

Perancangan *Vacuum Evaporator* Penurun Kadar Air Dalam Madu Kapasitas 50 Liter

Nazaruddin^{1*}, Hapsoh², Afrian¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

nazaruddin.unri@yahoo.com, hapsohdin@yahoo.co.id, rianhaziq@gmail.com

Abstrak

Disebabkan karena madu hutan Riau mengandung kadar air lebih dari 26%, maka untuk memenuhi kebutuhan ekspor sesuai dengan standar SNI 01-3545-2004, dimana kandungan airnya kurang dari 22% dan perlakuan pengeringan madu tidak melebihi 40°C. Berdasarkan sifat-sifat tekanan jenuh air pada temperatur 40°C dapat menguap pada tekanan vakum 0,07384 bar. Berdasarkan temperatur dan tekanan vakum tersebut dirancang sebuah *vacuum evaporator* dengan kapasitas produksi 50 liter. *Vacuum evaporator* dirancang standar ASME section VIII Boiler and Pressure Vessel code. Disamping merancang komponen utama seperti *shell*, *head* dan *support*, juga dirancang *impeller* yang digunakan untuk mengaduk madu untuk mempercepat distribusi temperature dalam bejana tersebut. Hasil rancangannya diperoleh diameter *shell* bagian dalam adalah 22.55 inch dengan ketebalan 0.142 inch, diameter *shell* bagian luar adalah 24.81 inch dengan ketebalan 0.142 inch, diameter *head* 22.55 inch dengan ketebalan 0.142 inch, *opening* (diameter *nozzle* pada pompa vakum 1 inch dengan ketebalan 0.065 inch dan diameter *nozzle* pada *water level control* 1 inch dengan ketebalan 0.065 inch). Diperoleh dimensi *screw* dengan diameter 4 inch dan jarak *pitch screw* 3.2 inch dengan sudut *screw* 22°. Diperoleh dimensi *impeller* $D_a = 11.28$ inch, $w = 2.26$ inch, $D_d = 4.51$ inch dan $L = 2.82$ inch.

Kata kunci : madu, kandungan air, temperatur, tekanan, *evaporator* vakum

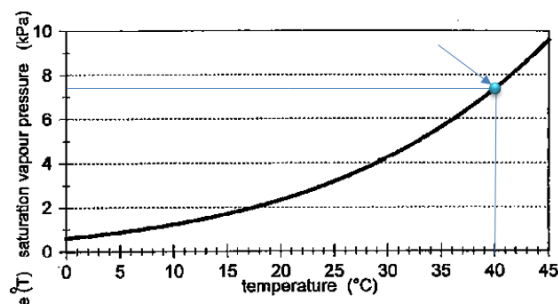
1. Pendahuluan

Madu hutan Indonesia pada umumnya, termasuk madu hutan Riau mengandung kadar air yang tinggi (lebih 26%) sehingga rentan terhadap fermentasi. Salah satu cara pencegahannya adalah menurunkan kadar air madu^[1]. Madu yang umumnya diinginkan masyarakat adalah madu yang berbentuk cairan kental. Mengacu pada SNI 01-3545-2004 untuk menjamin mutu dan keamanan madu yang beredar di pasaran. Kadar air madu yang diperbolehkan yaitu maksimal 22% dan untuk menjaga kerusakan, temperatur madu tidak boleh melebihi 40°C^[2]

Untuk itu dilakukan perancangan mesin penurunan kadar air madu (*vacuum evaporator*). *Vacuum evaporator* merupakan alat yang digunakan untuk mengurangi kandungan air di dalam madu. Prinsip kerja dari *vacuum evaporator* yang dimana madu

akan dilakukan pemanasan dalam ruang vakum menggunakan media air, air tersebut dipanaskan menggunakan *heater* berada disekeliling ruang vakum tersebut. Panas dari air diteruskan ke madu melalui dinding *vacuum evaporator*.

