

## PENGARUH REPETISI GELOMBANG PADA ULTRASONIK CHILL DRYING TERHADAP KARAKTERISTIK PENGERINGAN

Purnami<sup>1</sup>, Nurkholis Hamidi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Hp : 081333110033

E-mail: purnami.ftub@ub.ac.id

### Abstrak

*Pengeringan digunakan untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas dan juga perpindahan massa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh repetisi gelombang ultrasonik terhadap laju pengeringan menggunakan mesin vacuum chill drying. Dalam penelitian dilakukan variasi repetisi gelombang dengan tingkatan maksimum, medium, dan minimum. Repetisi maksimum memiliki nilai 0,91 repetisi/detik, medium memiliki nilai 0,69 repetisi/detik, dan minimum memiliki nilai 0,54 repetisi/detik. Proses pengeringan ini dilakukan sampai massa spesimen mendekati stagnan. Pengecekan massa dilakukan setiap 1 jam sekali. Hasil penelitian menunjukkan dengan meningkatnya repetisi gelombang maka laju pengeringan semakin tinggi. Hal yang sama juga terjadi pada penurunan massa, di mana semakin tinggi repetisi gelombang maka penurunan massa juga semakin besar. Kadar air pada akhir pengujian dapat dilihat jika variasi repetisi maksimum memiliki kadar air paling rendah diikuti dengan repetisi medium dan minimum.*

**Kata Kunci:** Pengeringan, Kadar Air, Repetisi Gelombang, Ultrasonik Chill Drying

### 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 dibutuhkan 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]. Berdasarkan penjelasan pada latar belakang diatas, maka diperlukan sebuah system pengeringan yang lebih cepat dan efisien. 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*. Untuk mendukung proses evaporasi, dipancarkan gelombang ultrasonik yang memiliki efek yang akan mendesak air keluar dari spesimen. Efek mendesak ini dipengaruhi oleh repetisi gelombang *ultrasonic* yang akan dibahas lebih lanjut.

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.

Beberapa teknologi pengeringan yang sering digunakan adalah *hot air drying*,

*microwave vacuum drying*, dan *freeze drying*. Namun semua metode itu masih memiliki kekurangan. Jadi kami menawarkan teknologi *ultrasonic chill drying* untuk memperbaiki kekurangan dari teknologi pengeringan sebelumnya.

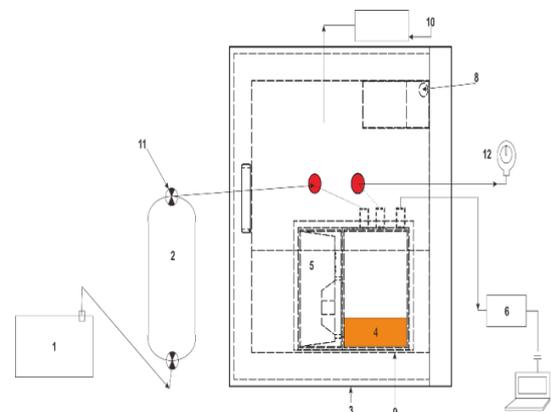
## METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan di dalam penelitian ini adalah metode penelitian nyata (*experimental research*). Jenis penelitian ini dapat dipergunakan untuk menguji suatu perlakuan dengan membandingkannya dengan perlakuan lainnya.

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pengecekan sempel setiap 60 menit sampai dengan massa yang mendekati konstan dan repetisi gelombang ultrasonik diatur pada tingkatan minimum, medium, dan maksimum. Sedangkan variabel terikat yang dalam penelitian ini adalah Massa spesimen hasil pengujian dan kandungan air dalam spesimen. Variabel terkontrolnya adalah pada *chill drying* diatur pada temperatur 4 – 8 °C dengan tekanan vakum dan ultrasonik di atur frekuensi tertinggi yaitu 45.000 Hz.

Setelah itu chamber dimasukkan ke dalam kulkas lalu di vacuum hingga -1 bar lalu dihitung selama 60 menit. Selanjutnya setelah 60 menit kunyit dihitung kembali massanya, penurunan massanya, dan kandungan kadar airnya. Pengambilan data massa kunyit dilakukan sampai penurunan massa kunyit telah stagnan.

