PENGERING BENGKUANG DENGAN SISTEM PENGERING VAKUM BEKU (VACUUM FREEZE DRYING SYSTEM)

A. LATAR BELAKANG MASALAH

1. Keterbatasan Bahan Bakar Minyak Bumi

Sejak akhir tahun 2004 Indonesia merupakan satu-satunya negara anggota OPEC yang telah menjadi *net importer* minyak mentah. Penurunan ekspor BBM secara perlahan sudah berlangsung sejak 1991, sementara itu untuk memenuhi kebutuhan kilang BBM lokal, Indonesia harus mengimpor minyak mentah dalam volume yang makin tinggi. Sulit dihindarkan bahwa sejak 2004 sektor yang sangat vital ini tidak lagi sebagai mesin devisa untuk menopang ekonomi nasional, bahkan telah berubah menjadi beban yang menimbulkan berbagai masalah terhadap kesejahteraan rakyat. Mengingat harga minyak mentah dunia cenderung terus meningkat hingga melebihi US\$ 50.0/barrel, sedangkan impor minyak mentah dan hasil olahannya untuk kebutuhan dalam negeri juga semakin meningkat, maka dibutuhkan berbagai langkah strategis untuk menghemat cadangan energi konvensional, menjaga ketersediaan energi, serta mengurangi pembelanjaan devisa dari sektor ini.

2. Potensi Energi Terbarukan yang Belum Termanfaatkan

Riau memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar, beberapa diantaranya bisa segera diterapkan di Riau, seperti: bioethanol sebagai pengganti bensin, biodiesel untuk pengganti solar, mikrohidro (949 MW), tenaga surya, tenaga angin, bahkan sampah/limbah pun bisa digunakan sebagai sumber energi. Potensi energi terbarukan di Riau hanya dimamfaatkan sebagian kecil dari potensi yang ada, sedangkan kebutuhan enegi masyarakan semakin hari semakin meningkat.

B. PERMASALAHAN

- Salah satu faktor belum termamfaatkannya energi terbarukan di Provinsi Riau adalah belum cukunya teknologi pendukung dalam pengolahan sumber energi terbarukan.
- 2. Belum tuntasnya penelitian-penelitian tentang energi terbarukan yang terdapat di Provinsi Riau dalam berbagai aspek kajian yang mendukung pemanfaatan energi terbarukan.

C. TUJUAN DAN LUARAN

1. Tujuan

- a. Mendapatkan data-data operasional optimum dalam memanfaatkan energi terbarukan
- b. Mendapatkan data-data desain peralatan konversi energi yang optimum dalam memamfaatkan energi terbarukan.

2. Luaran

- a. Data penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya dan setiap judul penelitian pada proposal ini ditargetkan untuk dipublikasikan dalam 3 (tiga) jurnal ilmiah.
- b. Tiap-tiap judul penelitian akan melibatkan 2 orang mahasiswa (total 6 orang mahasiswa) dan hasil penelitian ini sebagai bahan tugas akhir mahasiswa tingkat akhir.

D. TEMPAT PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau.



E. METODOLOGI

Kegiatan 1

Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Mesin Pengeringan Vakum Beku (Vacuum Freeze Drying)

Awaludin Martin, Romy, Mintarto Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293 Awaludinmartin01@gmail.com

Abstrak

Metode pengeringan vakum beku, merupakan salah satu cara proses pengeringan terbaik untuk pengawetan bahan makan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Mesin pengering vakum beku bengkuang, dengan cara mengurangi/menghilangkan kadar air yang terkandung dalam bengkuang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode rancang bangun dan metode eksperimen. Mesin pengering vakum beku bengkuang berhasil dibuat sesuai dengan kebutuhan pengering vakum beku dan sesuai rancangan dengan dimensi ruang pengering berbentuk silindris berdiameter 0.3m dan tinggi 0.35m. Sistim refrigerasi menggunakan kompresor sebesar 0.5 HP dimana panjang koil kondenser 19.5 m dan 8.11 m panjang koil evaporator, yang dililitkan pada ruang pengering sehingga membentuk helical. Hasil pengujian kadar air yang hilang maksimal ialah sebesar 62% yang dilakukan dengan metode pembekuan cepat untuk proses sublimasi ialah dengan metode temperatur dijaga konstan -5°C.

