

ANALISIS PENGERINGAN DENGAN METODE NOVEL *ULTRASONIC CHILL DRYING*

Nurkholis Hamidi, Muhammad Rizky Agusta, Purnami

Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: rizkyagusta27@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi pemrosesan bahan pangan terus berkembang dari waktu ke waktu. Hal tersebut menyebabkan dibutuhkan teknologi-teknologi pemrosesan hasil pangan yang mampu menjaga kualitas produk makanan tetap baik. Salah satunya adalah proses pengeringan bahan makanan. Pada penelitian kali ini dilakukan observasi terhadap karakteristik pengeringan dengan menggunakan metode baru, yakni ultrasonic chill drying. Ultrasonic chill drying merupakan metode pengeringan baru dengan kualitas tinggi sebagai metode alternative dari freeze drying dengan konsumsi energi yang lebih rendah. Ultrasonic chill drying adalah pengeringan dengan menggunakan ruang vacuum pada temperatur chiller yang rendah, antara 4-8oC, dibantu dengan gelombang ultrasonik untuk meningkatkan drying rate. Frekuensi ultrasonik yang digunakan dalam penelitian ini adalah 45.000 hz dengan daya sekitar 15 watt. Material uji pengeringan dalam penelitian kali ini adalah kunyit. Beberapa parameter pengeringan, meliputi analisis kadar air, laju pengeringan dan distribusi kadar air dalam spesimen, telah diamati dan dibandingkan dengan hasil pengeringan menggunakan metode hot air drying dan vacuum drying. Hasil pengamatan menunjukkan, bahwa penggunaan ultrasonic chill drying mampu menurunkan kadar air spesimen lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan hot air drying dan chill drying. Akan tetapi, penggunaan hot air drying memiliki laju pengeringan yang paling cepat. Disisi lain, diperoleh hasil distribusi kadar air yang lebih merata dalam penggunaan metode chill drying.

Keywords: pengeringan, kadar air, chill drying, hot air drying, gelombang ultrasonik

PENDAHULUAN

Teknologi pemrosesan bahan pangan terus berkembang dari waktu ke waktu. Perkembangan teknologi ini didorong oleh kebutuhan akan pangan yang terus meningkat yang diakibatkan oleh semakin meningkatnya jumlah penduduk dunia. Di sisi lain, luas lahan penghasil bahan pangan semakin menyempit, musim yang selalu berubah mengakibatkan terganggunya ketersediaan bahan pangan pada masa tertentu. Untuk itu dibutuhkan teknologi-teknologi pemrosesan bahan pangan yang mampu menjaga bahkan meningkatkan kualitas dan kuantitas produk makanan. Salah satunya adalah teknologi pengeringan untuk penyimpanan bahan makanan dalam jangka panjang [1]. Saat ini, tuntutan pasar akan produksi makanan kering yang sedang meningkat. Terutama makanan kering yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Banyak

produk olahan tumbuhan yang memerlukan proses pengeringan dalam proses produksinya. Produk olahan tumbuhan dikeringkan untuk dijadikan makanan olahan atau obat ramuan herbal. Dalam produksinya dibutuhkan proses pengeringan yang menghasilkan produk hasil pengeringan dengan kualitas tinggi.

Produk pangan yang dikehendaki oleh masyarakat moderen tidak hanya mempertimbangkan unsur pemenuhan gizi, akan tetapi juga harus praktis, cepat saji, tahan lama dan tidak memerlukan tempat atau ruang penyimpanan yang lebih besar. Oleh karena itu, kecendrungan konsumen saat ini mengarah pada produk-produk yang menonjolkan sifat siap saji (instan) disamping nilai gizi. Produk pangan bubuk siap saji (instan) merupakan produk pangan yang berbentuk bubuk, berstruktur remah, mudah dilarutkan dengan air dingin maupun air panas, mudah dalam penyajian, mudah

terdispersi dan tidak mengendap di bagian bawah wadah [2]