## INSTALASI ALAT



**Gambar 1.** Skema instalasi alat Ultrasonik Chill Drying

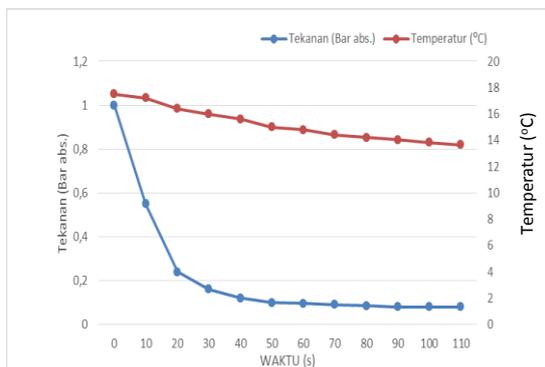
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengujian yang didapat merupakan variasi dari repetisi gelombang atau pulse pada ultrasonik (pulse maksimum, pulse medium, dan pulse minimum). Pulse maksimum memiliki nilai 0,91 repetisi/detik, pulse medium memiliki nilai 0,69 repetisi/detik dan pulse minimum memiliki nilai 0,54 repetisi/detik.

Kadar air awal spesimen yang dipakai adalah kadar air berat basah (wet base) didapat dari pengujian pada moisture analyzer sebesar 84 %.

### Analisa Tekanan dan Temperatur Terhadap waktu

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa hubungan antara tekanan terhadap waktu cenderung eksponensial di mana garis tekanan cenderung turun secara cepat lalu konstan. Sedangkan hubungan antara temperatur terhadap waktu cenderung linear turun saat pemvakuman terjadi. Hal ini sesuai dengan rumus teori kinetik gas di mana tekanan dan temperatur berbanding lurus yaitu saat tekanan turun maka jumlah molekul pada chamber akan turun sehingga saat pergerakan molekul semakin sedikit temperatur juga turun sering berjalannya waktu.



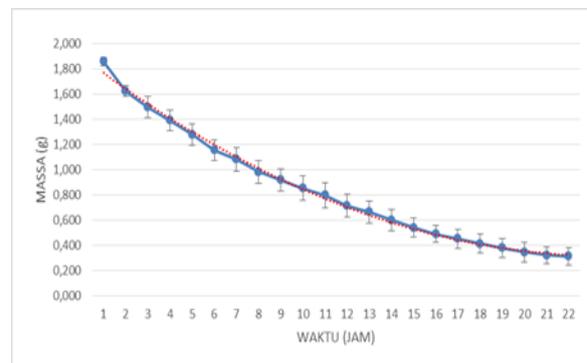
**Gambar 2.** Hubungan Tekanan dan Temperatur Chamber Pengering terhadap Waktu

### Analisa Hubungan Massa Pengeringan Terhadap waktu

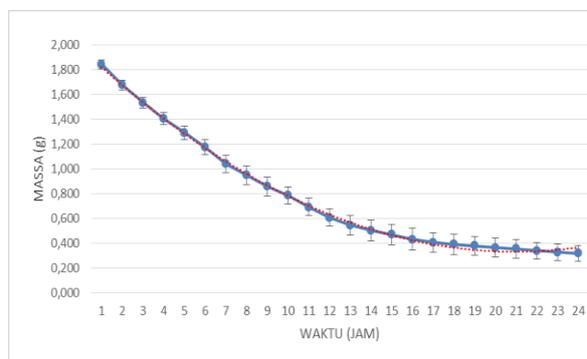
Pada gambar 3 sampai 5 dapat dilihat hubungan antara massa pengeringan terhadap waktu. Penurunan massa yang terjadi karena adanya kalor laten dan difusi

saat proses pengeringan. Kalor laten merupakan energi kalor untuk menguapkan air. Sedangkan fenomena difusi merupakan keadaan di mana konsentrasi spesimen lebih tinggi dari lingkungan sehingga air berdifusi untuk keluar dari spesimen.