Kata Kunci: Pengeringan, Vakum, Beku, Bengkuang



I. LATAR BELAKANG

Teknologi pengolahan pascapanen hasil pertanian dengan cara pengawetan menggunakan metode pengeringan vakum beku belum banyak dilakukan oleh masyarakat, walaupun metode ini memiliki prospektif yang baik untuk diterapkan. ini Metode pengawetan ini memang masih terbilang baru dalam bidang industri pengolahan bahan pangan. Objek penelitian dilakukan terhadap bengkuang sebagai salah satu hasil pertanian. Pengeringan vakum beku bengkuang bertujuan untuk mengatasi masalah daya simpan bengkuang yang tidak tahan lama terkait kadar airnya yang tinggi. Hasil pengeringan vakum beku diharapkan dapat memperluas daerah distribusinya dan meningkatkan nilai jual bengkuang. Untuk mencapai tujuan tersebut maka diperlukan suatu penelitian yang dapat menghasilkan mesin pengering vakum beku.

II. TUJUAN

- a. Menghasilkan mesin pengering vakum beku.
- b. Mempelajari pengaruh proses pengeringan beku vakum terhadap objek penelitian (bengkuang).

III. LUARAN

- a. Data penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya dan ditargetkan hasil penelitian ini untuk dipublikasikan jurnal ilmiah terakreditas.
- b. Penelitian akan melibatkan 2 orang mahasiswa dan hasil penelitian ini sebagai bahan tugas akhir mahasiswa.

IV. TINJAUAN PUSTAKA

Pengeringan ialah suatu cara atau proses untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan sebagian besar air yang dikandungnya dengan menggunakan energi panas. Pengeringan dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti penjemuran atau pengeringan menggunakan matahari, pengeringan buatan dengan menggunakan Mesin pengering (oven, *spray drying*, *vacuum drying*, dan lain-lain), dan pengeringan secara pembekuan. Faktor yang mempengaruhi laju pengeringan antara lain ialah



temperatur, tekanan, laju aliran udara, luas permukaan bahan, kadar air bahan, komposisi kimia bahan.

Banyak metode digunakan untuk mengelompokkan mesin pengering. Ada jenis pengering yang beroperasi secara kontinu yaitu pengering yang didesain untuk mengeringkan bahan secara terus menerus selama masih ada suplai bahan basah, ada pula pengering yang beroperasi secara *batch* yaitu pengering yang didesain untuk dioperasikan dalam jumlah bahan tertentu dan dalam waktu tertentu dimana kondisi kadar air dan temperatur akan berubah pada tiap titik pengering

Metode pengeringan vakum beku merupakan metode yang menakjubkan seperti yang dijelaskan oleh Liapis dan Bruttini (1995) dimana pengeringan beku diakui sebagai metode pengeringan terbaik tetapi sangat intensif energi.

Bila dibandingan dengan pengeringan konvensional, produk yang dihasilkan dari pengeringan beku vakum jauh lebih baik, diantarannya; tidak menyebabkan permukaan yang keriput, lebih porus, densitas lebih rendah, mudah disegarkan kembali, warna normal, mutu flavor dan nilai gizi lebih. Dalam proses pengeringan dapat dilakukan dengan waktu yang lebih cepat dan lebih komplit serta tidak ketergantungan terhadap intensitas sinar matahari. Pengeringan vakum beku dapat diaplikasikan pada produk hasil pertanian seperti; tomat, bengkuang, cabe, kopi, buah-buahan dan beberapa produk lainnya seperti rempah-rempah.

Belyamin (2008; 2011) dan Arlisdianto (2012) telah berhasil melakukan pengeringan beku lidah buaya (*aloevera*) yang mengandung kadar air sebesar 98,7%. Pujihastuti telah melakukan pengeringan beku tomat yang mengandung kadar air sebesar 93,4%. Marques dan Freire (2004) telah melakukan pengeringan beku nenas yang mengandung kadar air sebesar 85,30%. Kiman, (2004) telah melakukan kajian pengeringan beku dengan pembekuan vakum terhadap daging buah durian yang mengandung kadar air sebesar 60,82%. Lisnawati (1997) dan Armansyah (2000) telah melakukan kajian dan simulasi karakteristik pengeringan beku daging sapi giling, yang mengandung kadar air sebesar 60%.



