air ukuran 1x1x0,3(65°C) = 65,2%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(65°C) = 57%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(65°C) = 42,6%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(80°C) = 57,3%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(80°C) = 47,1%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(80°C) = 46,8%

Kadar air ukuran 1x1x0,3(120°C) = 83,2%

Kadar air ukuran 1x1x0,6(120°C) = 77,6%

Kadar air ukuran 1x1x0,9(120°C) = 70,2%

**** Perhitungan Moisture Bahan**

Alat : Microwave

Bahan :Kunyit Gajah

Suhu 65°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,3) + (1 \times 0,3)\} \times 2 = 9,6 \text{ cm}^2$

Θ (waktu) : 75 menit = 1,25 jam

Berat waluh awal (t=0) : 10 gr

Berat air awal (W) : 8,78 gr

Berat waluh kering : $10 - 8,78 = 1,22$

X : $8,78 / 1,22 = 7,2$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,78}{9,6 \times 1,25} = 0,73$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,6) + (1 \times 0,6)\} \times 2 = 13,2 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 75 menit = 1,25 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,58 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,58 = 1,42$ |
| X | : | $8,58 / 1,42 = 6,04$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,58}{13,2 \times 1,25} = 0,52$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,9) + (1 \times 0,9)\} \times 2 = 16,8 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 75 menit = 1,25 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,34 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,34 = 1,66$ |
| X | : | $8,34 / 1,66 = 5,02$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,34}{16,8 \times 1,25} = 0,4$$

Suhu 80°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,3) + (1 \times 0,3)\} \times 2 = 9,6 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 8,76 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,76 = 1,24$ |
| X | : | $8,76 / 1,24 = 7,06$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,76}{9,6 \times 1} = 0,91$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3x \{(1x1) + (1x0,6) + (1x0,6)\} x 2 = 13,2 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,74 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,74 = 1,26$ |
| X | : | $8,74 / 1,26 = 6,94$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,74}{13,2 \times 1} = 0,66$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3x \{(1x1) + (1x0,9) + (1x0,9)\} x 2 = 16,8 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,45 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,45 = 1,55$ |
| X | : | $8,45 / 1,55 = 5,45$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,45}{16,8 \times 1} = 0,50$$

Suhu 120°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | $3x \{(1x1) + (1x0,3) + (1x0,3)\} x 2 = 9,6 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 9,00 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 9,00 = 1,00$ |
| X | : | $9,00 / 1,00 = 9$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{9,00}{9,6 \times 0,75} = 1,25$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,6) + (1 \times 0,6)\} \times 2 = 13,2 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,73 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,73 = 1,27$ |
| X | : | $8,73 / 1,27 = 6,87$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,73}{13,2 \times 0,75} = 0,88$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,9) + (1 \times 0,9)\} \times 2 = 16,8 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,18 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,18 = 1,82$ |
| X | : | $8,18 / 1,82 = 4,50$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,18}{16,8 \times 0,75} = 0,65$$

Bahan : Kunyit Biasa

suhu 65°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,3) + (1 \times 0,3)\} \times 2 = 9,6 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 75 menit = 1,25 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 9,22 gr |

Berat waluh kering : $10 - 9,22 = 0,78$
 X : $9,22 / 0,78 = 11,82$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{9,22}{9,6 \times 1,25} = 0,77$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,6) + (1 \times 0,6)\} \times 2 = 13,2 \text{ cm}^2$
 Θ (waktu) : 75 menit = 1,25 jam
 Berat waluh awal (t=0) : 10 gr
 Berat air awal (W1) : 8,89 gr
 Berat waluh kering : $10 - 8,89 = 1,11$
 X : $8,89 / 1,11 = 8,01$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,89}{13,2 \times 1,25} = 0,54$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,9) + (1 \times 0,9)\} \times 2 = 16,8 \text{ cm}^2$
 Θ (waktu) : 75 menit = 1,25 jam
 Berat waluh awal (t=0) : 10 gr
 Berat air awal (W1) : 8,58 gr
 Berat waluh kering : $10 - 8,58 = 1,42$
 X : $8,58 / 1,42 = 6,04$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,58}{16,8 \times 1,25} = 0,41$$

