KAJI PEMBUATAN SISTEM KONTROL MESIN *VACUUM EVAPORATOR* PENURUN KADAR AIR MADU KAPASITAS 50 LITER

Angga Islam Darmawan[1], Nazaruddin[2]
Laboratorium Hidrolik dan Pneumatik, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpangbaru, Pekanbaru 28293
anggaid1991@gmail.com[1], nazaruddin@unri.ac.id[2]

Abstract

Honey is a food that is very beneficial for health. Based on SNI 01-3545-2004 standards for foodstuffs honey, determined the content of water is allowed a maximum of 22% and capped at a maximum processing temperature at 40^{o}C so that other content in honey is not damaged. Evaporating the water at low temperatures can be done by the method of vacuum systems. By lowering the pressure below 1 atm or in accordance with the graph of temperature versus pressure, where to evaporate water at a temperature of 40^{o}C, the pressure required is 7,4 kPa. Vacuum evaporator machine is a machine that serves as a food processing machine that can remove water content contained in the meal ingredients. This study makes a planning vacuum evaporator engine control system for controlling the process. The temperature at 40^{o}C honey processing predefined SNI can be achieved by creating a temperature control system with a controller and use of sensors, so that the temperature treatment process is maintained to keep the content contained in the honey. Pressure is used to evaporate water at a temperature of 40^{o}C is under a pressure of 1 atm, of 7,4 kPa. To achieve the required pressure compressor engine 1 vacuum. The control system using a vacuum compressor control systems that perform manual where the feedback is done by humans. In the processing of round screw mixer and serve as a tool to stir the honey during processing so that warming of honey evenly. With the processing time variation, obtained honey with moisture content of 20.6% at the variation time of 4 hours, the water content of 19.8% at 8 hours and time variations in the time variations are also available 12 hours a moisture content of 19.6%. In accordance with SNI standards 01-3545-2004 of maximum water content of 22% honey can already be obtained by variation of the processing time of 4 hours.

Keywords: control systems, vacuum evaporator, honey

1. Pendahuluan

Madu Indonesia pada umumnya mengandung kadar air yang tinggi 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^{o}C [2].

Alat dan cara yang digunakan industri kecil untuk proses penurunan kadar air pada madu umumnya yaitu dengan cara sederhana. Seperti memanfaatkan panas matahari atau

memanfaatkan panas dari sumber bahan bakar. Tentunya akan menyebabkan kandungan gizi yang terdapat pada madu akan rusak jika temperatur pemanasan yang terlalu tinggi dan laju produksi yang terhambat pada saat musim hujan karna cahaya matahari tidak bisa dimanfaatkan.

Untuk itu perlu diadakan penelitian yang dapat mengatasi masalah-masalah tersebut. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan suatu mesin penurun kada air madu dengan temperatur pengolahan yang dapat diatur tidak melebihi temperatur 40^{o}C dan air dapat menguap ditemperatur rendah dengan menggunakan sistem vakum. Dimana akan terjadi penguapan pada air dengan tekanan dibawah 1 atm serta menggunakan pengaduk dengan screw bertujuan untuk mempercepat dan meratakan panas pada madu.

Pada penelitian ini prinsipnya adalah menguapkan air yang ada dalam bahan makanan dengan jalan pemanasan yang menggunakan sistem pemanas oleh *heater*. Untuk mempercepat dan menghindari reaksi yang menyebabkan terbentuknya air ataupun reaksi yang lain karena pemanasan. Proses penguapan dapat dilakukan dengan temperatur rendah dan tekanan vakum yang sesuai dengan standar bahan makanan tersebut.

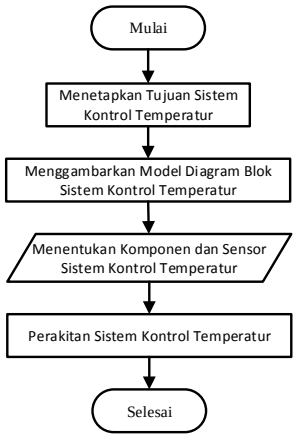
Evaporasi tidak sama dengan evaporasi, dalam evaporasi sisa penguapan adalah zat cair, kadang-kadang zat cair yang sangat kental tapi bukan zat padat. Begitu pula, evaporasi berbeda dengan distilasi, karena disini uapnya biasanya komponen tunggal, dan walaupun uap itu merupakan campuran, dalam proses evaporasi ini tidak ada usaha untuk memisahkannya menjadi fraksi-fraksi. Biasanya dalam evaporasi, zat cair pekat itulah yang merupakan produk yang utama dan uapnya akan dibuang.

2. Metode

Pada penelitian ini yaitu membuat suatu sistem kontrol dari mesin *vacuum evaporator* yang terdiri dari 3 proses kontrol utama yaitu kontrol temperatur, kontrol tekanan dan kontrol putaran screw. Sistem kontrol masing masing proses memiliki tujuan yang berbeda tentunya jenis sistem kontrol yang digunakan dan penerapan metode-metode juga berbeda. Berikut dijelaskan perencanaan dan pembuatan sistem kontrol masing masing instrumen proses.