Untuk membuat hasil pengolahan pangan berbentuk serbuk dibutuhkan proses pengeringan khusus. Hasil makanan yang dikeringkan dan kemudian dijadikan serbuk tidak boleh rusak atau terdegradasi kandungan gizinya. Saat ini beberapa jenis pengering telah digunakan secara meluas dalam masyarakat, industri dan juga UKM, mulai dari yang tradisional sampai yang modern seperti pengeringan dengan matahari, sistem oven atau fluidisasi untuk bahan buah-buahan, microwave dan infra merah, pengering vakum, dan pengering dalam suhu rendah (*Freeze drying*) [3]. *Hot air drying* memiliki laju pengeringan yang cepat, akan tetapi suhu pengeringan yang tinggi akan menurunkan kualitas produk. Timbulnya rasa yang tidak diinginkan, perubahan warna, degradasi vitamin dan hilangnya asam amino adalah masalah yang sering sekali ditemukan dalam produk hasil pengeringan [4]. Sedangkan *freeze drying* relatif mampu menjaga kualitas makanan tetapi prosesnya cukup lama dan butuh energi yang besar [5]. Berdasarkan penjelasan pada latar belakang diatas, maka diperlukan sebuah sistem pengeringan yang lebih cepat dan efisien. Penulis bergagasan untuk mendesain pengering makanan yang menggunakan *vacuum chill drying* dengan menggunakan gelombang ultrasonik sebagai pemacu keluarnya molekul air dari sel-sel makanan yang diaplikasikan pada kondisi dingin ($4 - 8^{\circ}\text{C}$). Pada temperatur tersebut kualitas bahan makanan relatif terjaga selama proses pengeringan dan volume spesifik air dalam keadaan terkecil, sehingga mudah untuk dikeluarkan dan dalam tekanan maksimal mendekati -1 bar dengan tujuan menurunkan titik uap air berdasarkan diagram fase air sehingga mudah diuapkan dalam temperatur yang rendah. Proses pengeringan yang dilakukan dengan evaporasi pada suhu rendah akan relatif lebih cepat daripada proses sublimasi dengan *freeze drying*. Selain itu proses evaporasi dapat dibantu dengan cara pemancaran gelombang elektromagnetik salah satunya adalah pemancaran gelombang ultrasonik yang

memiliki *pumping effect*, yang akan mendesak air keluar dari sel, sehingga evaporasi berlangsung lebih cepat dan kebutuhan energi pengeringan akan lebih rendah dibanding dengan metode *freeze drying*.

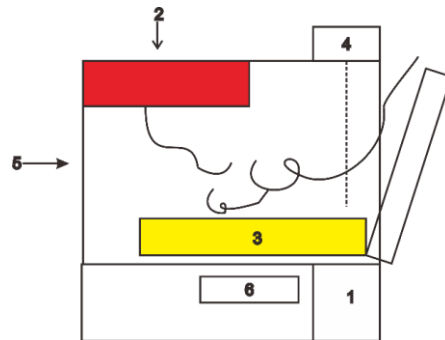
Untuk itu penelitian ini untuk menganalisa metode pengeringan novel yang mampu menjaga kualitas produk dengan menggunakan *ultrasounic chill drying* dan membandingkannya dengan hasil dari *hot air drying*.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan metode *ultrasounic chill drying* dan *hot air drying*. Gambar 1 dan 2 masing-masing menunjukkan skema alat penelitian *hot air drying* dan *ultrasounic chill drying* yang dipergunakan dalam proses pengeringan. Untuk *hot air drying* (Gb.1) digunakan sebuah oven dengan pemanas listrik yang suhunya dikontrol pada 50°C . Sirkulasi udara yang digunakan pada sistem ini adalah konveksi alamiah tanpa bantuan kipas/blower. Pelaksanaan pengeringan dilakukan pada tekanan atmosfer. Sedangkan pada proses pengeringan dengan metode *ultrasounic chill drying* digunakan instalasi alat seperti yang terlihat pada gambar 2. Bagian utama dari peralatan ini adalah bejana pengering vakum yang dilengkapi dengan pemancar gelombang ultrasonik. Bejana pengering selalu dikondisikan vakum ($\pm 0,08$ bar) agar proses evaporasi dapat berlangsung pada suhu rendah antara $4-8^{\circ}\text{C}$. Proses pemvakuman dilakukan dengan menggunakan sebuah pompa vakum yang dilengkapi dengan sebuah *vacuum tank* sebagai penjaga kestabilan tekanan. Untuk menjaga agar proses pengeringan selalu berada pada suhu rendah, maka digunakan sebuah *chiller*. Sebagai benda uji dalam penelitian ini digunakan kunyit. Untuk meningkatkan laju pengeringan digunakan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik dipancarkan melalui sebuah pemancar dengan frekuensi maksimum 45.000 Hz dan daya 15 W.