Pada kondisi vakum dengan temperatur pengolahan madu maksimal 40°C air dapat menguap pada tekanan 7,4 kPa seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. Grafik *saturation water pressure* (kPa) vs *temperature* (°C)^[3]

Komponen-komponen yang dirancang untuk *vacuum evaporator* adalah *shell, head, nozzle, support*, pengaduk (*screw* dan *impeller*)

2. Metodologi Perancangan.

A. Shell

Perancangan *shell* berdasarkan standar ASME UG-27 dan UG-28. Dimensi tebal dinding *shell* sebagai berikut:

1. Sambungan memanjang (*longitudinal joint*)

$$t = \frac{PR_i}{SE-0.6P} \quad (1)$$

2. Sambungan melingkar (*circumferential joint*)

$$t = \frac{PR_i}{2SE+0.4P} \quad (2)$$

B. Head

Desain *head* berdasarkan standar ASME UG-32, beberapa jenis *head* dan persamaan unuk menentukan ketebalannya.

- a) *Hemisphere*

$$t = \frac{PR_i}{2SE-0.2P} \quad (3)$$

- b) *Ellipsoidal*

$$t = \frac{PD_i}{2SE-0.2P} \quad (4)$$

- c) *Cone*

$$t = \frac{PD_i}{2\cos\alpha(SE+0.4P)} \quad (5)$$

- d) 2:1 S.E.

$$t = \frac{PD_i}{2SE-0.2P} \quad (6)$$

- e) 100% - 6% *Torispherical*

$$t = \frac{0.855PL_i}{SE-0.1P} \quad (7)$$

- f) *Torispherical* $L/r < 16.66$

$$t = \frac{PL_iM}{2SE-0.2P} \quad (8)$$

C. Opening/nozel

Desain *opening/nozel* berdasarkan standar ASME UG-36

Ketebalan dinding *nozel* yang diperlukan (t_n)

$$t_n = \frac{PR_n}{SE-0.6P} \quad (9)$$

D. Support

Desain penyangga mengacu pada ASME UG-54.

E. Pengaduk (*Screw* dan *Impeller*)

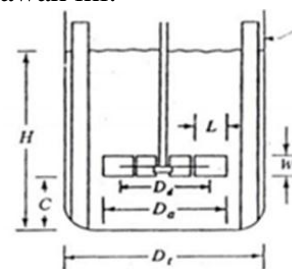
Dalam *vacuum evaporator* diperlukan pengaduk dimaksudkan agar madu yang berada di dalam *evaporator* di aduk secara merata. Adapun jenis pengaduk dalam *vacuum evaporator* ini adalah *type screw* dan *impeller*.^[3]

1. Screw

$$n = \frac{\text{kapasitas madu}}{\text{kemampuan screw dalam satu putaran}}$$

2. Impeller

Untuk mencari ukuran dari *impeller* dapat dilihat pada gambar yang terdapat pada lampiran, dibawah ini.



$$D_a = (0.3 - 0.5)D_i$$

$$W = \frac{1}{5}(D_a)$$

$$D_s = \frac{2}{5}(D_a)$$

$$L = \frac{1}{4}(D_a)$$

Gambar 2. Dimensi *Impeller*

Sketsa *shell* yang akan dirancang seperti gambar 3, dimana *shell* kecil adalah untuk tempat madu, sedangkan *shell* besar tempat air panas. *Shell* kecil terbuat dari bahan baja SS 316 dan *shell* besar dari baja SS 304



Gambar 3. Sketsa *shell*

3. Hasil Rancangan

Berdasarkan data tekanan vakum yang diperlukan untuk temperatur operasi tidak melebihi 40°C seperti gambar 1 yaitu 7.4 kPa dan bahan yang digunakan maka diperoleh

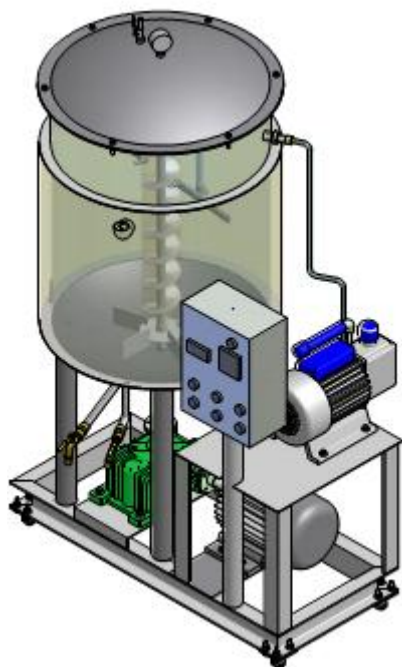
dimensi utama dari *vacuum evaporator* adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Dimensi Utama *Vacuum Evaporator*

