



## Rancang Bangun Mesin Pengering Pengawetan Bahan Mikrobiologi Dengan Metode *Vacuum Drying*

**Pratomo Setyadi dan Nur Muhammad Erdin**

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta

Jl. Rawamangun Muka No.5 Jakarta

e-mail : [pratomosetyadi@yahoo.co.id](mailto:pratomosetyadi@yahoo.co.id)

e-mail : [muhammaderdin97@gmail.com](mailto:muhammaderdin97@gmail.com)

### Abstrak

*Biji – bijian tanaman merupakan bahan yang mempunyai karakteristik mudah rusak karena disebabkan kandungan air yang tinggi jika disimpan dalam waktu yang lama sehingga terjadinya aktivitas mikroba yang menyebabkan pembusukan. Penghambatan aktivitas mikroba sendiri dapat dilakukan dengan cara proses pengeringan. Pengeringan menggunakan mesin pengering vakum merupakan cara yang efektif untuk mengeringkan biji – bijian tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui performa mesin vacuum drying yang telah berhasil dirancang. Pengujian sendiri dilakukan dengan langsung melakukan proses pemvakuman terhadap suhu lingkungan dengan menggunakan 1 cc yakult pada 8 tabung reaksi. Hasil penelitian ini didapatkan tekanan -70 cmHg dan berhasil menurunkan humiditi dari 59,88% menjadi 4,76%.*

*Kata kunci: Vacuum Drying, Mikrobiologi, Suhu Konstan, Pembuatan Alat.*

### 1. Pendahuluan

Hasil pertanian setelah dipanen merupakan bahan biologis yang masih memiliki kandungan air yang tinggi. Oleh sebab itu, bahan tersebut masih akan melangsungkan proses kehidupan yang jika tidak dikendalikan akan dapat menurunkan mutunya sendiri. Kerusakan hasil pertanian dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal). Kerusakan tersebut mengakibatkan penurunan mutu baik secara kuantitatif maupun kualitatif yang berupa susut berat karena rusak, memar, cacat dan lain-lain. Penanganan pasca panen secara garis besar dapat meningkatkan daya gunanya sehingga lebih bermanfaat bagi kesejahteraan manusia. Hal ini dapat ditempuh dengan cara mempertahankan kesegaran atau mengawetkannya dalam bentuk asli maupun olahan sehingga dapat tersedia sepanjang waktu sampai ke tangan konsumen dalam kondisi yang dikehendaki konsumen (Taufiq 2004).

Pengeringan merupakan cara atau proses untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan, dengan cara menguapkan kandungan air didalam bahan dengan menggunakan energi panas. Kandungan air yang dikeringkan atau diupkan dilakukan sampai batas dimana mikroba tidak dapat tumbuh lagi didalamnya. Pengeringan juga dapat diartikan sebagai suatu penerapan panas pada kondisi yang terkendali, untuk mengeluarkan sebagian besar air pada bahan pangan biasanya dilakukan dalam dua cara yaitu evaporasi (pada pengeringan umum) dan sublimasi (pada pengeringan beku).

Pengeringan membutuhkan energi panas untuk memisahkan cairan dari bahan yang dikeringkan, akan tetapi beberapa bahan pangan mudah mengalami kerusakan sehingga membuat penurunan kualitas produk yang dikeringkan akibat dari temperatur tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan proses pengeringan dengan tekanan dibawah tekanan 1 atm sehingga dapat menurunkan temperatur. Metode pengeringan dengan operasi dibawah 1 atm dilakukan 2 cara yaitu : *Vacuum drying* dan *Freeze drying*.



Prinsip dari *freeze drying* yaitu suatu proses dengan cara menempatkan bahan pangan kedalam kondisi vakum yang sangat tinggi dan mengubah kondisi fisik bahan pangan menjadi es. Setelah itu terjadi peristiwa sublimasi, dimana perubahan wujud padat (es) menjadi uap. Akibatnya operasi *freeze drying* hanya mungkin dilakukan pada tekanan pada kondisi *triple point* yaitu 0,6 kPa. Akan tetapi menggunakan metode *freeze drying* membutuhkan peralatan khusus karena membutuhkan tekanan vakum yang tinggi sehingga mempunyai biaya pembuatan yang sangat mahal. Untuk itu dibutuhkan metode lain dalam proses pengeringan bahan pangan tersebut, metode *vacuum drying* dianggap mampu menguapkan cairan dari bahan tanpa merusak bahan itu sendiri dengan cara menurunkan tekanan dibawah tekanan atmosfer. Rukmana & Bindar (2017).