Keterangan (a) :

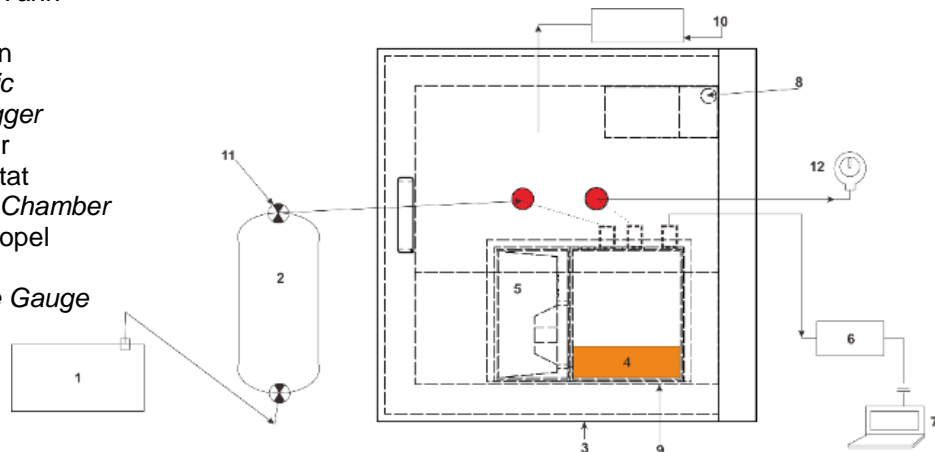
1. Modul operator
2. Heater
3. Spesimen
4. Termokopel
5. Bejana
6. Monitor



Gambar 1 Skema instalasi penelitian *hot air drying*

Keterangan (b) :

1. Vacuum Pump
2. Vacuum Tank
3. Chiller
4. Spesimen
5. Ultrasonic
6. Data Logger
7. Komputer
8. Thermostat
9. Vacuum Chamber
10. Thermokopel
11. Katup
12. Pressure Gauge



Gambar 2 Skema instalasi penelitian *ultrasonic chill drying*

Pada penelitian ini digunakan benda uji berupa kunyit. Kunyit didapat dari pasar lokal Malang dan dipilih yang segar dan bagus. Kemudian kunyit dipotong dengan massa $1.85 \text{ g} \pm 5\%$. Kunyit yang telah disiapkan kemudian diproses pengeringan dua metode tersebut diatas. Beberapa parameter yang diamati adalah temperatur dan tekanan pengeringan, penurunan massa spesimen, kandungan air yang terdapat dalam spesimen, dan laju pengeringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Tekanan Terhadap Temperatur

Perbandingan Tekanan terhadap waktu dapat dianalisa menggunakan Hukum Gay Lussac .

$$\frac{PV}{T} = \text{Konstan}$$

Dimana:

P=Tekanan (atm)

V= Volume (m³)

T=temperatur (K)

Dengan demikian volume gas dipertahankan tetap maka tekanan gas sebanding dengan temperatur, proses ini disebut isohorik. Sehingga apabila tekanan berkurang maka temperatur juga berkurang. dengan tekanan berkurang mengakibatkan derajat pergerakan molekul akan semakin berkurang. Tekanan sendiri dapat dengan persamaan.