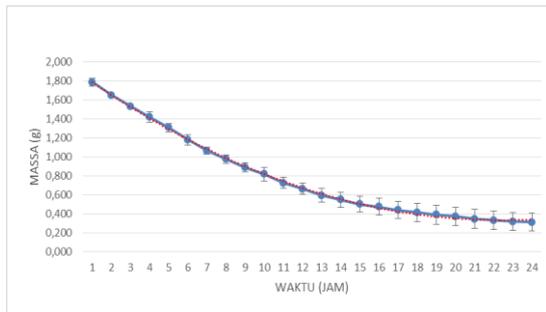
Penurunan massa cenderung eksponensial di mana pada saat awal pengeringan massa turun secara cepat lalu konstan. Hal ini diakibatkan karena pada saat awal pengeringan masih banyak kandungan air yang dikeringkan pada tiap spesimen dan pada akhir pengeringan kandungan air yang dikeringkan sudah sedikit sehingga penurunan massa pada spesimen menjadi konstan



**Gambar 3** Penurunan Massa Spesimen terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum



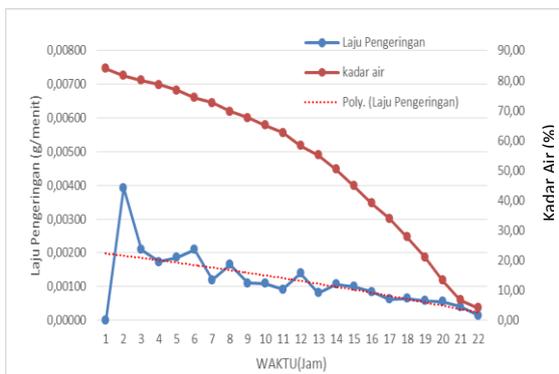
**Gambar 4** Penurunan Massa Spesimen terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Medium



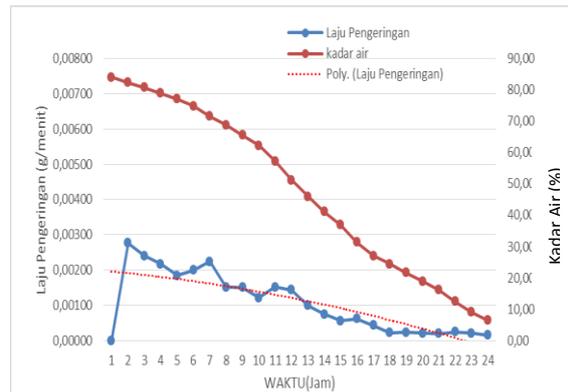
**Gambar 5** Penurunan Massa Spesimen terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Minimum

**Analisa hubungan Kadar Air dan Laju pengeringan terhadap waktu**

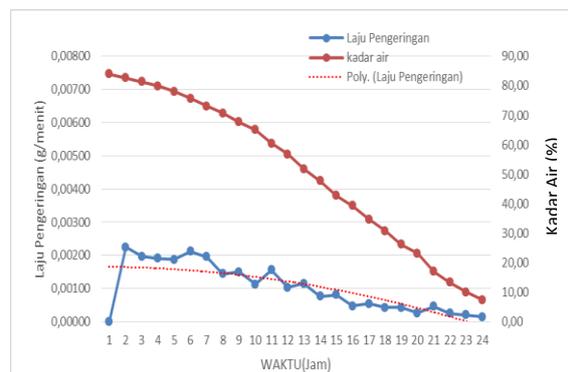
Pada gambar 6 sampai 8 dapat dilihat hubungan laju pengeringan terhadap waktu dan kadar air terhadap waktu. Laju pengeringan merupakan banyaknya massa yang diuapkan per satuan waktu. Laju pengeringan pada awal pengeringan cenderung tinggi karena kandungan kadar air yang akan dikeringkan juga tinggi seperti pada gambar 4.5 sampai 4.7 . Oleh sebab itu seiring berjalannya waktu dapat dilihat bahwa laju pengeringan semakin menurun dan kadar air semakin menurun juga. Hal ini disebabkan karena saat pengeringan berlangsung kadar air juga berkurang sehingga air yang dikeringkan semakin sedikit dan laju pengeringan juga cenderung menurun.



