

PENGARUH FREKUENSI ULTRASONIK TERHADAP KARAKTERISTIK PENDINGINAN DENGAN METODE NOVEL ULTRASONIC CHILL

Nurkholis Hamidi
Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Nomor : 0341-554291
E-mail: hamidy@ub.ac.id

Abstract

Teknologi pengeringan dengan kualitas tinggi merupakan teknologi penting dalam pengolahan hasil pangan maupun herbal. Untuk menjaga kualitas (aroma, warna, dan kandungan gizi) dari bahan, maka proses pengeringan harus dilaksanakan dalam keadaan temperatur rendah. Selama ini metode pengeringan temperature rendah yang digunakan sangat membutuhkan energi yang besar dan laju pengeringan yang lambat seperti freeze drying. 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 menggunakan ruang vacuum pada temperatur chiller yang rendah, antara 4-8oC, dibantu dengan gelombang ultrasonik untuk meningkatkan drying rate. Metode ini merupakan metode alternative dari freeze drying dengan konsumsi energi yang lebih rendah akan tetapi tetap mampu menjaga kualitas bahan yang dikeringkan karena dilakukan pada suhu rendah. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan pengaruh frekwuensi ultrasonik terhadap parameter pengeringan yang meliputi kadar air, laju pengeringan dan distribusi kadar air dalam specimen. Frekuensi ultrasonik yang digunakan dalam penelitian ini divariasikan antara 6000-45.000 hz dengan daya sekitar 15 watt dengan material uji berupa kunyit. Hasil pengamatan menunjukkan adanya peningkatan laju pengeringan dan penurunan kadar air sepesimen yang lebih rendah seiring dengan peningkatan frekuensi gelombang ultrasonik yang digunakan. Akan tetapi tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap distribusi kadar air dalam specimen uji..

Keywords: pengeringan, ultrasonic chill drying, kunyit, frekuensi .

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini didorong oleh kebutuhan pangan manusia yang terus meningkat yang diakibatkan oleh semakin meningkatnya jumlah penduduk dunia. Mengingat kebutuhan pokok adalah kebutuhan primer, pada saat yang sama produksi bahan pangan makin juga meningkat. Hal tersebut menyebabkan dibutuhkannya teknologi-teknologi pemrosesan pangan yang mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produk makanan, salah satunya adalah teknologi pengeringan bahan makanan [4]. Produksi makanan kering pada saat ini telah meningkat. Terutama makanan kering yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Produk olahan tumbuhan yang dikeringkan biasanya digunakan untuk makanan olahan dan obat ramuan herbal.

Dalam produksi olahan pengeringan ini, dibutuhkan produk hasil dengan kualitas tinggi. Hasil makanan yang dikeringkan dan kemudian

dijadikan serbuk tidak boleh rusak atau terdegradasi kandungan gizinya. Saat ini ada dua teknologi yang sering digunakan dalam proses pengeringan, yaitu *hot air drying* dan *freeze drying*. *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 [3]. Sedangkan *freeze drying* relatif mampu menjaga kualitas makanan tetapi prosesnya cukup lama dan butuh energi yang besar [2].

Pengeringan adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas. Secara umum keuntungan dari pengawetan ini adalah bahan menjadi awet

dengan volume bahan menjadi kecil sehingga memudahkan dalam pengangkutan [1]. Pengertian proses pengeringan berbeda dengan proses penguapan (evaporasi). Proses penguapan atau evaporasi adalah proses pemisahan uap air dalam bentuk murni dari suatu campuran berupa larutan (cairan) yang mengandung air dalam jumlah yang relatif banyak. Pengeringan merupakan salah satu proses pengolahan pangan yang sudah lama dikenal.

Tujuan dari proses pengeringan adalah menurunkan kadar air bahan sehingga bahan menjadi lebih awet, mengecilkan volume bahan sehingga memudahkan dan menghemat biaya pengangkutan, pengemasan dan penyimpanan. Di samping itu banyak bahan hasil pertanian yang hanya digunakan setelah dikeringkan terlebih dahulu seperti tembakau, kopi, dan biji-bijian. Kadar air suatu bahan menunjukkan banyaknya air persatuan bobot yang dapat dinyatakan dalam persen berat basah (wet basis) atau dalam persen berat kering (dry basis). Kadar air berat basah (b.b) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan. Kadar air berat kering (b.k) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan padatan yang ada dalam bahan.