Keunggulan penggunaan metode vakum dalam proses pengeringan dibandingkan dengan metode pengeringan lainnya karena pengeringan vakum relatif cepat serta mampu menurunkan titik didih air, sehingga dapat mengeluarkan air dari bahan yang lebih rendah. Asgar, Zain, Widyasanti, & Wulan (2016). Menurut Histifarina & Mussaddad (2004) dan Permula (2007), dengan tekanan vakum, yaitu dimana tekanan ruangan lebih rendah dari tekanan atmosfer maka air pada bahan akan mengalami penguapan pada suhu yang lebih rendah yaitu kurang dari 100°C. Sehingga hal ini dapat menyebabkan produk atau bahan yang dikeringkan memiliki kualitas yang lebih baik karena tekstur, citarasa, dan kandungan gizi yang terkandung didalamnya tidak rusak akibat suhu pengeringan yang tinggi. Kutovoy *et al.* (2004).

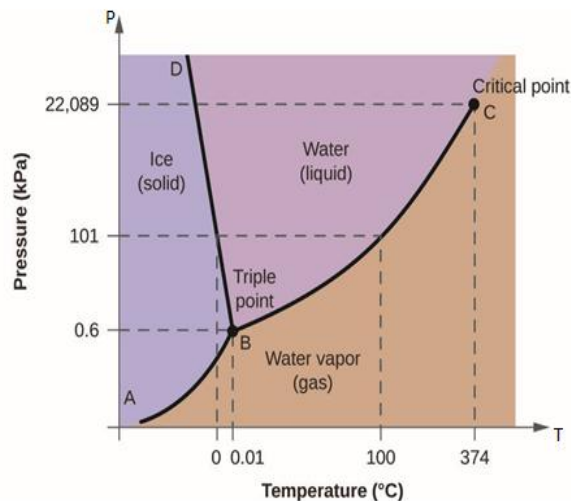
Orikasa, (2014) menyatakan bahwa pengeringan vakum lebih cocok untuk mempertahankan kandungan asam askorbat pada buah kiwi dibanding dengan pengeringan udara panas, karena itu pengeringan dengan metode vakum akan mengurangi tingkat kerusakan nilai gizi bahan pangan. Diza, Wahyuningsih, & Silfia (2017) melakukan penelitian tentang penentuan suhu dan waktu optimal pengeringan terhadap sifat bahan pengisi bubur kemplang instan menggunakan metode pengeringan vakum. Dari hasil penelitian yang didapatkan yaitu bubur beras instan, perlakuan opengeringan dengan suhu 60°C selama 6 jam, kacang hijau instan, perlakuan opengeringan dengan suhu 60°C selama 6 jam, pisang instan, perlakuan opengeringan dengan suhu 50°C selama 6 jam dan bubur ketan hitam, perlakuan opengeringan dengan suhu 60°C selama 6 jam.

Sutriandi, Maulana, & Sadiyah, (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh metode pengeringan terhadap mutu ekstra biji karang bengkok. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan perbandingan waktu proses pengeringan, perubahan fisik pada bahan, dan kelembapan yang berhasil diturunkan. Hasil perbandingan penelitian tersebut pengeringan dengan metode oven dengan suhu 60°C serbuk berwarna coklat kekuningan dan waktu yang diperlukan 105 menit serta kelembapan 1,79%. Pengeringan metode lemari pengering diperlukan waktu proses 120 menit dengan suhu 60°C serbuk berwarna coklat kekuningan dan kelembapan 1,16%. Terakhir pengeringan menggunakan metode vakum dengan hasil waktu proses 60 menit suhu 40°C serbuk berwarna coklat keabu-abuan dan berhasil menurunkan kelembapan menjadi 1,36%. Dari ketiga metode yang dilakukan tersebut, metode vakum merupakan metode yang paling efektif dan sangat ekonomis dari segi waktu dan biaya dibanding metode oven dan lemari pengering.

