

Pemanfaatan panas kondenser pada pengering beku vakum (*freeze vacuum drying*) Bengkulu

Dinni Agustina¹, Roe Dwi Dhewaji¹, Awaludin Martin^{1,*}

¹ Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau

Naskah diterima 17/11/2019; direvisi 05/04/2020; disetujui 16/04/2020

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2020.v13.i01.p06>

Abstrak

Pengering beku vakum (*freeze vacuum drying*) merupakan salah satu metode pengeringan terbaik untuk pengawetan bahan makanan. Selain menjadi salah satu solusi untuk teknologi pasca panen, *freeze vacuum drying* juga mampu meningkatkan nilai jual suatu produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pengering beku vakum yang menggunakan sistem pemanasan dengan pemanfaatan panas kondenser. Pengeringan beku vakum tanpa memanfaatkan panas kondenser atau tanpa proses *secondary drying* dibutuhkan waktu 24 jam untuk menghilangkan kadar air sebanyak 62% dari produk dengan berat 50 gram pada temperatur -5°C. Pada penelitian berikutnya dengan memanfaatkan panas buang kondenser atau dengan menambahkan proses *secondary drying*, dibutuhkan waktu 4 jam untuk mengurangi kadar air pada produk sebesar 78% dengan berat 50 gram pada temperature -9°C. Penelitian dengan memanfaatkan panas kondenser dengan system pemanasan mandiri mampu mengurangi kandungan air sampai dengan 77,2% dengan berat bahan yang dikeringkan 1 kg pada temperature -6°C selama 4 jam.

Kata Kunci: Beku, vakum, pengering, panas kondenser

Abstract

Freeze vacuum drying is one of the best drying methods for food preservation. Besides being one of the solutions for post-harvest technology, freeze vacuum drying is also able to increase the sale value of a product. The objective of this research is to develop a freeze vacuum drying by heating system with utilized heat of condenser. Vacuum freeze-drying without utilizing heat of condenser or without secondary drying process takes 24 hours to remove 62% of water content from products weighing 50 grams at a temperature of -5°C. Further Research by utilized heat of condenser or by adding a secondary drying process, it takes 4 hours to reduce the water content of the product by 78% with a weight of 50 grams at a temperature of -9°C. Research by utilizing a heat condenser with a self-heating system can reduce water content up to 77.2% with the weight of the dried material 1 kg at a temperature of -6°C for 4 hours.

Keywords: Freeze, vacuum, drying, heat of condenser

1. Pendahuluan

Metode tertua yang digunakan untuk mengawetkan makanan adalah pengeringan. Pengeringan adalah proses mengeluarkan air dari bahan yang akan dikeringkan dengan mengalirkan udara panas agar tidak terjadi pertumbuhan enzim dan bakteri. Terdapat dua jenis metode pengeringan, yaitu metode pengeringan alami dan mekanik [2]. Metode alami memiliki kekurangan yaitu prosesnya sangat lambat dan kualitas yang diinginkan sulit didapat, sehingga kualitas produk yang dikeringkan secara alami berkurang drastis dari produk aslinya [3]. Kriteria kualitas menjadi semakin penting bagi konsumen sehingga produk-produk industri dan bahan-bahan makanan lainnya diharapkan memiliki sifat yang sesuai dengan produk-produk asli nya setelah dikeringkan [4]. Oleh karena itu, metode pengeringan alami mulai digantikan menjadi metode mekanik, metode ini lebih efisien, tidak merusak rasa atau tekstur makanan lembut. Kualitas makanan kering dipengaruhi oleh waktu dan suhu yang digunakan dalam proses pengeringan [5].

Salah satu metode pengeringan mekanik adalah pengeringan vakum beku yang diakui sebagai metode pengeringan terbaik tetapi sangat intensif energi [6]. Untuk mengurangi konsumsi pada proses pengeringan ini beberapa penelitian dilakukan salah satu nya adalah dengan pemanfaatan panas kondenser sebagai sebuah proses tambahan yaitu *secondary drying* [7,9,10].

Kajian ini mendiskusikan beberapa hasil penelitian pengeringan beku vakum, dimana pada penelitian awal pengeringan beku vakum dilakukan tanpa memanfaatkan panas buang kondenser dilanjutkan dengan pengeringan beku vakum dengan memanfaatkan panas buang kondenser lalu sampai pada pengeringan beku vakum dengan system pemanasan mandiri.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau.