No	Bagian	Dimensi
1.	<i>Shell</i> - <i>Shell</i> dalam	Diameter = 22.55 inch Panjang = 30.19 inch Ketebalan = 0.142 inch Diameter = 24.81 inch
	- <i>Shell</i> luar	Panjang = 22.55 inch Ketebalan = 0.142 inch
2.	<i>Head</i> - 2:1 SE	Diameter = 22.55 inch Ketebalan = 0.142 inch Radius = 20.29 inch
3.	<i>Nozzle/Opening</i> - <i>Pressure gauge</i>	Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.065 inch
	- Pompa vakum	Diameter = 1 inch Ketebalan = 0.065 inch
	- <i>Water level control</i>	Diameter = 1 inch Ketebalan = 0.065 inch
	- Keluaran madu	Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.109 inch
	- Keluaran air	Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.065 inch
	- Katup	Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.065 inch
	- Pengisian air	Diameter = 1.5 inch Ketebalan = 0.065 inch
4.	<i>Support</i>	Diameter = 2 inch Panjang = 22.5 inch Ketebalan = 0.154 inch Jumlah = 4 buah
5.	Pengaduk - <i>Screw</i>	Diameter = 4 inch Jarak pitch = 3.2 inch Panjang = 22.55 inch $\theta = 22^\circ$

	- <i>Impeller</i>	$D_a = 11.28$ inch $W = 2.256$ inch $D_d = 4.512$ inch $L = 2.82$ inch
--	-------------------	---

Gambar tiga dimensi rancangan vacuum evaporator seperti berikut:



Gambar 4. Hasil rancangan 3D

b. Simpulan

- 1) Dimensi utama vacuum evaporator: Diameter *shell* bagian dalam 22.55 inch dengan ketebalan 0.142 inch dan panjang *shell* 30.19 inch. Diameter *shell* bagian luar 24.8 inch dengan ketebalan 0.142 inch dan panjang *shell* 22.55 inch. Diameter head 22.55 inch dengan ketebalan 0.142 inch dan radius 20.29 inch. *Opening* (Diameter *opening* pada *pressure gauge* 0.75 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada *pompa vakum* 1 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada *water level control* 1 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada keluaran madu 0.75 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening*

pada keluaran air 0.75 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada katup 0.75 inch dengan ketebalan

0.065 inch. Diameter *opening* pada pengisian air 1.5 inch dengan ketebalan 0.065 inch) dan Diameter *support* 2 inch dengan ketebalan 0.154 inch dan panjang support 22.56 inch.

- 2) Dimesin Diperoleh dimensi *screw* dengan diameter 4 inch dan jarak pitch *screw* 3.2 inch dengan sudut *screw* 22°. *Impeller* diperoleh dimensi $D_a = 11.28$ inch, $W = 2.256$ inch, $D_d = 4.512$ inch dan $L = 2.82$ inch.

Daftar pustaka

- [1] Basito, 2013. Kajian Karakteristik Alat Pengurangan Kadar Air Madu Dengan Sistem Vakum Yang Berkondensor. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret
- [2] Badan Standarisasi Nasional (BSN).SNI 01-3545-2004. Madu. Jakarta.
- [3] ASME Section VIII.2004.*Boiler & Pressure Vessel Code*.
- [4] Cengel, Yunus A. 2006. Thermodynamics. New York: McGraw-Hill.
- [5] Rapid, Cedar.2012.*Screw Conveyor Components & Design*. Conveyor engineering & manufacturing. <http://www.conveyoreng.com> (diakses 11 desember 2014)
- [6] Bednar, Henry H.1981.*Pressure Vessel Design Handbook*.USA: Van Nostrand Reinhold Company.
- [7] Moss, Dennis R.1997.*Pressure Vessel Design Manual*.Texas: Gulf Publishing Company.