Pengeringan lobak secara vakum dapat menghasilkan lobak kering berwarna putih. Irawati *et al.* (2008). Suhu dan tekanan vakum yang optimum pada pengeringan komoditas tersebut ialah 50°C dan 20 kPa Mulia (2007). Penggunaan suhu 60°C dan tekanan vakum 20 kPa pada proses vakum bawang merah memberikan hasil terbaik dengan ditunjukkan sifat fisiknya yakni tidak terjadi penurunan intensitas keutuhan zat warna merah pada bawang merah karena tidak terjadi reaksi antara antosianin dengan oksigen Mulia, (2008). Sebaliknya suhu yang lebih tinggi (65°C) menyebabkan terjadinya pencoklatan pada pengeringan cabai merah menggunakan pengeringan vakum. Artnaseaw *et al.* (2009). Oleh karena itu, secara umum penggunaan suhu

serta tekanan vakum dapat memengaruhi karakteristik proses pengeringan dan mutu produk bahan yang dikering.

Beberapa masalah yang seringkali ditemui dalam proses pengeringan diantaranya adalah masalah yang berkaitan dengan mutu hasil pengeringan. Operasi yang dijalankan dalam proses pengeringan adalah operasi yang cukup rumit yang meliputi perpindahan panas dan perpindahan massa. Perubahan fisik dan kimia sering terjadi di dalam proses pengeringan, diantaranya perubahan aroma, warna, tekstur atau sifat padatan lain yang dihasilkan. Masalah selanjutnya adalah yang berkaitan dengan kondisi dan sifat dari bahan yang dikeringkan. Sebagian besar bahan pangan merupakan material yang sensitif terhadap temperatur. Kandungan dalam bahan pangan, seperti karbohidrat, vitamin dan mineral, akan mudah rusak jika dikeringkan pada temperatur tinggi. Oleh karena itu, bahan pangan harus dikeringkan pada temperatur rendah. Rukmana & Bindar (2017). Penentuan massa dibawah kondisi vakum merupakan hal yang tidak mudah untuk dilakukan. Kondisi batas operasi dari beberapa sensor yang terjadi dan ukurannya pun dapat terpengaruh dari beberapa gangguan, seperti getaran, aliran gas dan gradient temperatur. Pujihastuti, Isti (2009).



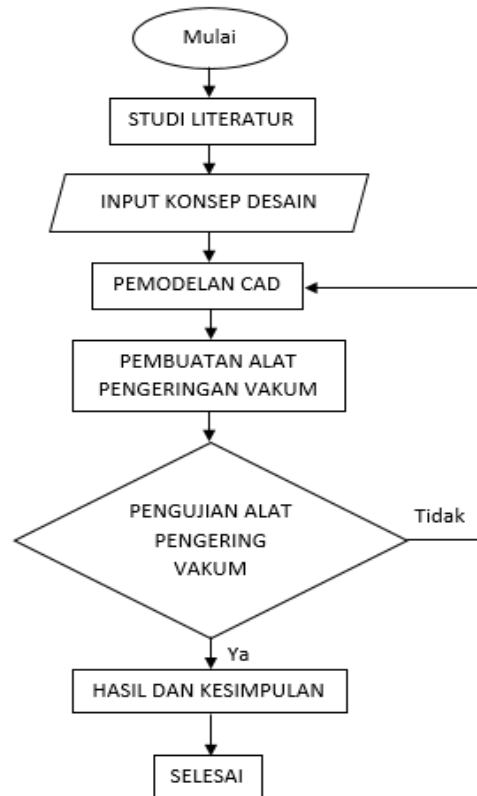
Gambar 1. Diagram Fase Air

## 2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan untuk menghasilkan suatu alat pengeringan tanpa sistem pemanas atau hanya memanfaatkan panas lingkungan pada kondisi ruangan vakum.

Digunakannya sistem tanpa perpindahan panas tambahan ini bertujuan untuk menjaga kualitas produk yang akan dikeringkan agar tidak terjadi penurunan atau bahkan kerusakan pada produk bahan pangan yang dilakukan proses pengeringan.