*Korespondensi:

E-mail: awaludinmartin@lecturer.unri.ac.id

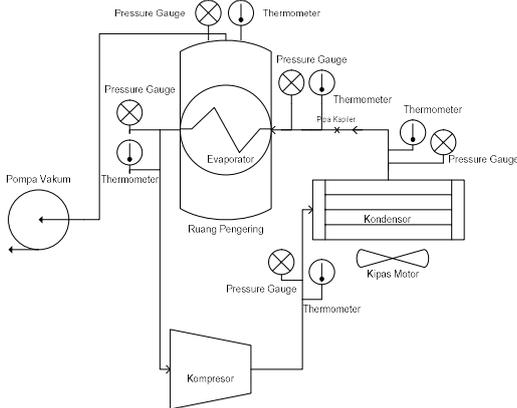
2.1. Bahan

Bahan yang dikeringkan adalah bengkung yang telah dihaluskan (diblender) dimana kandungan air pada bengkung adalah sekitar 85% [8].

2.2. Alat Uji

Pengujian pengeringan vakum beku dilakukan dengan menggunakan alat uji pengeringan beku vakum yang dikembangkan di laboratorium konversi energi berdasarkan pada system pendingin kompresi uap.

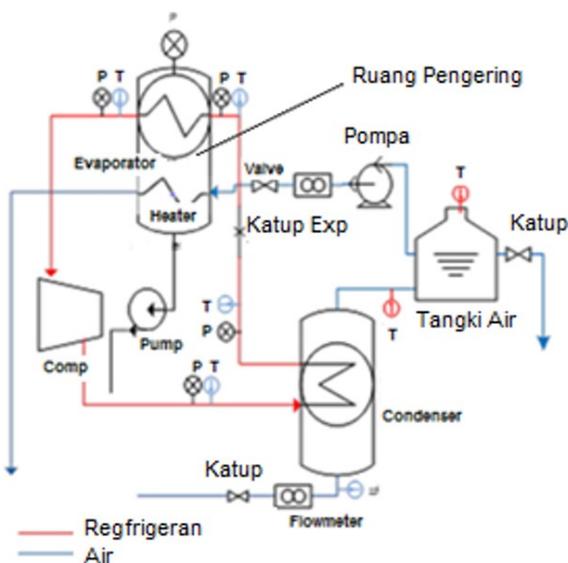
Penelitian pertama dilakukan dengan mengembangkan pengering beku vakum tanpa memanfaatkan panas buang kondenser dan skema alat uji ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pengering Beku Vakum Bengkung [11]

Dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa evaporator pada system pendingin diletakkan didalam ruang pengering sehingga temperatur pada ruang pengering dapat tercapai sampai dengan -5°C, adapun refrigerant yang digunakan adalah R134A dengan kapasitas kompressor sebesar 0,5 HP.

Dilanjutkan dengan penelitian pengeringan beku vakum yang memanfaatkan panas buang kondenser dan skema alat uji penelitian tahap ini dapat dilihat pada gambar 2. Sistem pendingin yang digunakan tetap sistem pendingin kompresi uap dengan kapasitas kompressor 0,5 HP dan refrigerant yang digunakan tetap R134A.

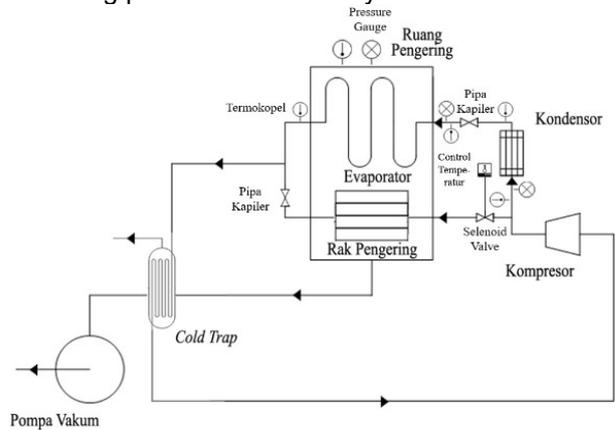


Gambar 2. Skema Pengering Beku Vakum Bengkung dengan Pemanfaatan panas buang kondenser [9].