Suhu 80°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,3) + (1 \times 0,3)\} \times 2 = 9,6 \text{ cm}^2$
 Θ (waktu) : 60 menit = 1 jam

| | | |
|------------------------|---|--------------------|
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 8,93 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 – 8,93 = 1,07 |
| X | : | 8,93 / 1,07 = 8,35 |

$$N = \frac{W}{Ax\theta} = \frac{8,93}{9,6 \times 1} = 0,93$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | 3x {(1x1) + (1x0,6) + (1x0,6)} x 2 = 13,2 cm ² |
| θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,78 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 - 8,78 = 1,22 |
| X | : | 8,78 / 1,22 = 7,2 |

$$N = \frac{W}{Ax\theta} = \frac{8,78}{13,2 \times 1} = 0,67$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | 3x {(1x1) + (1x0,9) + (1x0,9)} x 2 = 16,8 cm ² |
| θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,38 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 – 8,38 = 1,62 |
| X | : | 8,38 / 1,62 = 5,17 |

$$N = \frac{W}{Ax\theta} = \frac{8,38}{16,8 \times 1} = 0,5$$

Suhu 120°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------|---|--|
| Luas | : | 3x {(1x1) + (1x0,3) + (1x0,3)} x 2 = 9,6 cm ² |
|------|---|--|

| | | |
|------------------------|---|---------------------|
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 9,19 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 – 9,19 = 0,81 |
| X | : | 9,19 / 0,81 = 11,35 |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{9,19}{9,6 \times 0,75} = 1,28$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | 3x {(1x1) + (1x0,6) + (1x0,6)} x 2 = 13,2 cm ² |
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,66 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 - 8,66 = 1,34 |
| X | : | 8,66 / 1,34 = 6,46 |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,66}{13,2 \times 0,75} = 0,87$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | 3x {(1x1) + (1x0,9) + (1x0,9)} x 2 = 16,8 cm ² |
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 8,59 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 – 8,59 = 1,41 |
| X | : | 8,59 / 1,41 = 6,09 |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,59}{16,8 \times 0,75} = 0,68$$

Alat : Oven

Bahan :Kunyit Gajah

Suhu 65°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

Luas : $3x \{(1x1) + (1x0,3) + (1x0,3)\} x 2 = 9,6 \text{ cm}^2$

Θ (waktu) : 75 menit = 1,25 jam

Berat waluh awal (t=0) : 10 gr

Berat air awal (W) : 6,19 gr

Berat waluh kering : $10 - 6,19 = 3,81$

X : $6,19 / 3,81 = 1,62$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{6,19}{9,6 \times 1,25} = 0,52$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

Luas : $3x \{(1x1) + (1x0,6) + (1x0,6)\} x 2 = 13,2 \text{ cm}^2$

Θ (waktu) : 75 menit = 1,25 jam

Berat waluh awal (t=0) : 10 gr

Berat air awal (W1) : 4,42 gr

Berat waluh kering : $10 - 4,42 = 5,58$

X : $4,42 / 5,58 = 0,79$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{4,42}{13,2 \times 1,25} = 0,27$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

Luas : $3x \{(1x1) + (1x0,9) + (1x0,9)\} x 2 = 16,8 \text{ cm}^2$

Θ (waktu) : 75 menit = 1,25 jam

Berat waluh awal (t=0) : 10 gr

Berat air awal (W1) : 4,29 gr

Berat waluh kering : $10 - 4,29 = 5,71$

$$X : 4,29 / 5,71 = 0,75$$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{4,29}{16,8 \times 1,25} = 0,20$$

Suhu 80°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,3) + (1 \times 0,3)\} \times 2 = 9,6 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 7,03 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 7,03 = 2,97$ |
| X | : | $7,03 / 2,97 = 2,37$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{7,03}{9,6 \times 1} = 0,73$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,6) + (1 \times 0,6)\} \times 2 = 13,2 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 5,21 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 5,21 = 4,79$ |
| X | : | $5,21 / 4,79 = 1,09$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{5,21}{13,2 \times 1} = 0,39$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,9) + (1 \times 0,9)\} \times 2 = 16,8 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |

Berat air awal (W1) : 4,85 gr
 Berat waluh kering : 10 – 4,85 = 5,15
 X : 4,85 / 5,15 = 0,94

$$N = \frac{W}{A \times \theta} = \frac{4,85}{16,8 \times 1} = 0,29$$

Suhu 120°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,3) + (1 \times 0,3)\} \times 2 = 9,6 \text{ cm}^2$
 θ (waktu) : 45 menit = 0,75 jam
 Berat waluh awal (t=0) : 10 gr
 Berat air awal (W) : 8,4 gr
 Berat waluh kering : 10 – 8,4 = 1,60
 X : 8,4 / 1,60 = 5,25