Dalam tahap perancangan alat pengering vakum dimulai dari langkah persiapan, penentuan dimensi alat, detail desain, revisi gambar, survey lapangan, dan proses pembuatan serta perakitan alat menjadi satu kesatuan. Setelah alat selesai dibuat dan dirakit tahap selanjutnya adalah menuji perform alat *vacuum drying*.



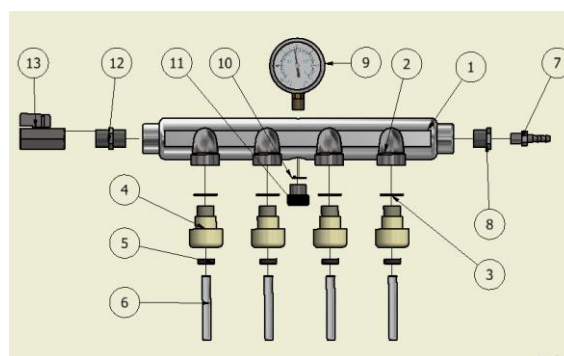
Gambar 2. Alur Aliran Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

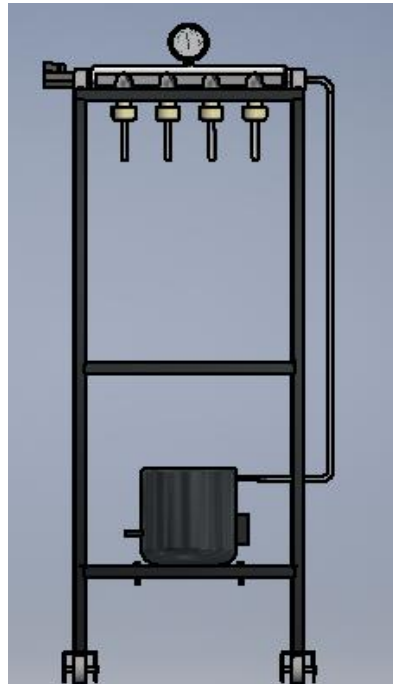
Berdasarkan hasil perancangan alat *vacuum drying* didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Detail Rancangan Alat Pengering

Kapasitas Pengeringan	8 cc
Bentuk Ruang Pengeringan	Pipa <i>Commonrail</i> dan Tabung reaksi 70 x 10 mm
Bahan Material	Alumunium dan Kaca
Volume Ruang Pengering	360,078 liter <sub>gas</sub>
Pompa Vakum	Kompresor Hermatik ½ Pk
Bahan Material Pendukung	Stainless steel
Sensor BME 280	Pendeteksi Suhu, Kelembapan, dan Tekanan

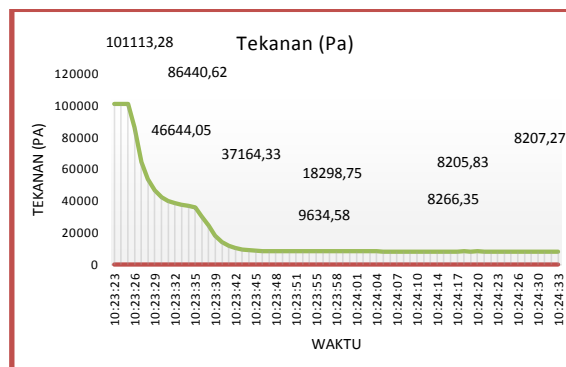


Gambar 3. Sub-Assembly Ruang Pengering Vakum



Gambar 4. Assembly Alat Vacuum Drying

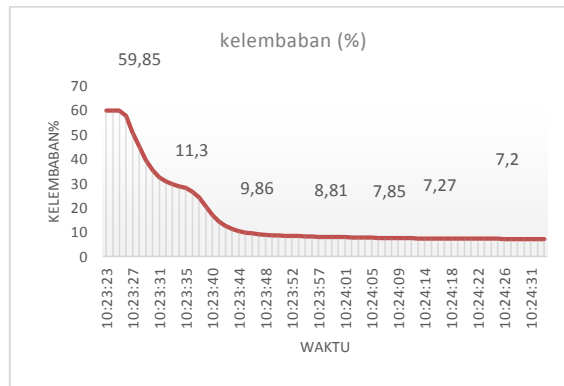
Untuk pengujian kinerja alat pengering vakum ini dilakukan dengan cara meneteskan 1 cc yakult pada kapas yang dibentuk silindris sehingga mampu masuk kedalam tabung reaksi berukuran  $\text{Ø}7,5 \times 75$  mm. Karena kapas ditetaskan yakult, maka kapas itu menjadi basah dan selanjutnya akan dilakukan proses pengeringan vakum untuk menunjukkan apakah alat beroperasi dengan baik atau tidak. Pengukuran keadaan didalam ruangan vakum sendiri dilakukan dengan menggunakan sensor BME 280 yang mampu mendeteksi penurunan tekanan dan kelembapan dengan data yang diinput per satu detik melalui *Microsoft Office Excel* yang kemudian diolah menjadi grafik dibawah ini.