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{gauge}}$$

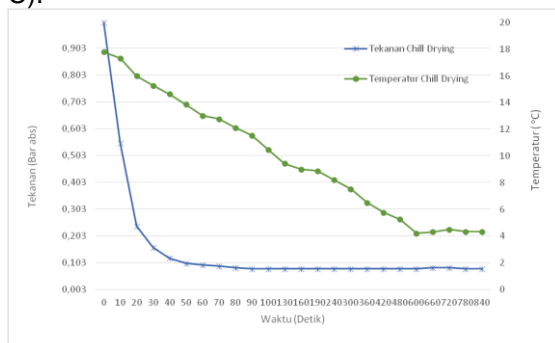
Dimana :

P_{abs} = Tekanan *absolute*

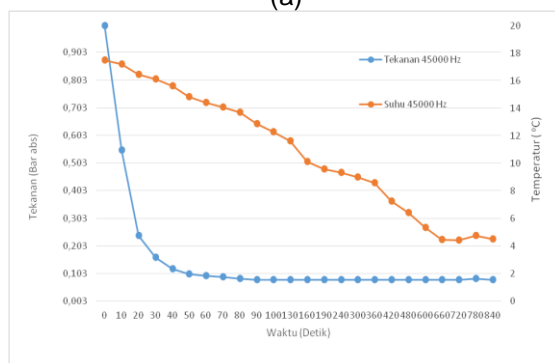
P_{atm} = Tekanan *Atmosfer*

P_{gauge} = Tekanan *Gauge*

Sehingga temperatur dari spesimen sendiri terus mengalami penurunan. Pada Gambar 3 (a) dan (b) temperatur yang semakin berkurang juga dibantu oleh temperatur ruangan yang di atur antara 4-8°C. Akan tetapi pada gambar 4.3 memiliki penurunan temperatur yang lebih lama dikarenakan adanya ultrasonik yang memberikan energi mengakibatkan meningkatnya derajat pergerakan molekul berupa *translasi*, *rotasi* dan getaran. Sehingga Penurunan temperatur yang cukup lebih lama dibandingkan dengan *chill drying*. Sedangkan pada gambar 4.1 tekanan yang konstan pada temperatur spesimen mengalami peningkatan sampai pada temperatur yang diinginkan (50°C).



(a)



(b)

Gambar 3 Hubungan temperatur terhadap tekanan chamber (a) *Chill Drying* (b) *Chill Drying* dengan Ultrasonik

Hubungan Massa dan Kadar Air Pengerinan terhadap Waktu

Pada gambar 4 menjelaskan bahwa pada saat pengerinan menggunakan *Hot air drying* mengalami penurunan massa yang signifikan pada jam 1 sampai jam 10 dan kemudian mengalami penurunan massa yang sedikit pada jam 11 sampai ke-15. Sedikitnya massa yang berkurang oleh *hot air drying* dikarenakan terjadinya pengerinan cepat yang terjadinya di permukaan spesimen sehingga menghambat penguapan air pada bagian dalam specimen [6]. Sedangkan pada *Chill drying* dan *Chill drying* dengan Ultrasonik mengalami penurunan massa yang cenderung konstan. Massa yang penurunannya konstan ini dikarenakan pengerinan yang dilakukan pada temperatur yang lebih rendah sehingga permukaan dari spesimen dan bagian dalam spesimen cenderung hampir mengalami pengerinan yang sama.