Saat ini teknologi pengeringan yang sering digunakan adalah *hot air drying* atupun pengeringan dengan bantuan sinar matahari. Akan tetapi metode ini kurang dapat menjaga warna, rasa, dan aroma alami dari produk. Untuk menjaga poin-poin kualitas tersebut, maka cara yang ideal adalah melakukan pengeringan pada suhu rendah. Beberapa pengembangan teknologi pengeringan telah dilakukan antara lain: *microwave vacuum drying*, dan *freeze drying*. Namun semua metode itu masih memiliki beberapa kekurangan, antara lain sulitnya control temperature pada *microwave vacuum drying*, dan kebutuhan energy yang besar serta konsumsi waktu proses yang lama pada metode *freeze drying*. Pada kesempatan ini kami menawarkan teknologi *ultrasonic chill drying* untuk memperbaiki kekurangan dari teknologi pengeringan sebelumnya.

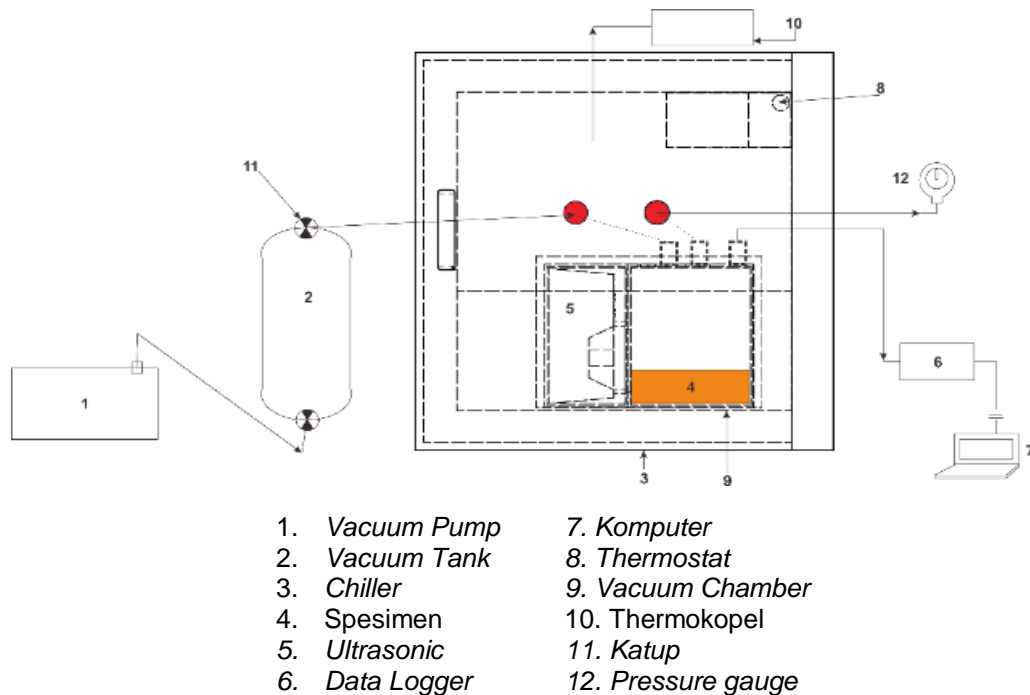
Penulis bergagasan untuk mendesain pengering makanan yang menggunakan gelombang ultrasonik sebagai pemacu keluarnya molekul air dari sel-sel makanan

yang diaplikasikan pada kondisi dingin (*Chill 4 – 8 °C*) dimana kondisi volume molekul air mencapai ukuran terkecil karena sifat anomali yang air miliki pada temperatur tersebut sehingga mudah untuk dikeluarkan dan dalam kondisi vakum dengan tujuan menurunkan titik uap air berdasarkan diagram fase air sehingga mudah diuapkan dalam temperatur yang rendah. Pada suhu *chill* kualitas makanan relatif terjaga. Proses pengeringan melalui evaporasi bukan sublimasi sehingga relatif lebih cepat daripada *freeze drying*. Meskipun demikian, karena proses pengeringan dilakukan pada temperature rendah makan tetap membutuhkan waktu lama dan energi yang lebih besar. Untuk mengurangi waktu proses dan kebutuhan energi, maka perlu inovas guna meningkatkan efisiensi proses pengeringan pada suhu rendah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan inovasi dengan pemancaran gelombang ultrasonic pada proses pengeringan suhu rendah. Gelombang ultrasonic telah diketahui memiliki efek yang mampu menggetarkan molekul air sehingga akan mendesak air keluar dari material. Gelombang ultrasonik memiliki kisaran frekuensi yang bervariasi antara 20kHz hingga 1 GHz. Tentunya frekuensi ini akan memiliki pengaruh terhadap perilaku getaran molekul air ketika terkena paparan gelombang tersebut. Efek mendesak ini dipengaruhi oleh frekuensi gelombang *ultrasonic* yang akan dibahas lebih lanjut.