Gambar 5. Grafik Penurunan Tekanan

Hasil pengujian menunjukkan penurunan tekanan dalam ruang pengering terjadi secara drastis dalam 1 menit pertama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Penurunan tekanan dalam ruang pengering pada 1 menit pertama ini pompa vakum dihidupkan berlangsung sangat cepat karena beda tekanan didalam dan diluar ruang pengering belum terlalu besar. Setelah ruang pengering mencapai tekanan vakum, maka kinerja pompa vakum menjadi lebih terbebani sehingga proses penurunan tekanan dalam ruang pengering menjadi lebih sedikit dan lebih lambat hingga tercapai tekanan vakum yang relatif konstan. Pompa vakum digunakan untuk

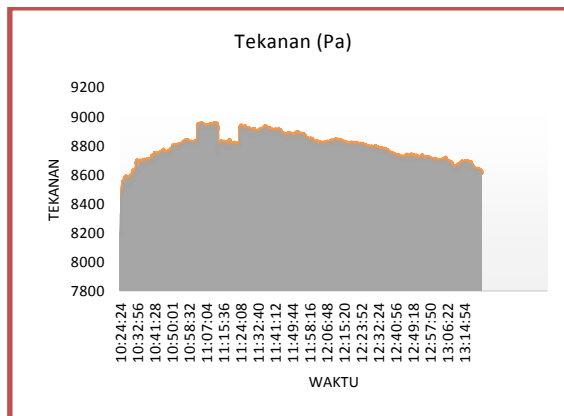
mempertahankan tekanan, mengimbangi kebocoran udara dan kenaikan tekanan karena terjadinya pelepasan uap air bahan dalam ruang pengering. Untuk itu proses pemompaan dilakukan secara terus menerus hingga proses pengujian selesai dilakukan



Gambar 6. Grafik Penurunan Kelembapan atau Humidity ( $R_h$ )

Hasil pengujian menunjukkan penurunan kelembapan saat sebelum pompa vakum dioperasikan sebesar 59,85% kemudian setelah dilakukan pemompaan selama 1 menit, penurunan kelembapan terjadi secara drastis yang diakibatkan oleh pengoperasian pompa yang masih ringan akibat perbedaan tekanan lingkungan dan ruangan vakum belum terlalu besar sehingga memungkinkan pompa lebih baik memindahkan uap air dari dalam ruangan vakum menuju lingkungan dengan sangat baik. Akan tetapi setelah pengoperasian pompa selama 21 detik penurunan kelembapan cenderung stagnan atau mengalami perlambatan penurunan akibat dari perbedaan tekanan antara ruangan vakum dan lingkungan sudah mulai besar sehingga berakibat pada kinerja pompa vakum sendiri yang lebih berat untuk memindahkan uap air dari ruangan vakum menuju lingkungan.