Pada gambar 2 terlihat bahwa terdapat alat penukar kalor yang diletakkan di dalam ruang pengering dimana pada alat penukar kalor tersebut dialirkan air yang sebelumnya dipanaskan di tangki air dengan sumber panas nya adalah panas buang condenser.

Penelitian selanjutnya adalah dengan mengembangkan alat uji seperti terlihat pada Gambar 2, namun panas buang kondenser yang sebelumnya dimanfaatkan untuk memanaskan air pada penelitian tahap ini refrigerant pada kondenser sebagian dialirkan ke dalam ruang pengering dan skema alat uji ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Dapat dilihat pada gambar 3 bahwa refrigerant keluar kondenser akan masuk ke ruang pengering yang digunakan untuk proses *secondary drying*. Refrigerant yang digunakan adalah R134A dengan kapasitas kompressor 1 HP atau 2 kali lebih besar dibanding penelitian sebelumnya.



Gambar 3. Skema Pengeringan Vakum Beku Dengan System Pemanasan Mandiri

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengering Beku Vakum Bengkung

Dari pengujian pengeringan beku vakum bengkung yang dilakukan hanya mampu menghilangkan kandungan air 62% dalam yang cukup lama yaitu 24 jam pada temperatur -5°C dimana bengkung yang dikeringkan adalah 50 gram [8].

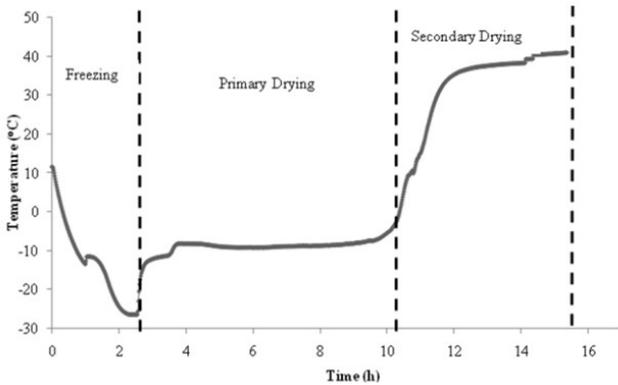
Waktu yang cukup panjang yang dibutuhkan untuk menghilangkan kandungan air ini terjadi disebabkan karena tidak adanya proses *secondary drying* pada proses pengeringan vakum beku ini. Pada umumnya proses pengeringan beku vakum terdiri atas proses pembekuan (sekaligus proses vakum), proses pengeringan utama (*primary drying*) dan proses pengeringan kedua (*secondary drying*) [12]. Ketiga proses pengeringan beku vakum tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

3.2. Pengeringan beku vakum dengan memanfaatkan panas buang kondenser

Penelitian pengeringan vakum beku dengan memanfaatkan panas buang kondenser bertujuan untuk mengoptimalkan pengeringan vakum beku sehingga proses pengeringan vakum beku berlangsung secara lengkap seperti pada gambar 4.

Proses pengeringan dengan metode ini dapat mengurangi konsumsi energi yang digunakan dengan memanfaatkan panas buang kondensor untuk mempercepat proses sublimasi air yang terkandung pada bengkung.

Temperatur beku dalam penelitian ini adalah -6 °C dan -9 °C dengan variasi waktu pengeringan adalah 1, 2 dan 4 jam. Penelitian ini berhasil menghilangkan kadar air dalam bengkung sebesar 78% pada temperatur beku -9°C dengan waktu pengeringan 4 jam dimana bengkung yang dikeringkan adalah 50 gram hasil pengeringan bengkung dapat dilihat pada gambar 5 [10]



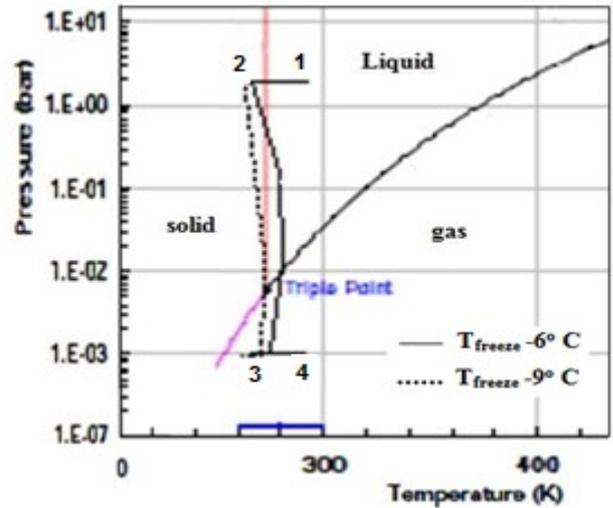
Gambar 4. Karakteristik Proses Pengeringan Beku Vakum [12]