**Gambar 6** Laju Pengeringan dan Kadar Air terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum



**Gambar 7** Laju Pengeringan dan Kadar Air terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Medium



**Gambar 8** Laju Pengeringan dan Kadar Air terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Minimum

**Analisa Hubungan Laju Pengeringan Tiap Variasi Terhadap Waktu**

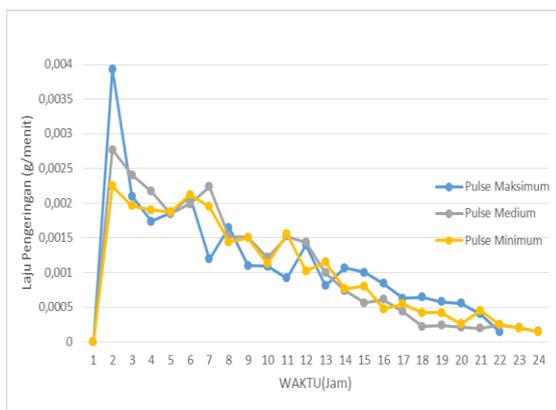
Pada gambar 9 dapat dilihat laju pengeringan pada tiap variasi terhadap waktu. Variasi di sini adalah pulse maksimum, medium dan minimum pada ultrasonik. Pulse maksimum memiliki nilai 0,91 repetisi/detik, pulse medium memiliki nilai 0,69 repetisi/detik dan pulse minimum memiliki nilai 0,54 repetisi/detik. Semakin tinggi nilai pulsanya maka jumlah gelombang ultrasonik yang dikeluarkan juga semakin banyak. Jika gelombang yang dikeluarkan semakin banyak maka energi yang digunakan untuk menggetarkan air dalam spesimen juga semakin banyak.

Pada gambar 9 dapat dilihat laju pengeringan pulse maksimum cenderung

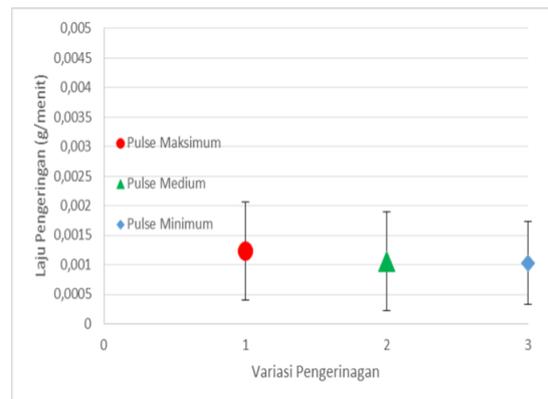
lebih tinggi daripada pulse medium dan minimum dan ada beberapa titik yang laju pengeringannya rendah karena kadar air sudah banyak diuapkan pada awal pengeringan. Waktu pengeringan pada pulse maksimal juga selesai lebih cepat yaitu pada waktu 22 jam saja.

Pada pulse medium laju pengeringan awalnya lebih tinggi daripada pulse minimum tetapi ada penurunan laju pengeringan saat pertengahan proses pengeringan. Sedangkan pulse minimum cenderung lebih landai dan stabil pengeringannya karena molekul yang air yang didesak cenderung sedikit demi sedikit. Pengeringan pulse medium dan minimum sama-sama membutuhkan waktu 24 jam untuk mencapai massa yang mendekati stagan.

Pada gambar 10 didapat drying rate tiap variasi. Pulse maksimum memiliki drying rate paling tinggi kemudian diikuti dengan drying rate pulse medium dan pulse minimum. Pulse minimum memiliki drying rate yang stabil karena memiliki deviasi yang lebih kecil dibandingkan pulse maksimum dan medium.