Penelitian mesin pengering vakum beku ini dimulai dari perancangan, pembuatan dan dilanjutkan pada pengujian dan pengambilan data. Bahan yang menjadi objek penelitian berupa umbi yaitu bengkuang. Menurut Besman (2003) hasil pengukuran terhadap karakteristik fisik dan kimia buah bengkuang segar memiliki kadar air sebesar 85.75%

V. METODOLOGI

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

Mesin LasBengkuang

Mesin GerindaRefigeran R134a

Mesin *Drill*Pipa Tembaga

Mesin ShearingPipa Carbon Steel

Bending Tube
 Pelat Carbon Steel

Alat FlaringBesi Siku Berlubang

Alat *Pierching*Tripleks

Tang PenjepitSeal Karet

ObengPelat Alumunium

- Kunci Pas - Tee Connection

Kunci RingBaut dan Mur

Pemotong Pipa – Nepel

- Gergaji - Kompresor

– Pompa Vakum – Filter Dryer

- Termokopel - Fan Outdoor

- Pressure Gauge - Motor Outdoor

Digital Clamp MeterLem Steel

BlenderLem Merah

Timbangan DigitalSakelar

Wadah SampelMCB

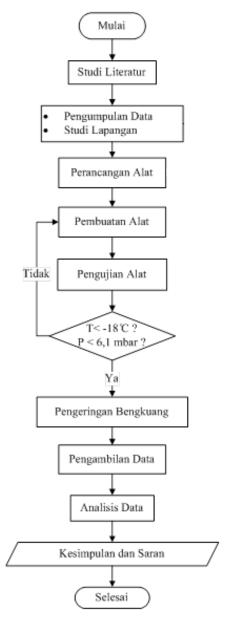
IsolatorKabel



Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

- a. Metode rancang bangun: dilakukan untuk perancangan, pembuatan, dan uji kinerja mesin pengering vakum beku.
- b. Metode eksperimen: dilakukan untuk pengujian pengering vakum beku terhadap objek penelitian berupa bengkuang.

Pelaksanaan penitian dilakukan dengan beberapa tahapan seperti ditunjukan pada gambar 1.

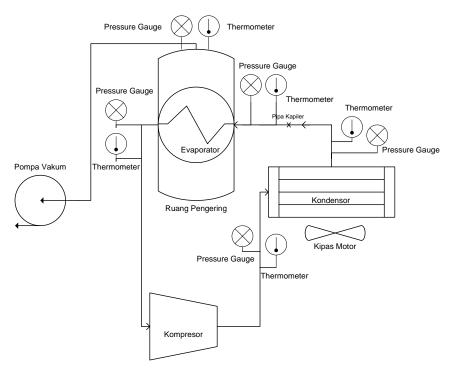


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

a. Perancangan Mesin Pengering Beku

Dalam perancangan mesin pengering vakum beku ada dua komponen utama yang dirancang, yakni ruang pengering dan sistem refrigerasi. Penelitian dimulai dari studi literatur yang dilanjutkan pada perancangan, pembuatan, pengujian dan terakhir menganalisis data dari objek yang menjadi penelitian.

Skema mesin pengering vakum beku yang dirancang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2 Skema mesin pengering vakum beku

a. Perhitungan Ruang Pengering

Volume ruang pengering yang dibutuhkan dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{\rm rp} = \frac{m (kg)}{\rho (\frac{kg}{m^3})}$$

Perhitungan ulang volume ruang pengering berbentuk silindris berdasarkan dimensi yang direncanakan tersebut, dihitung dengan persamaan berikut :



$$V_{rp} = \frac{1}{4} \pi d^2 L$$

Langkah selanjutnya ialah perhitungan ketebalan bahan yang dibutuhkan, yakni (Zainuddin: 2003):

$$t = 1,25d \left(\frac{P_e}{E^{"}} \chi \frac{h}{d}\right)^{0,4} + C$$

b. Perhitungan Sistem Refrigerasi

Adapun perancangan sistem refrigerasi dimulai dari penentuan data bengkuang dan data perancangan sistem refrigerasi berdasarkan sifat-sifat bahan dan sifat-sifat refrigerant sebagai berikut (Stoecker F. Wilbert & Jones W. Jerold, 1996):

- Kalor yang dihasilkan sebelum beku (Q_{sbb}) $Q_{sbb} = \text{m.Cp.}\Delta t \text{ (kJ)}$
- Kalor yang dihasilkan sesudah beku (Q_{ssb}) $Q_{ssb} = \text{m.Cp. } \Delta t \text{ (kJ)}$
- Kalor laten bahan (Q_1) $Q_1 = \text{m.hfg } (kJ)$
- Kalor keseluruhan (Q_{total}) $Q_{total} = Q_{sbb} + Q_{ssb} + Q_{l} (kJ)$
- Kalor yang dibutuhkan untuk mendinginkan produk (Q_{produk})