Massa pada spesimen berbanding lurus dengan kadar air spesimen, berdasarkan pada persamaan

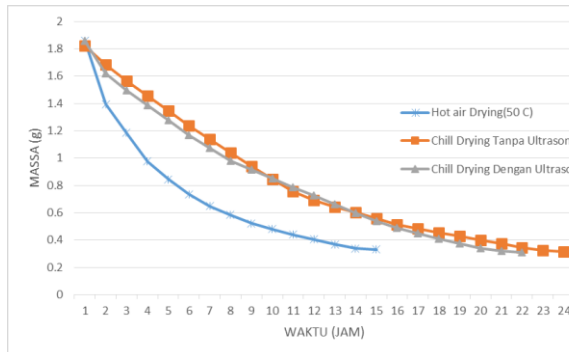
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat spesimen}(g) - \text{berat kering}(g)}{\text{berat spesimen}(g)} \times 100 \%$$

Berkurangnya massa spesimen menandakan hilangnya kandungan air dalam spesimen sehingga berat dari spesimen yang berkurang. Dengan berat basah rata-rata dari jahe (84 %) didapat kadar air yang di kandung spesimen setiap jamnya dengan mengurangi massa spesimen sesaat setelah dikeringkan dengan berat basah dari spesimen. Kemudian dibagi berat spesimen saat tersebut.

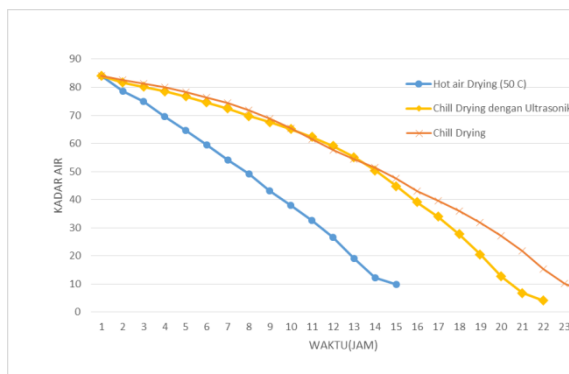
Dari gambar 5 dan 6 didapat bahwa pengerinan menggunakan Ultrasonik memiliki kadar air yang lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan *Hot air drying* dan *Chill Drying* tanpa Ultrasonik dikarenakan penggunaan temperatur yang rendah pada tekanan yang rendah juga, sehingga diffusi yang terjadi dalam ruangan sangat besar mengakibatkan penguapan terdistribusi lebih baik. Pada semua bagian spesimen dan penggunaan ultrasonik yang mendorong air dalam spesimen keluar dari dalam spesimen sehingga lebih memaksimalkan penguapan pada spesimen.

Dengan menggunakan *Hot air drying* memiliki waktu yang relatif lebih cepat akan tetapi penggunaan temperatur panas

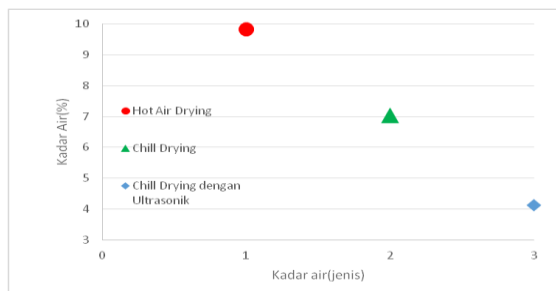
mengakibatkan bagian dalam spesimen yang terkurung akibat tidak meratanya pengeringan. Bagian luar spesimen yang terkena panas lebih cepat mengering akibat kehilangan kadar air dan bagian dalam yang terdistribusi terjebak bisa dilihat pada gambar 13



Gambar 4 Hubungan massa Hot Air Drying, Chill Drying dan Chill Drying dengan Ultrasonik



Gambar 5 Hubungan kadar air terhadap waktu Hot Air Drying, Chill Drying dan Chill Drying dengan Ultrasonik