**Gambar 9** Laju Pengeringan terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum, Pulse Medium, dan Pulse Minimum



**Gambar 10** Drying Rate dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum, Pulse Medium, dan Pulse Minimum

#### Analisa hubungan massa dan kadar air tiap variasi terhadap waktu

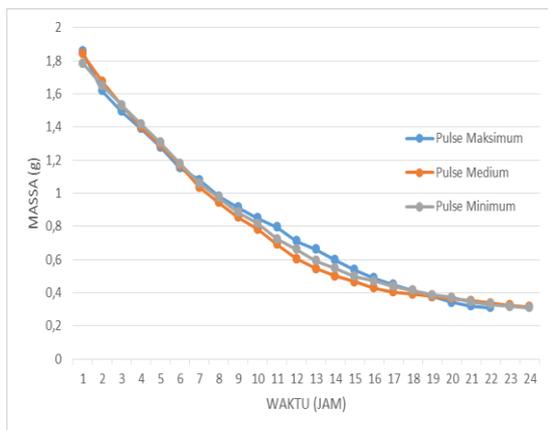
Pada gambar 11 dan 12 didapat grafik massa rata-rata dan kadar air tiap variasi terhadap waktu. Dapat dilihat bahwa penurunan massa pada semua variasi cenderung sama seiring berjalannya waktu. Namun ada perbedaan penurunan massa pada awal dan pertengahan pengeringan.

Pada awal pengeringan, penurunan massa pulse maksimum cenderung tinggi namun menurun pada pertengahan pengeringan dan massa stagnan pada saat 22 jam pengeringan. Hal ini disebabkan karena penurunan kadar air pada pulse maksimum cenderung lebih tinggi saat awal-awal pengeringan sehingga kadar air menjadi cepat habis di awal. Namun pada pertengahan mendekati akhir, kadar air sudah lebih sedikit sehingga penurunan massanya menjadi lambat dan pengeringan selesai lebih cepat.

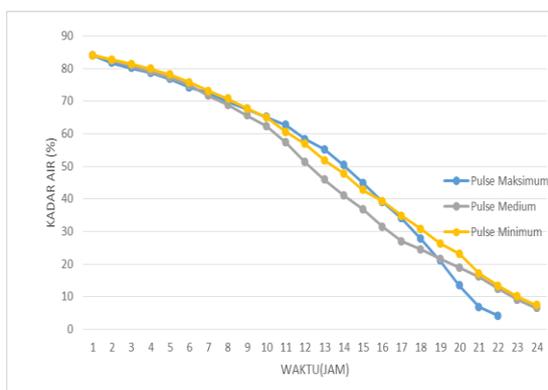
Sedangkan penurunan massa pulse medium cenderung lebih rendah dari pulse maksimum pada awal pengeringan dan cenderung lebih tinggi saat pertengahan pengeringan. Hal ini disebabkan perbedaan pulse yang menyebabkan desakan ultrasonik kepada molekul air menjadi lebih sedikit. Pada pertengahan pengeringan penurunan massanya lebih tinggi karena kadar airnya masih tinggi saat memasuki pertengahan sehingga penurunan kadar airnya menjadi lebih cepat pula saat pertengahan pengeringan.

Pulsa minimum memiliki penurunan massa yang cenderung landai. Hal ini disebabkan pulsa yang rendah menyebabkan desakan ultrasonik menjadi sangat sedikit sehingga molekul air yang didesak menjadi semakin lambat untuk keluar. Oleh sebab itu penurunan massa pulse minimum menjadi paling rendah saat di awal dan stabil pada pertengahan hingga selesai pengeringan.

Pada gambar 13 didapat kadar air akhir pada tiap variasi. Pulse maksimum memiliki kadar air akhir paling rendah yaitu 4,12 % kemudian diikuti dengan pulse medium sebesar 6,46 % dan pulse minimum sebesar 7,46 %. Hal ini sesuai pulse yang diberikan karena semakin besar pulse maka molekul air akan semakin terdesak sehingga pulse maksimum menjadi lebih kering dibanding pulse medium dan minimum.