$$Q_{produk} = \frac{Q_{total}}{t}$$

Luas permukaan perpindahan kalor yang dipengaruhi oleh faktor pengotoran dapat dihitung menggunakan persamaan (Cengel, Yunus A: 1998):



$$As = \frac{Q}{\frac{1}{RA_o} \Delta T_{lm}}$$

Maka panjang koil yang dibutuhkan untuk membuat evaporator ialah:

$$L_{\text{total}} = \frac{A_s}{\pi D}$$

Untuk mencari dimensi kondensor yang dibutuhkan, yakni panjang koil yang dibutuhkan maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagi berikut (Holman J.P.:1993):

$$Q = U A_s \Delta T_{lm}$$

Persamaan tersebut disubstitusi sehingga,

$$A_s = \frac{Q_{kondensor}}{U \ \Delta T_{lm}}$$

Maka panjang koil yang dibutuhkan yakni,

$$L = \frac{A_s}{\pi D}$$

Perancangan *helical coil heat exchanger* beberapa parameter yang ditentukan antara lain ialah (Patil, Ramachandra K. 1982):

a. Jarak antar koil

$$p = 1.5 d_o$$

b. Jumlah lilitan koil heat exchanger

$$N = \frac{L}{\sqrt{2\pi r^2 + p^2}}$$

c. Tinggi helical coil heat exchanger

$$H = N p + d_o$$

b. Rekapitulasi Hasil Perancangan

Berdasarkan perancangan mesin uji pengering vakum beku dapat direkapitulasikan sebagai berikut :



1. Ruang Pengering

Spesifikasi	Dimensi	Satuan
Kapasitas bahan maks	1	kg
Diameter ruang pengering	0.3	m
Tinggi ruang pengering	0.35	m
Tebal ruang pengering	5	mm

2. Sistem Refrigerasi

Spesifikasi	Dimensi	Satuan
Kapasitas evaporator	0,35	kW
Laju aliran massa refrigeran	0,003	Kg/s
Kapasitas kondensor	0,46	kW
Kapasitas kompresor	0,5	HP
COP	2,96	
Panjang total pipa evaporator	8,11	m
Jumlah lilitan koil	8	
Panjang total koil kondensor	19,5	m
Ukuran kotak kondensor	0,45x0,15	m

Catatan: Material koil evaporator dan kondenser terbuat dari tembaga

c. Pembuatan Mesin

Pembuatan mesin dimulai dari pembelian komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan mesin pengering vakum beku. Dalam pembuatan mesin pengering vakum beku komponen yang dibuat yaitu kedudukan mesin uji, ruang pengering beserta penutup ruang pengering, evaporator dan kondensor.

a) Pembuatan Kedudukan/Rangka Mesin Uji

Kedudukan/Rangka mesin uji yang dibuat berdasarkan fungsinya sebagai kedudukan komponen-komponen mesin uji yang dibuat dan dipasang pada mesin pengering vakum beku dengan dimensi 80 cm x 60 cm x 60 cm.



Kedudukan mesin uji terbuat dari baja profil siku berukuran 40 cm x 40 cm dengan ketebalan 0.5cm, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Kedudukan Mesin Uji

b) **Pembuatan Ruang Pengering**

Dalam pembuatan ruang pengering dimensi ruang pengering yang dibuat sesuai dengan perhitungan yang direncanakan yaitu tabung berdiameter 0,3 m dengan tinggi 0,35 m. Ruang pengering terbuat dari baja carbon steel dengan ketebalan 0,5 cm yang dilengkapi dengan flange sebagai penghubung dengan penutup ruang pengering dan lubang yang dilengkapi dengan neppel sebagai penghubung pompa vakum dan pressure gauge absolute. Ruang pengering dan penutup ruang pengering dichrome agar tidak mudah korosi.



Gambar 4 Ruang Pengering dan Penutup

c) **Pembuatan Evaporator**

Pembuatan evaporator bahan yang digunakan ialah koil tembaga dengan dimensi sesuai hasil perhitungan yang direncanakan yaitu, diameter 9,5 mm dengan ketebalan 0,61 mm dan panjang 8,11 m. Koil tembaga dibentuk menjadi *helical coil heat exchanger* dengan diameter 0,32 m dengan jumlah lilitan sebanyak 8 buah.