Untuk itu pada penelitian ini dilakukan observasi tentang bagaimana pengaruh frekuensi gelombang ultrasonik terhadap karakteristik pengeringan dengan menggunakan metode pengeringan novel *ultrasonic chill drying*.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan metode *ultrasonic chill drying*. Gambar 1 menunjukkan skema alat penelitian *ultrasonic chill drying* yang dipergunakan dalam proses pengeringan. 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°C.



Gambar 1 Skema instalasi penelitian *ultrasonic chill drying*

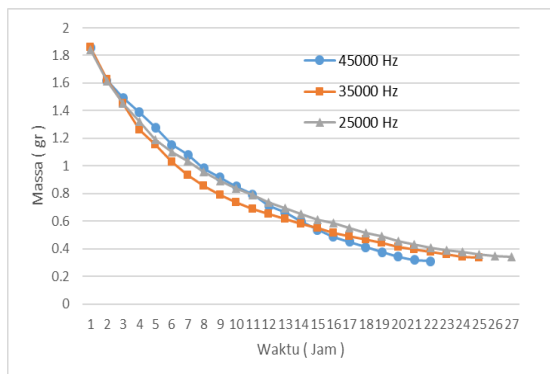
Proses pemvakuman dilakukan dengan menggunakan sebuah vacuum tank sebagai penjaga kestabilan tekanan. Untuk menjaga agar proses pengeringan selalu berada pada suhu rendah, maka digunakan sebuah chiller. Sebagai benda uji dalam penelitian ini digunakan kunyit. Kunyit didapat dari pasar lokal Malang dan dipilih yang segar dan bagus. Kemudian kunyit dibuang kulitnya dan dipotong dengan massa $1.85 \text{ g} \pm 5\%$. Untuk meningkatkan laju pengeringan digunakan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik dipancarkan melalui sebuah pemancar dengan frekuensi yang divariasikan pada 25.000 Hz, 40.000 Hz, dan 45.000 Hz dengan daya 15 W.

HASIL DAN PEMBAHASAN

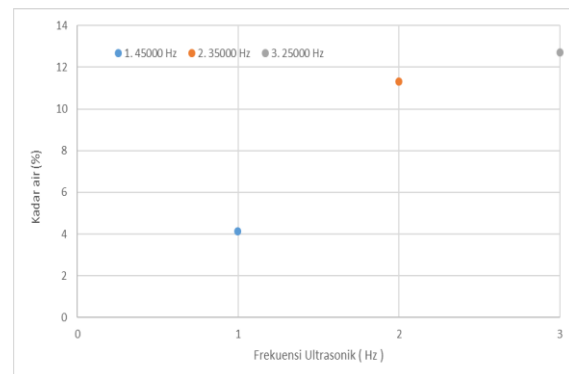
Analisa massa dan kadar air

Gambar 2 menunjukkan histori penurunan massa benda uji selama proses pengeringan dengan menggunakan metode ultrasonic chill drying. Dari gambar tersebut terlihat bahwa penurunan massa terbesar terjadi pada spesimen dengan frekuensi pancaran 45000 Hz. Penurunan massa pada proses pengeringan menunjukkan hilangnya