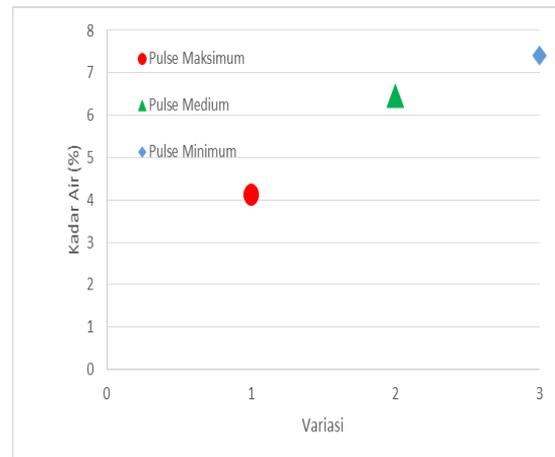


**Gambar 11** Penurunan Massa Spesimen terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum, Pulse Medium, dan Pulse Minimum



**Gambar 12** Kadar Air Berat Basah Spesimen terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode

Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum, Pulse Medium, dan Pulse Minimum

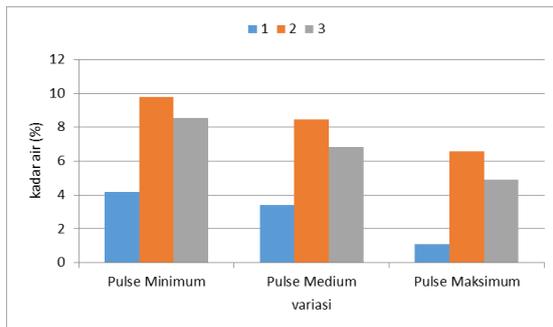


**Gambar 13.** Kadar Air Berat Basah Minimum Spesimen terhadap Waktu Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum, Pulse Medium, dan Pulse Minimum

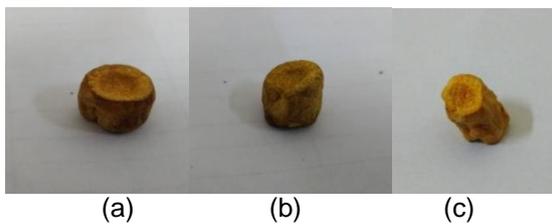
#### Analisa Perbandingan Distribusi Air tiap Variasi

Pada gambar 14 dapat dilihat distribusi air tiap variasi pulse. Dapat dilihat metode Ultrasonik Chill drying pada tiap pulse memiliki distribusi air spesimen yang mirip. Ultrasonik digunakan sebagai penggetar air pada sehingga air yang terdapat dalam spesimen lebih cepat menuju luar sisi spesimen untuk dikeringkan. Dengan adanya dorongan ini sisi yang langsung berkontak dengan spesimen mengalami pengeringan yang lebih besar. Akan tetapi pada bagian yang tidak berkontak langsung dengan gelombang ultrasonik memiliki kadar air yang lebih besar. Hal ini terjadi karena pendesakan air yang cenderung menuju sisi yang tidak berkontak langsung dengan gelombang.

Oleh sebab itu dapat dilihat bahwa ultrasonik chill drying memiliki distribusi air yang tidak merata karena adanya desakan gelombang pada spesimen. Sehingga pulse tidak mempengaruhi pemerataan distribusi air, namun hanya berpengaruh pada proses pendesakan air saat proses pengeringan yang hanya mempengaruhi kadar air akhir pengeringan.



**Gambar 14.** Distribusi Air Spesimen dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada Pulse Maksimum, Pulse Medium, dan Pulse Minimum



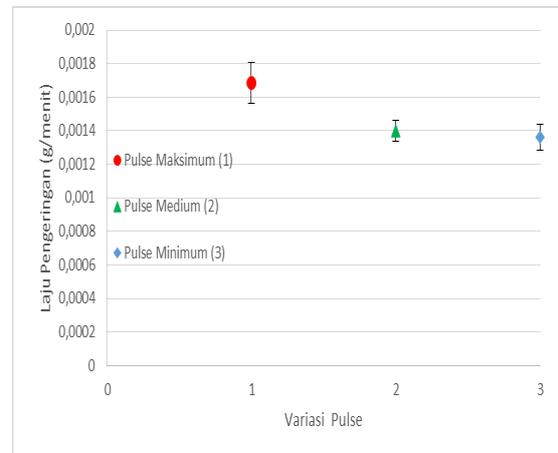
**Gambar 15.** Hasil Pengeringan dengan Metode Ultrasonik Chill Drying pada (a) Pulse Minimum (b) Pulse Medium (c) Pulse Maksimum