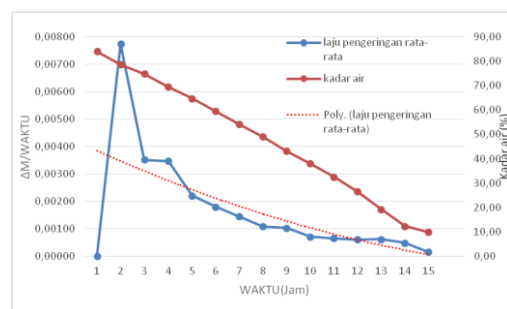
Gambar 6 Kadar air akhir Hot Air Drying, Chill Drying dan Chill Drying dengan Ultrasonik

Analisa Hubungan Kadar Air dan Laju Pengeringan terhadap Waktu

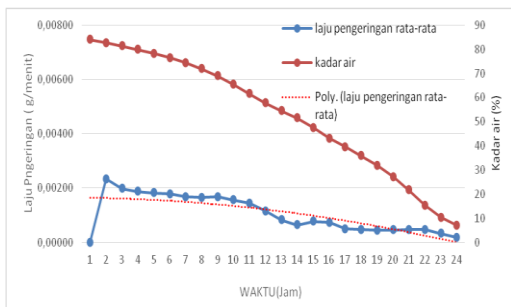
Laju pengeringan didefinisikan sebagai banyaknya massa yang di uap kan dalam satuan waktu. Banyaknya laju penguapan menandakan bahwa banyaknya uap air yang di uapkan secara rata- rata sehingga kadar air pada spesimen terus berkurang seiring dengan berkurangnya laju pengeringan setiap jamnya.

Berdasarkan gambar 7 memperlihatkan bagaimana laju penguapan yang tinggi di awal pengeringan sehingga kadar air yang di uapkan semakin tinggi. Kemudian pada waktu ke-10 mengalami sedikit laju penguapan sehingga kadar air yang di uapkan mulai sedikit sampai menuju data ke-15 dimana laju penguapan mendekati 0. Ini dikarenakan air yang terkandung didalam spesimen tidak bisa di uapkan lagi keluar spesimen.

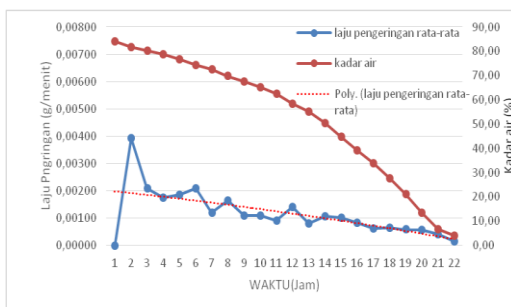
Pada saat laju penguapan menggunakan Chill drying dan Chill Drying menggunakan Ultrasonik dapat dilihat gambar 8 dan 9 menjelaskan bahwa laju pengeringan yang relatif turun secara konstan tapi kadang mengalami sedikit kenaikan dikarenakan penggunaan pompa vakum dan temperatur 4-8^o C, Dimana kebocoran yang diakibatkan kurangnya pengaman pada ruangan atau tidak kuatnya shell menahan kevakuman. Sehingga tekanan naik mengakibatkan temperatur pada spesimen naik. Kenaikan temperatur spesimen mengakibatkan meningkatnya volume pada air yang membuat sulit keluarnya air dari dalam spesimen dan meningkatnya saturated dari air sendiri. Kemudian laju pengeringan mendekati 0 pada data ke 24 dan 25. Sehingga kadar air yang di uapkan habis.



Gambar 7 Hubungan laju pengeringan dan kadar air terhadap waktu dengan metode Hot Air Drying terhadap waktu



Gambar 8 hubungan laju pengeringan dan kadar air terhadap waktu dengan metode *Chill Drying*



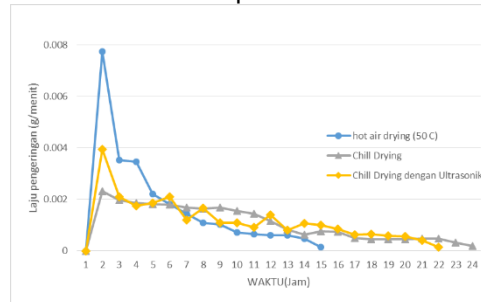
Gambar 9 hubungan laju pengeringan dan kadar air terhadap waktu dengan metode *Chill Drying* dengan ultrasonik.