Gambar 5 Evaporator Helical Coil

d) Pembuatan Kondensor

Kondensor dibuat sesuai dengan hasil perhitungan, yang terbuat dari koil tembaga dengan diameter 9,5 mm dan panjang koil 19,5 m dengan ketebalan 0,61 mm. Dalam pembuatan kondensor terlebih dahulu dibuat kotak kondensor sesuai dengan ukuran yang direncanakan yaitu 0,15 m x 0,45 m. Kotak kondensor terbuat 4 buah pelat alumunium dengan ketebalan 1 mm sesuai ukuran yang telah ditetapkan. Dalam pemasangan koil kondensor, untuk menghubungkan antar koil digunakan *U tube* yang sesuai dengan diameter koil *heat exchanger*.



Gambar 6 Kondensor

e) Perakitan Alat Pengering Bengkuang

Beberapa komponen yang telah di buat kemudian di rakit seperti ditunjukan pada gambar



Gambar 7 Perakitan Mesin Pengering Bengkuang

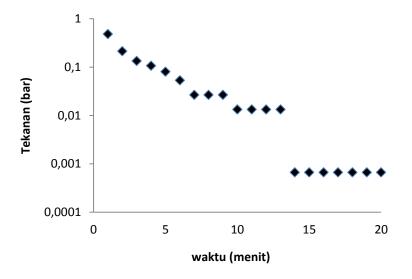
VI. HASIL

a. Uji Kinerja Mesin Pengering Vakum Beku

Untuk pengujian kinerja peralatan mesin pengering vakum beku maka dilakukan pengujian pengeringan vakum beku bengkuang. Pengujian Pengeringan vakum beku yang dilakukan ialah dengan metode pembekuan cepat, dimana sistem refrigerasi dan pompa vakum langsung dihidupkan secara bersamaan. Dengan percobaan pengeringan vakum beku bengkuang



didapatkan grafik penurunan tekanan dan temperatur terhadap waktu selama pengujian pengeringan vakum beku bengkuang seperti pada gambar 8.

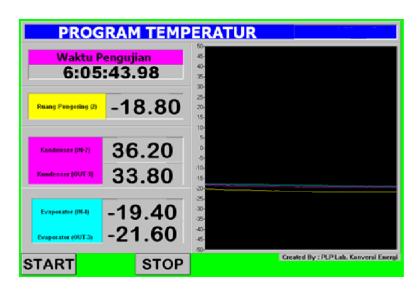


Gambar 8 Grafik Penurunan Tekanan Dalam Ruang Pengering

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penurunan tekanan dalam ruang pengering terjadi secara drastis dalam 14 menit pertama.

b. Pengujian Terhadap Objek Penelitian

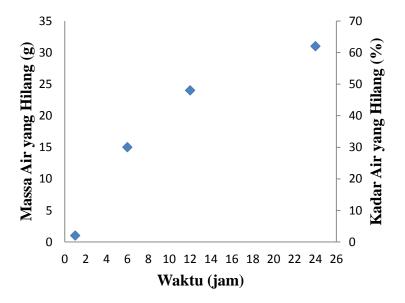
Data rekam temperatur menggunakan program data akuisisi Advantech VisiDaq ADAM 4018.



Gambar 9 Program Record Temperatur

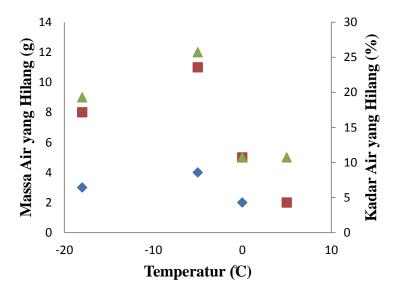


Pengujian pengeringan vakum beku bengkuang dengan massa bahan yang digunakan sebanyak 50 gram. Prosedur pengeringan yang menggunakan pembekuan cepat, temperatur dijaga konstan -5°C, Untuk prosedur pengeringan pembekuan cepat dilakukan dengan 4 variasi waktu yakni 1 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam. Prosedur pengeringan pembekuan cepat dilakukan dengan menghidupkan sistem refrigerasi dan pompa vakum secara bersamaan. Perubahan massa bahan dan kadar air yang hilang dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10 Grafik perbandingan massa air yang hilang dan kadar air yang hilang terhadap waktu pada pembekuan cepat.