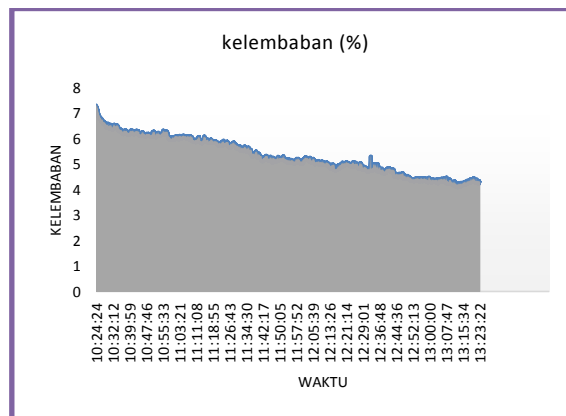
Untuk pengujian sendiri dilakukan selama 3 jam. Ini dilakukan untuk melihat kinerja alat pengering vakum apakah benar - benar sesuai dengan apa yang sudah dirancang sebelumnya dan mampu melakukan pengoperasian selama berjam – jam tanpa mengalami kebocoran sistem vakum dan penurunan kinerja kompresor hermetik dimana berfungsi sebagai pompa vakum pada alat *vacuum drying*. Adapun hasil dari pengujian selama 3 jam bisa dilihat dari grafik perubahan tekanan dan kelembapan dibawah ini.



Gambar 7. Penurunan Tekanan Selama 3 jam

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa proses penurunan tekanan setelah 1 menit pertama selama 3 jam mengalami penurunan tekanan yang signifikan dibandingkan dengan 1 menit awal saat pompa vakum dioperasikan, bahkan mengalami kenaikan tekanan pada 1 jam pertama yang

kemudian diikuti dengan penurunan kembali tetapi tidak signifikan pada 1 menit di awal pengoperasian pompa vakum hermetik  $\frac{1}{2}$  pk. Ini diakibatkan beban dari proses pengeringan yang dilakukan dimana pada 1 menit di awal pengoperasian pompa vakum hanya menurunkan tekanan pada ruangan vakum yang tidak mempunyai bahan yang dikeringkan atau pada ruangan *commonrail* dimana hanya memindahkan uap air didalamnya, akan tetapi setelah menit kedua dan seterusnya selama 3 jam pengoperasian, pompa vakum mempunyai beban yang berat yaitu mengeringkan bahan berupa kapa yang sudah ditetaskan yakult sebanyak 1 cc ke dalam tabung reaksi yang ditempatkan disamping *commonrail* dengan cara menyambungkannya menggunakan *elblow* dan port penyambung sehingga laju pemompaan akan mengalami beban berlebih dibandingkan dengan mengosongkan ruangan *commonrail* yang berbentuk pipa silinder. Kenaikan tekanan sendiri terjadi selama 41 menit yaitu dari 82027,27 Pa menjadi 8936,43 Pa kemudian mengalami penurunan tekanan kembali pada 2 jam berikutnya yaitu tekanan akhir yang dicapai selama proses pengeringan menggunakan kompresor hermetik  $\frac{1}{2}$  pk adalah 8613,23 Pa. Dilihat dari hasil pengujian alat *vacuum drying* menggunakan pompa vakum hermetik  $\frac{1}{2}$  pk mampu menurunkan tekanan sebesar 8613,23 Pa, walaupun pada pengoperasiannya sempat mengalami kenaikan tekanan secara konstan setelah berhasil menurunkan tekanan pada 1 menit pertama secara drastis akan tetapi berhasil menurunkan tekanan kembali walupun tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan sulitnya mendeteksi kebocoran pada ruangan pengering.



Gambar 8. Grafik Penurunan Kelembapan atau Humidity ( $R_h$ ) Selama 3 Jam

Grafik pada gambar 8 menunjukkan proses penurunan kelembapan selama 3 jam waktu pengoperasian bisa dilihat penurunan kelembapan ini terjadi secara konstan selama proses pengeringan walaupun pada menit ke dua dan seterusnya penurunan tidak terjadi secara drastis. Ini sangat bagus dalam proses pengeringan suatu bahan pangan yang rentan terhadap perubahan suhu dan tekanan dilingkungan sekitarnya. Karena Faktor pengeringan yang dapat mempengaruhi suatu bahan pangan yaitu sifat fisik dan kimia dari bahan yang akan dikeringkan yang meliputi bentuk bahan, komposisi, ukuran dan kadar air yang terkandung didalamnya sebelum dilakukan proses pengeringan. Kemudian pengaturan geometris bahan pangan, sifat fisik dari lingkungan sekitar alat pengering yang meliputi suhu lingkungan, kecepatan sirkulasi udara, kelembapan, serta karakteristik dan efisiensi perpindahan panas alat pengering. Bruckle dkk (1985). Dilihat dari penurunan kelembapan secara konstan dan berangsur – angsur diatas menunjukkan alat pengering vakum ini berkerja dengan baik karena jika penurunan kelembapan terjadi secara drastis terus menerus akan mengakibatkan kerusakan pada bahan yang dikeringkan baik itu perubahan warna, kandungan mikroba baiknya mati sehingga dapat menurunkan kualitas bahan yang dikeringkan.