Analisa Hubungan laju Pengeringan tiap Variasi terhadap Waktu

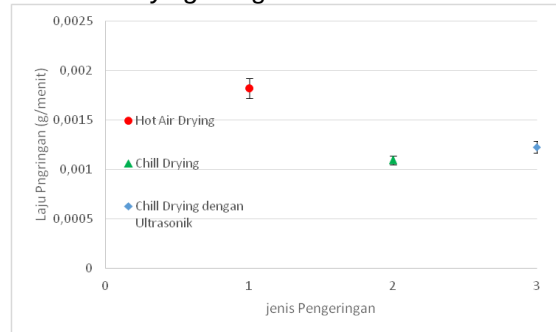
Dari perbandingan laju pengeringan dari 3 variasi (*Hot Air Drying*, *Chill Drying*, *Chill Drying* dengan *Ultrasonik*) berdasarkan gambar 11, didapat bahwa pengeringan menggunakan *Hot air drying* memiliki rata-rata pengeringan dan rentang standar deviasi lebih besar dikarenakan pengeringan menggunakan udara panas memiliki energi kalor laten yang lebih tinggi sehingga energi untuk menguapkan lebih besar dan waktu yang relatif cepat. Sedangkan menggunakan *chill drying* dan *chill drying* menggunakan Ultrasonik rata-rata pengeringan lebih kecil di sebabkan pengeringan menggunakan temperatur yang rendah sehingga di butuhkan energi yang lebih besar untuk menguapkan air.

Temperatur rendah dalam pengeringan sendiri memiliki pergerakan molekul permukaan yang lebih sedikit sehingga energi untuk penguapan yang cenderung lebih kecil. Akan tetapi penggunaan vakum membantu pengeringan sehingga menurunkan *saturated* dari penguapan air

walaupun dengan temperatur yang lebih kecil. Penggunaan Ultrasonik sendiri meningkatkan laju penguapan pada air dengan gelombang makro yang dihasilkannya mengakibatkan getaran yang mendesak molekul air untuk keluar dari dalam spesimen.



Gambar 10 Hubungan Laju pengeringan terhadap waktu *Hot Air drying*, *Chill Drying* dan *Chill Drying* dengan Ultrasonik



Gambar 11 laju pengeringan Rata-rata *Hot Air Drying*, *Chill Drying* dan *Chill Drying* dengan Ultrasonik

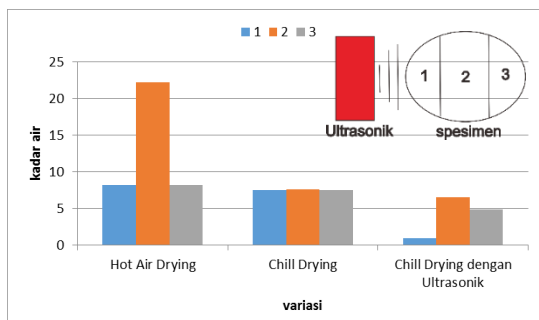
Analisa Hubungan Distribusi Air tiap variasi terhadap Waktu

Pada data gambar 12 di dapat bahwa pendistribusian air paling merata pada penggunaan *Chill drying* dikarenakan penggunaan temperatur yang rendah dan penguapan yang stagnan sehingga air yang di uapkan pada bagian luar menguap akan tetapi bagian dalam secara bertahap menuju keluar dengan konstan. Oleh karena itu bagian luar spesimen hampir tidak mengalami pengeringan yang cepat. Pengaruh diffusi yang tinggi juga mengakibatkan kadar air yang teruap lebih besar.