Untuk perbandingan grafik massa air yang hilang ditunjukan pada gambar 11

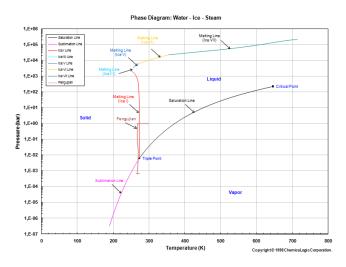


Gambar 11 Grafik perbandingan massa air yang hilang dan kadar air yang hilang terhadap waktu pada temperatur dijaga konstan -5°C (♦ 2 jam; ■ 4 jam; ▲ 6 jam)

c. Analisis

Berdasarkan hasil pengujian pada pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa maksimal massa dan kadar air yang hilang pada penelitian ini ialah dengan prosedur pengeringan pembekuan cepat yang dilakukan selama 24 jam, dimana massa air yang hilang mencapai 31 gram dari massa awal 50 gram, dengan kadar air yang hilang sebesar 62 %.

Berdasarkan perubahan fase bahan selama pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12, bahwa proses sublimasi bahan pada pengujian pembekuan cepat cukup luas daerah sublimasinya, namun dari penelitian ini pengujian dengan prosedur pengeringan dimana temperatur bahan dalam ruang pengering dijaga konstan -5°C menghasilkan daerah sublimasi yang paling luas dan proses sublimasi yang paling baik, dimana bahan cair (*liquid*) dirubah terlebih dahulu menjadi beku (*solid*) kemudian mengalami sublimasi dengan adanya perubahan fase menjadi uap (*vapor*)



Gambar 12 Grafik Perubahan Fase Bahan pada Temperatur Konstan -5 °C

VII. SIMPULAN

Penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain ialah:

- Mesin pengering vakum beku berhasil dibuat sesuai dengan kebutuhan pengeringan vakum beku dan sesuai dengan rancangan. Ruang pengering yang digunakan berbentuk silindris dengan diameter 0.3m dan tinggi 0.35m. Panjang pipa evaporator yang dibutuhkan 8.11m sedangkan untuk kondenser sepanjang 19.5 m.
- 2) Kompresor yang digunakan sebesar 0.5 HP dengan refrigerant R134a.
- 3) Dari pengujian pengeringan vakum beku bengkuang yang dilakukan dalam penelitian ini hanya mampu menghilangkan kadar air hingga 62%.



Daftar Pustaka

Arlisdianto, Julian. 2012. Pengaruh Wadah Material Terhadap Laju Pengeringan Pada Alat Pengering Beku Vakum Untuk Aloevera. Depok:UI

Belyamin. 2008. Kajian Energi Pengering Beku Dengan Penerapan Pembekuan Vakum Dan Pemanasan Dari Bawah. Bogor:IPB.

Belyamin. 2011. Pengembangan Pengering Beku Pembekuan Vakum Dengan Pemanasan Kondensor. Bogor:IPB.

Cengel, Yunus A. 1998. *Heat Transfer a Practical Approach*, University Of Nevada.

Holman J.P., (1993), Perpindahan Kalor. Jakarta: Erlangga.

Liapis, A.I., M. J. Pikal, R. Bruttini. 1995. *Freeze Drying in A.S Mujumdar*. *Handbook Of Industrial Drying*. Vol 1. Marcel Dekker, USA.

Marques, L. G dan Freire, J. T. 2004. *Analysis Of Freeze Drying Of Pineapple And Guava Pulps*. Brazil:Federal University Of São Carlos.

Martin, Awaludin, dkk. 2013. *Perancangan Mesin Pengering Beku Vakum Bengkuang*. Pekanbaru: Universitas Riau

Napitupulu, Besman. 2003. *Kajian Pembuatan Keripik Bengkuang Dengan Penggorengan Vakum*. Sumatera Utara:BPTP

Patil, Ramachandra K. 1982. *Designing A Helical-Coil Heat Exchanger*. Chemical Engineering.

Pujihastuti, Isti. *Teknologi Pengawetan Buah Tomat Dengan Metode Freeze Drying*. Semarang:UNDIP



Software Advantech Visidaq Buider Adam 4018. 2003. Data Acquisition Module.

Stoecker F. Wilbert & Jones W. Jerold, 1996, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Erlangga, Jakarta.

Tambunan, Armansyah. H. 2000. Simulasi Karakteristik Pengeringan Beku Daging Sapi Giling. Buletin Keteknikan Pertanian. Vol 14. No.1

Yulia, Lisnawati. *Pengaruh Laju Pembekuan Dan Suhu Permukaan Bahan Terhadap Waktu Pengeringan Beku Daging Sapi Giling*. Buletin Keteknikan Pertanian. Vol 11. No.1

Zainuddin, Irshan. 2003. Rancang Bangun Peralatan dan Analisis Karakteristik Pembekuan Vakum Udang Windu (Panaeus Monodon Fab). Bogor:IPB.