Gambar 5. Hasil Pengeringan Bengkung

Proses pengeringan vakum beku dengan memanfaatkan panas buang condenser dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada Gambar 6 terlihat pada proses 1-2 air (liquid) berubah fase menjadi solid namun pada proses vakum (proses 2-3) pada temperature ruang pengeringan -6°C air yang sudah menjadi solid kembali menjadi cair dan selanjutnya berubah fase menjadi uap (menguap) dengan demikian proses yang terjadi pada pengeringan vakum beku dengan temperature ruang pengering -6°C berlangsung tidak sempurna.



Gambar 6. Distribusi Temperatur Air pada Diagram P-T [10]

Pada gambar yang sama untuk proses pengeringan dengan temperature ruang pengering -9°C, proses pengeringan berlangsung secara sempurna. Air yang terkandung pada bengkung mengalami proses pembekuan (proses 1-2) kemudian tetap pada fase solid yang kemudian tersublimasi (fase uap) pada proses vakum (2-3) dan kemudian lebih banyak lagi perubahan fase uap nya ketika melewati proses pengeringan kedua (secondary drying) pada proses 3-4.

Pengering beku vakum dengan memanfaatkan panas buang kondenser dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Alat Pengering Vakum Beku Yang Memanfaatkan Kalor Buang Kondenser [10]

3.3 Pengembangan Pengering Beku Vakum dengan Sistem Pemanasan Mandiri

Pengering beku vakum dengan sistem pemanasan mandiri dirancang dan dibuat agar proses pengeringan beku vakum menjadi lebih efisien. Sistem ini langsung menggunakan panas dari refrigerant yang mengalir di kondenser dengan menempatkan sebagian kondenser

pada ruang pengering. Kondenser dibuat secara bertingkat yang juga berfungsi sebagai rak tempat wadah sampel yang akan dikeringkan disimpan sehingga jumlah bahan yang dikeringkan dapat lebih banyak.

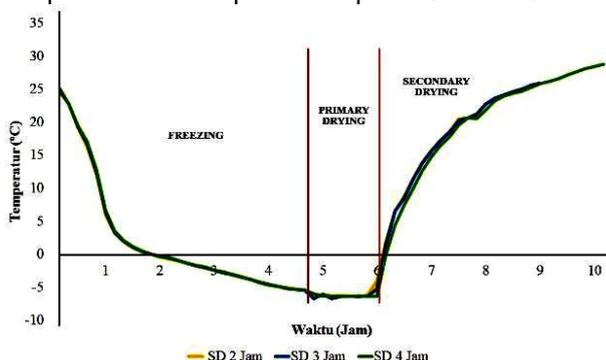
Pada penelitian tahap ini bahan yang dikeringkan adalah sebanyak 1 kg dan skema sistem pengering beku vakum ini dapat dilihat pada Gambar 8. Temperatur ruang pengering dalam penelitian ini adalah -6°C dan proses pengeringan sampai dengan 4 jam kadar air yang hilang dalam bengkuang sebesar 77,2%.

Penelitian pada tahap ini menghasilkan hilangnya kandungan air pada bengkuang yang hampir sama dengan penelitian sebelum nya, namun dengan temperatur ruang pengering yang berbeda dan kapasitas yang jauh berbeda. Hal ini terjadi karena proses *secondary drying* pada proses ini berlangsung dengan baik, dimana panas refrigerant dari kondenser langsung dialirkan ke dalam ruang pengering sehingga temperature proses akhir hampir mendekati temperatur lingkungan.



Gambar 8. Pengerian Beku Vakum tampak depan (kiri) dan tampak belakang (kanan)

Karakteristik proses pengeringan beku vakum pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses Pengeringan Beku Vakum pada -6°C [13]

Karakteristik proses pengeringan beku vakum pada penelitian ini seperti terlihat pada gambar 9 memiliki kesamaan karakteristik proses pengeringan beku vakum secara teori seperti yang terlihat pada gambar 4. Pada gambar 9 juga terlihat bahwa pada akhir proses *secondary drying* temperatur ruang pengering lebih tinggi dari temperatur awal proses sehingga dapat disimpulkan bahwa pada penelitian

tahap ini menghasilkan proses pengeringan beku vakum yang lebih optimal.