$$N = \frac{W}{A \times \theta} = \frac{8,4}{9,6 \times 0,75} = 1,17$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,6) + (1 \times 0,6)\} \times 2 = 13,2 \text{ cm}^2$
 θ (waktu) : 45 menit = 0,75 jam
 Berat waluh awal (t=0) : 10 gr
 Berat air awal (W1) : 6,86 gr
 Berat waluh kering : 10 – 6,86 = 3,14
 X : 6,86 / 3,14 = 2,18

$$N = \frac{W}{A \times \theta} = \frac{6,86}{13,2 \times 0,75} = 0,69$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,9) + (1 \times 0,9)\} \times 2 = 16,8 \text{ cm}^2$

| | | |
|------------------------|---|---------------------|
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 5,93 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 – 5,93 = 4,07 |
| X | : | 5,93 / 4,07 = 1,46 |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{5,93}{16,8 \times 0,75} = 0,47$$

Bahan : Kunyit Biasa

suhu 65°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | 3x {(1x1) + (1x0,3) + (1x0,3)} x 2 = 9,6 cm ² |
| Θ (waktu) | : | 75 menit = 1,25 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 6,52 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 – 6,52 = 3,48 |
| X | : | 6,52 / 3,48 = 1,87 |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{6,52}{9,6 \times 1,25} = 0,54$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | 3x {(1x1) + (1x0,6) + (1x0,6)} x 2 = 13,2 cm ² |
| Θ (waktu) | : | 75 menit = 1,25 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 5,7 gr |
| Berat waluh kering | : | 10 – 5,7 = 4,30 |
| X | : | 5,7 / 4,30 = 1,33 |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{5,7}{13,2 \times 1,25} = 0,35$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3x \{(1x1) + (1x0,9) + (1x0,9)\} x 2 = 16,8 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 75 menit = 1,25 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 4,26 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 4,26 = 5,74$ |
| X | : | $4,26 / 5,74 = 0,74$ |

$$N = \frac{W}{Ax\Theta} = \frac{4,26}{16,8 x 1,25} = 0,20$$

Suhu 80°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | $3x \{(1x1) + (1x0,3) + (1x0,3)\} x 2 = 9,6 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 5,73 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 5,73 = 4,27$ |
| X | : | $5,73 / 4,27 = 1,34$ |

$$N = \frac{W}{Ax\Theta} = \frac{5,73}{9,6 x 1} = 0,60$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3x \{(1x1) + (1x0,6) + (1x0,6)\} x 2 = 13,2 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 4,71 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 4,71 = 5,29$ |
| X | : | $4,71 / 5,29 = 0,89$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{4,71}{13,2 \times 1} = 0,36$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,9) + (1 \times 0,9)\} \times 2 = 16,8 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 60 menit = 1 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 4,68 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 4,68 = 5,32$ |
| X | : | $4,68 / 5,32 = 0,88$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{4,68}{16,8 \times 1} = 0,28$$

Suhu 120°C

1. Ukuran Bahan (1x1x0,3)

| | | |
|------------------------|---|---|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,3) + (1 \times 0,3)\} \times 2 = 9,6 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W) | : | 8,32 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 8,32 = 1,68$ |
| X | : | $8,32 / 1,68 = 4,95$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{8,32}{9,6 \times 0,75} = 1,16$$

2. Ukuran Bahan (1x1x0,6)

| | | |
|------------------------|---|--|
| Luas | : | $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,6) + (1 \times 0,6)\} \times 2 = 13,2 \text{ cm}^2$ |
| Θ (waktu) | : | 45 menit = 0,75 jam |
| Berat waluh awal (t=0) | : | 10 gr |
| Berat air awal (W1) | : | 7,76 gr |
| Berat waluh kering | : | $10 - 7,76 = 2,24$ |
| X | : | $7,76 / 2,24 = 3,46$ |

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{7,76}{13,2 \times 0,75} = 0,78$$

3. Ukuran Bahan (1x1x0,9)

Luas : $3 \times \{(1 \times 1) + (1 \times 0,9) + (1 \times 0,9)\} \times 2 = 16,8 \text{ cm}^2$

Θ (waktu) : 45 menit = 0,75 jam

Berat waluh awal (t=0) : 10 gr

Berat air awal (W1) : 7,02 gr

Berat waluh kering : $10 - 7,02 = 2,98$

X : $7,02 / 2,98 = 2,36$

$$N = \frac{W}{A \times \Theta} = \frac{7,02}{16,8 \times 0,75} = 0,56$$