massa air dalam benda uji. Gambar 2 juga menunjukkan bahwa penurunan massa yang paling cepat juga didapat pada frekuensi 45000 Hz hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai frekuensi maka makin banyak gelombang yang diabsorpsi [5]. Berkurangnya massa pada spesimen berbanding lurus dengan kadar air spesimen,berkurangnya massa spesimen menandakan hilangnya kandungan air dalam spesimen sehingga berat dari spesimen yang berkurang. Dengan berat kering rata-rata dari kunyit yang didapat adalah 84 %, lalu didapat kadar air yang di kandung spesimen setiap jamnya dengan mengurangi massa spesimen sesaat setelah dikeringkan dengan berat kering dari spesimen. Kemudian dibagi berat spesimen saat tersebut. Bisa dilihat massa akhir yang terkecil ada pada pengeringan dengan frekuensi 45000 Hz, diikuti dengan 35000 Hz, lalu 25000 Hz, hal ini disebabkan oleh makin tinggi nilai frekuensi maka absorpsi getaran makin tinggi sehingga makin banyak energi getaran yang diabsorpsi oleh spesimen yang menyebabkan ikatan adhesi antar air dan kunyit melemah, energi getaran ini juga melemahkan ikatan kohesi antar air dalam



Gambar 2 Penurunan massa pada proses pengeringan dengan ultrasonic chill drying



Gambar 3 kadar air minimum hasil pengeringan dengan ultrasonic chill drying

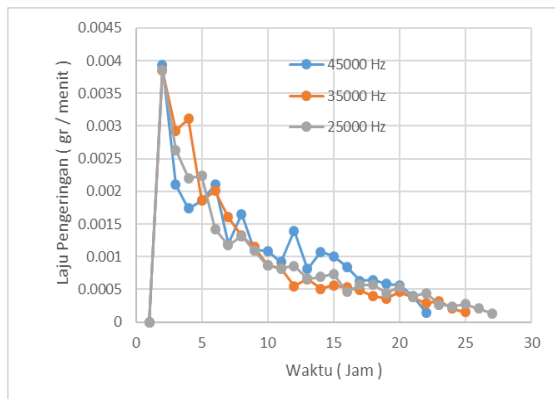
kunyit sehingga memudahkan air untuk berdifusi dengan lingkungan. Gambar 3 menunjukkan kadar air akhir dari spesimen setelah pengeringan dengan metode *chill drying dengan ultrasonik* dengan frekuensi 45000 Hz , 35000 Hz , 25000 Hz. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar air terendah dapat dicapai pada proses pengeringan dengan bantuan ultrasonik dengan frekuensi 45000 Hz.

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.

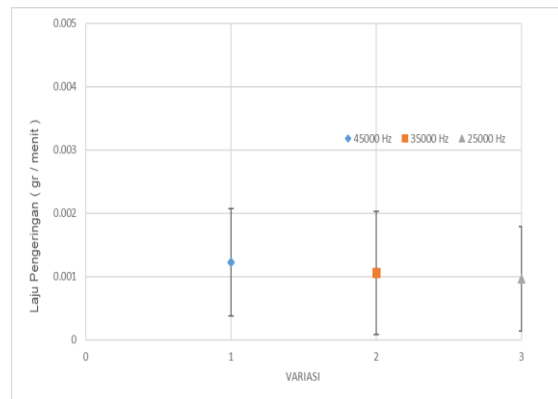
Bila dilihat dari gambar 4 bahwa laju penurunan massa cenderung konstan di akhir , tinggi di awal dan yang berbeda dari tiap grafik adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai stagnan , dan dapat dilihat bahwa penurunan laju semakin sedikit di akhir – akhir sebelum mencapai titik stagnan , hal ini dikarenakan semakin sedikit massa yang tersisa maka akan semakin lama laju penurunan massa dikarenakan perbedaan konsentrasi antara lingkungan dengan spesimen semakin sedikit perpindahan yang terjadi semakin sedikit sehingga laju menurun ,bisa dilihat bahwa terkadang nilai penurunan tidak cenderung menurun secara konstan diawal dan dapat dibilang ini adalah penyimpangan yang dikarenakan oleh bocor halus pada vacuum chamber yang terjadi pada tengah penguapan

yang mengakibatkan naiknya tekanan pada chamber , naiknya tekanan pada vacuum chamber akan menaikkan temperatur dari spesimen, naiknya temperatur pada spesimen akan menaikkan volume air , pada pengeringan ini diusahakan suhu tetap pada 4 – 8°C , apabila suhu naik maka anomali air yang terjadi pada suhu 4°C tidak terpenuhi dan volume pun meningkat.