Karena proses pengeringan harus memperhatikan suhu udara dan kelembapan. Suhu udara yang tinggi dan kelembapan yang relatif rendah akan mengakibatkan air pada permukaan bahan yang





dikeringkan mengalami penguapan penguapan yang lebih cepat. Sehingga berakibat terbentuknya lapisan yang tidak dapat ditembus serta menghambat difusi air secara bebas. Kondisi tersebut dikenal dengan *case hardening*.

#### **4. Kesimpulan**

Dari hasil perancangan dan pengujian kinerja alat pengering vakum diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat pengering vakum berhasil dibuat sesuai dengan kebutuhan pengeringan vakum dan sesuai dengan rancangan
2. Berdasarkan hasil pengujian kinerja alat pengering vakum didapatkan tekanan akhir selama 3 jam yaitu 8613,23 Pa. Dan berhasil menurunkan kelembaban ruangan vakum menjadi 4,3 %
3. Dari segi efisiensi penggunaan pompa vakum hermatik  $\frac{1}{2}$  pk mampu menurunkan tekanan dan kelembaban dengan biaya pembelian dan perawatan yang murah serta pengoperasian alat yang mudah.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Asgar, Ali, S Zain, A Widyasanti, and A Wulan. 2016. Kajian Karakteristik Proses Pengeringan Jamur Tiram (*Pleurotus Sp.*) Menggunakan Mesin Pengering Vakum. *Jurnal Hortikultura* 23(4): 379.
- [2] Rukmana, Jaka, and Yazid Bindar. 2017. Rancang Bangun Alat Pengering Dengan Sistem Pengeringan Gabungan Perpindahan Panas Tidak Langsung Dan Vakum. *Pasundan Food Technology* 4(3): 208–14.
- [3] Sutriandi, Ade, Indra Topik Maulana, and Esti Rachmawati Sadiyah. 2016. Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Mutu Ekstrak Biji Kara Benguk (*Mucuna Pruriens ( L .) DC .*) Yang Dihasilkan. *Prosiding Farmasi* 2(2): 710–16.
- [4] Taufiq, Muchamad. 2004. Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung Pada Pengering Konvensional Dan Fluidized Bed. Universitas Sebelas Maret.
- [5] Kutovoy, V, Nikolaichuk, L & Slyesov, V. 2004. The theory of vacuum drying. *International Drying Symposium. Vol. A pp. 26627.*
- [6] Histifarina, D. & Musaddad, D. 2004. Teknik pengeringan dalam oven untuk irisan wortel kering bermutu. *J. Hort., Vol. 14, No. 2, hlm 107-112.*
- [7] Perumal, R. 2007. Comparative performance of solar cabinet, vacuum assisted solar and oven drying method. *Natural Resources Technology Department, University Montrea, Kanada.*





- [8] Mulia, S 2007. Teknik mempertahankan mutu lobak (*Raphanus sativus*) dengan menggunakan alat pengering vakum. *Bul Teknik Pertanian*, vol. 12, no. 1, hlm. 30-4.
- [9] Irawati, B, Raharjo & Bintaro, N 2008. Perpindahan massa pada pengeringan vakum disertai pemberian panas secara konvektif. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008*, Yogyakarta, hlm. 1-16, November.
- [10] Mulia, S 2008. Pengeringan bawang merah dengan cara perlakuan suhu dan tekanan vakum. *Bul. Teknik Pertanian*, vol. 13, no. 2, hlm. 79-82.
- [11] Artnaseaw, A, Somnuk, T & Benjapiyaporn, C 2009. Drying characteristic of shiitake mushroom and heat Jinda chilli during vacuum pump drying. *J Food and Bioproduct Processing*, vol. 109, no. 10, pp. 1-10.
- [12] Pujihastuti, Isti. 2009. *Teknologi Pengawetan Buah Tomat Dengan Metode Freeze Drying*. Semarang:UNDIP