4. Kesimpulan

Pengerian beku vakum merupakan salah satu metode pengeringan yang paling efektif karena dapat mengeringkan bahan makanan atau buah-buahan tanpa mengurangi rasa, nutrisi dan warna namun metode ini membutuhkan energi yang cukup besar.

Penelitian ini berupaya mengurangi konsumsi energi dengan memanfaatkan panas buang kondenser dimana pada awal penelitian di peroleh kehilangan kadar air maksimum pada bengkuang sebesar 62% dari produk dengan temperatur -5°C selama 24 jam dan pada penelitian selanjutnya diperoleh kehilangan massa sebesar 78% dengan temperatur ruang pengering dijaga konstan pada -9°C dalam waktu 4 jam dengan kapasitas hanya 50 gr.

Penelitian selanjutnya dimana system pengering beku vakum menggunakan sistem pemanasan mandiri didapat bahwa waktu proses pengeringan 4 jam pada temperatur ruang pendingin -6°C terdapat kehilangan kandungan air sampai dengan 77,2% dan kapasitas ruang pengering sebesar 1 kg bengkuang.

Daftar Pustaka

- [1] Figiel, Adam, Anna Michalska, *Overall Quality of Fruits and Vegetables Products Affected by the Drying Processes with the Assistance of Vacuum-Microwaves*, Int. J. Mol. Sci., 2017
- [2] Ahmed, Naseer, *Different Drying Methods: Their Applications and Recent Advances*, International Journal of Food Nutrition and Safety, 4(1): 34-42, 2013
- [3] Ratti, C "Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review" *Journal of Food Engineering*, vol. 49, no. 4, pp. 311– 319, 2001
- [4] Ciurzyńska, Agnieszka, Andrzej Lenart, *Freeze-Drying-Application in Food Processing and Biotechnology – A Review*, Pol. J. Food Nutr. Sci., Vol. 61, No. 3, pp. 165-171, 2011
- [5] Taylor & Francis, *Drying Technologies of Foods-Their History and Future*, An International Journal, 7:2, 315-369, 2015
- [6] Liapis, A.I., M. J. Pikal, R. Bruttini, *Freeze Drying in A.S Mujumdar. Handbook of Industrial Drying*. Vol 1. Marcel Dekker, USA, 1995
- [7] Bando, Kenta, *A Novel Freeze Drying Process by Using Self-Heat Recuperation Technologys*, Chemical Engineering Transactions, Vol : 52, 31- 36, 2016
- [8] Napitupulu, Besman, *Kajian Pembuatan Keripik Bengkuang Dengan Penggorengan Vakum*, Sumatera Utara, BPTP, 2003
- [9] Martin, Awaludin, Iwan Kurniawn, Mintarto, *Pemanfaatan Panas Buang Kondenser pada Pengerian Beku Vakum*, Prosiding Seminar

- Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV, Banjarmasin 7-8 Oktober, 2015
- [10] Martin, Awaludin, Utari Prayetno, Wandi Wahyudi, Iwan Kurniawan, and Romy, Freeze Vacuum Drying With Utilized Waste Heat of condenser by Quick Drying Method” Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-Science and Engineering-, Vol. 30, 2016
- [11] Januari, Awal, Awaludin Martin, *Pengeringan Bengkuang Dengan Sistem Pengeringan Beku Vakum (Vacuum Freeze Drying System)*, JOM FTEKNIK, Universitas Riau, Volume 1 No.2 Oktober, 2014
- [12] Alhamid, M. Idrus, M. Yulianto, Nasruddin, Engkos A. Kosasih, Development of a Compact Vacuum Freeze Drying for Jelly Fish (*Schypomedusae*), Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering), 58 Suppl 2, 25–32, 2012.
- [13] Dhewaji, Roe Dwi, Awaludin Martin, Pengeringan Bengkuang Menggunakan *Freeze Vacuum Drying* Dengan Kapasitas 1 Kg, JOM FTEKNIK, Universitas Riau, Volume 7 No 1, 2020.