Dari perbandingan laju pengeringan 3 variasi yang memiliki laju pengeringan tertinggi dan memiliki waktu yang tercepat adalah 45000 Hz bila dibandingkan dengan variasi lain. Dapat dilihat terjadi penurunan yang tidak konstan pada awal pengeringan, ada banyak faktor yang dapat menyebabkan ini , yaitu kenaikan tekanan diakibatkan bocor halus pada saat pengeringan , maupun tingginya frekuensi dapat merusak struktur dalam dari kunyit sehingga membuat air terperangkap, dan juga gelombang ultrasonik ini dapat juga membebaskan air yang terperangkap dalam kunyit juga. Bila dari cepatnya penurunan yang paling cepat adalah laju penurunan dari pengeringan vacuum chill drying dengan 45000 Hz yang paling cepat karena semakin tinggi nilai frekuensi maka makin tinggi juga gelombang frekuensi ultrasonik yang diserap oleh spesimen, semakin banyak getaran gelombang ultrasonik yang diserap oleh spesimen maka makin cepat laju pengeringan yang terjadi. Secara rata-rata laju pengeringan dapat dilihat pada Gb.5. Dari gambar tersebut dapat dipahami bahwa semakin tinggi frekuensi



Gambar 4 Laju pengeringan terhadap waktu pengeringan dengan ultrasonic chill drying



Gambar 5 Laju pengeringan rata-rata dengan ultrasonic chill drying

pancaran ultrasonic maka akan semakin meningkatkan laju pengeringan pada kunyit.

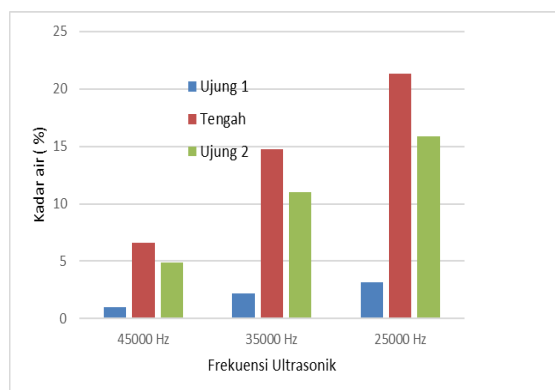
Distribusi kadar air dalam spesimen setelah proses pengeringan telah diamati dalam penelitian ini. Hasil pengamatan diplot pada Gb.6. Dapat dilihat hasil dari distribusi air pada pengeringan dengan metode vacuum chill drying menunjukkan hasil yang tidak merata. Kadar air paling sedikit berada di ujung 1 yakni ujung yang paling dekat dengan pancaran ultrasonic. Disisi lain, kadar air terbesar ada di tengah hal ini karena kurangnya intensitas intensitas dari ultrasonic dikarenakan daya dari alat hanya mencapai 15 watt, sehingga bagian ujung lah yang lebih banyak mengabsorpsi ultrasonic sehingga lebih cepat menurun kadar airnya tetapi pada tengah – tengah spesimen nilai distribusi airnya sangat besar diakibatkan kurangnya intensitas dari gelombang ultrasonic

yang tidak sanggup menembus sampai tengah spesimen.

KESIMPULAN

Penelitian terhadap pengaruh frekuensi pancaran ultrasonik terhadap karakteristik pengeringan menggunakan ultrasonic chill drying telah dilakukan. Dari hasil pembahasan I dapat ditarik kesimpulan :

1. Semakin tinggi frekuensi maka akan semakin cepat waktu pengeringan
2. Peningkatan frekuensi akan menaikkan laju penurunan massa dari spesimen lebih cepat
3. Seiring dengan kenaikan frekuensi maka potensi penurunan kadar air semakin meningkat.
4. Semakin tinggi nilai frekuensi maka massa akhir akan semakin kecil



Gambar 6 Distribusi kadar air dalam spesimen setelah proses pengeringan dengan ultrasonic chill drying

DAFTAR PUSTAKA

[1] Chemical Engineers' Handbook. Mc Graw Hill Professional. (2007). pp. Chapter 12 (Evaporative Cooling and Solids Drying).
 [2] Rohman. 2007. Analisis Makanan. Yogyakarta: UGM.
 [3] Desrosier, NW. (1988). Teknologi Pengawetan Pangan. Penerjemah M. Muljoharjo. Penerbit UIPress. Jakarta. 614 hlm.
 [4] Geankoplis, Christie J. (1993). Transport Processes And Unit Operations. Third edition : University of Minnesota
 [5] Kevin J Parker, (1983), Ultrasonic Attenuation and absorption in liver tissue (University of Rochester)