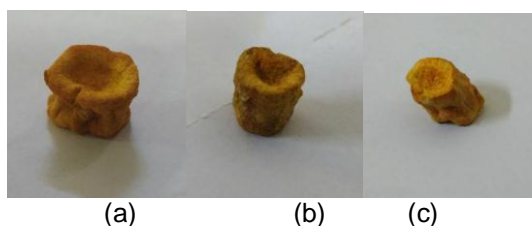
Penggunaan *Hot air drying* memiliki kadar air yang bagus pada sisi luar spesimen sedangkan pada bagian tengah masih banyak mengandung kadar air. Ini disebabkan karena penguapan air pada sisi luar spesimen lebih

cepat dibandingkan laju air menuju sisi luar sehingga pada bagian luar spesimen mengalami pengeringan cepat. Akibat pengeringan ini sisi luar spesimen menutup celah keluar air dari dalam spesimen sehingga menjebak air pada sisi dalam spesimen.

Berbeda dengan *Chill drying* dan *Hot air drying*, penggunaan *Chill drying* dengan Ultrasonik lebih menurunkan kadar air spesimen. Selain dengan menggunakan tekanan dan temperatur rendah. *Chill drying* dengan ultrasonik yang digunakan sebagai penggetar air pada sehingga air yang terdapat dalam spesimen lebih cepat menuju luar sisi spesimen untuk diuapkan. Dengan dorongan ini sisi yang langsung berkontak dengan spesimen mengalami pengeringan yang lebih besar. Akan tetapi pada bagian yang tidak berkontak langsung dengan gelombang memiliki kadar air yang lebih besar. Hal ini dikarenakan pendesakan air yang menuju sisi yang tidak berkontak langsung dengan spesimen



Gambar 12 Distribusi air *Hot Air Drying*, *Chill Drying* dan *Chill Drying* dengan Ultrasonik



Gambar 13 hasil pengeringan dengan (a) *Hot air drying* (b) *Chill Drying* (c) *Chill Drying* dengan Ultrasonik

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisa pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan waktu Pengeringan, Penggunaan dengan *Hot air Drying* lebih cepat mengurangi kadar air dari spesimen dibandingkan dengan menggunakan *Chill drying* dan *Chill drying* dengan Ultrasonik
2. Pengurangan kadar air paling kecil adalah menggunakan *Chill Drying* dengan ultrasonik lalu disusul dengan *Chill drying* dan *Hot air drying*.
3. Pengeringan menggunakan *Hot air drying* tidak bisa mengurangi kadar air lebih baik dari pada *Chill drying* dan *Chill drying* dengan ultrasonik karena pendistribusian kadar air menuju sisi luar yang terhambat oleh pengeringan cepat pada permukaan spesimen.
4. Pendistribusian kadar air paling merata terletak pada penggunaan *Chill drying*.

Daftar Pustaka

- [1] Rohman. 2007. Analisis Makanan. Yogyakarta: UGM.
- [2] Wirakartakusumah A., Subarna A., Arpah M., Syah D., Budiwati S.I 1992. Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan. Pusat antar Universitas IPB, Bogor.
- [3] Ratti C. 2001 , Hot air and freeze- drying of high-value foods: a review. *J. Food Eng.*, 2001, 49, 311–319
- [4] Moran, M.J. & Howard N.S (2004) *Termodinamika Teknik Jilid 1*. The Ohio State University.
- [5] Hamidi, N. (2008). *Freeze Drying: a Novel Method for Biological Material Preservation* Jepang : Kyushu Institute of Technology Kitakyushu
- [6] Hayasi, Tadahisa. et all (2006) *Heat and Mass Transfer in Warm-air Drying of Seafood*, Fukuoka Industrial Technology Center, 3-6-1 Norimatsu, Fukuoka. Japan