#### Analisa Data *Continuous* 10 Jam Tiap Variasi

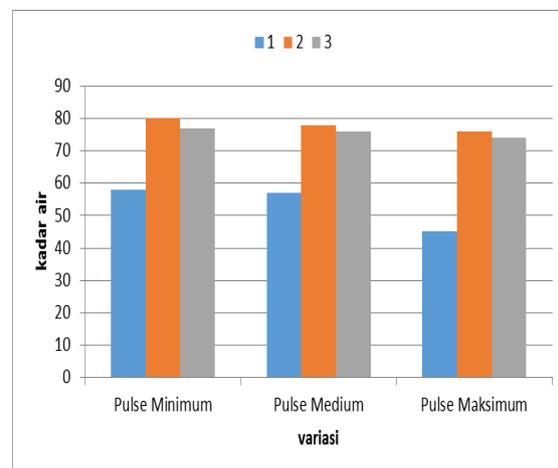
Pengambilan data *continuous* merupakan pengambilan data pengeringan jam selama 10 jam *non-stop* pada tiap variasi. Pada gambar 15 didapat data *drying rate continuous* tiap variasi *pulse*. Dapat dilihat *pulse* maksimum memiliki *drying rate* tertinggi dan diikuti dengan *pulse* medium dan *pulse* minimum sama seperti pengambilan data tiap satu jam. Namun data *continuous* memiliki *drying rate* lebih baik pada waktu yang sama dibandingkan dengan data per jam karena pada percobaan *continuous* tidak dibutuhkan lagi daya ulang untuk memvakum kembali dari tekanan awal sehingga tekanan tetap vakum sampe pengambilan data berakhir.

Pada gambar 4.16 didapat data distribusi air tiap variasi *pulse* pada percobaan *continuous*. *Pulse* maksimum memiliki kadar air terendah dan diikuti *pulse* medium dan minimum. Distribusi air pada percobaan ini juga memiliki pola yang sama

dengan pengambilan data per jam di mana sisi yang terkena ultrasonik memiliki kadar air yang lebih kecil dibanding sisi yang lainnya.



**Gambar 16.** *Drying Rate Continuous* Tiap Variasi



**Gambar 17.** Distribusi Air Spesimen Percobaan *Continuous* Tiap Variasi

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dan pembahasan grafik serta tabel didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan repetisi gelombang ultrasonik atau pulse akan meningkatkan laju pengeringan.
2. Penambahan repetisi gelombang ultrasonik atau pulse akan meningkatkan penurunan massa.

3. Semakin tinggi repetisi gelombang maka kadar air yang tersisa pada akhir pengeringan akan semakin sedikit.
4. Semakin tinggi repetisi gelombang tidak mempengaruhi distribusi air.

#### **SARAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan:

1. Membuat seal chamber yang lebih bagus agar tekanan vakum yang dicapai bisa lebih rendah
2. Adanya penelitian lebih lanjut mengenai kandungan spesimen setelah diuji

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Angga Riansyah, Agus Supriadi\*, Rodiana Nopianti. (2013). *Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (Trichogaster pectoralis) Dengan Menggunakan Oven*. *Fishtech* Volume II Nomer 1. 2013
- [2] Hamidi, N. (2008). *Freeze Drying: a Novel Method for Biological Material Preservation*. Jepang : *Kyushu Institute of Technology Kitakyushu*
- [3] Mason, R. L. (1989) *Application of Heat Pumps to Drying food Product*. *Food Australia*
- [4] Rohman. (2007). *Analisis Makanan*. Yogyakarta : Universitas Gajahmada.