2.1 Perencanaan dan Pembuatan Sistem Kontrol Temperatur

Tujuan dari perencanaan dan pembuatan sistem kontrol temperatur yaitu sesuai pada prinsip dari mesin *vacuum evaporator*. Menguapkan air pada temperatur rendah dengan tekanan dibawah 1 atm. Temperatur yang ingin dikontrol adalah pada angka 40^{o}C, dimana dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengatur temperatur konstan pada madu. Sistem yang dapat memerintahkan kerja pemanas listrik serta memberi informasi temperatur proses pengolahan.

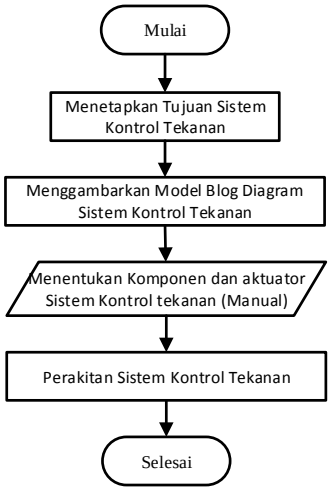


Gambar 2.1 Diagram alir perencanaan dan pembuatan sistem kontrol temperatur

2.2 Perencanaan dan Pembuatan Sistem Kontrol Tekanan

Tujuan dari perencanaan dan pembuatan sistem kontrol tekanan adalah menentukan dan menetapkan tekanan yang ingin dicapai dan dapat dikontrol pada saat proses sedang berlangsung.

Mesin *vacuum evaporator* bekerja pada kondisi vakum, yaitu dibawah tekanan 1 atm. Tekanan yang ingin dicapai adalah 7,4 kPa dengan menggunakan kompresor vakum.

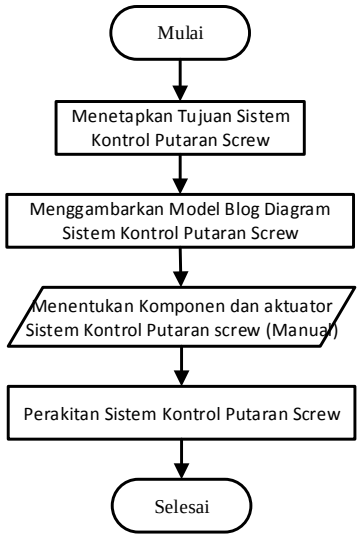


Gambar 2.2 Diagram alir perencanaan dan pembuatan sistem kontrol tekanan

2.3 Perencanaan dan Pembuatan Sistem Kontrol Putaran *screw*

Mesin *vacuum evaporator* dilengkapi dengan pengaduk dan screw yang berfungsi sebagai alat mengkonsisikan madu yanga berda diruang vakum agar tetap bergerak. Sehingga dengan putaran *screw* madu terus mengalir dari bagian bawah ke bagian atas membuat madu akan lebih cepat merata proses pemanasan dan penguapannya.

Sistem kontrol pada putaran *screw* menggunakan jenis sistem kontrol terbuka. Bekerja dengan perintah tanpa melakukan perhitungan. Sistem akan aktif dengan menekan tombol pada kotak panel, sehingga motor sebagai aktuator akan aktif menggerakkan *screw*.



Gambar 2.3 Diagram alir perencanaan dan pembuatan kontrol putaran *screw*

Diatas dijelaskan proses perencanaan dan pembuatan sistem kontrol putaran *screw* pada diagram alir pada gambar 2.3. Sistem kontrol yang keluarannya tidak diukur. Sitem kontrol terbuka termasuk sistem kontrol manual dimana proses pengaturannya dilakukan secara manual oleh operator dengan mengamati keluaran secara visual.

Pada prose putaran *screw* berfungsi sebagai pengadukan pada proses pengolahan, dengan madu yang selalu bergerak dikarnakan adanya pengadukuan, sehingga proses penguapan akan lebih cepat.

3. Hasil

Setelah dilakukan pembuatan dan pengujian di dapatkan hasil sebagai berikut:

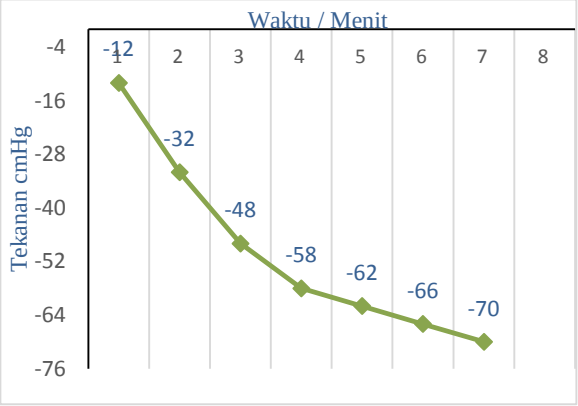
3.1 Data Pengujian Tekanan

Dengan begit dapat dipilih kompresor vakum dengan daya ¼ HP. Hasil dari pengujian sistem vakum dapat dilihat pada tabel.

Tabel 3.1 Data pengujian tekanan

Waktu / menit	Tekanan / cmHg
1	-12 cmHg
2	-32 cmHg
3	-48 cmHg
4	-58 cmHg
5	-62 cmHg
6	-66 cmHg
7	-70 cmHg

Dari perhitungan didapat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai vakum yaitu 280 detik atau sekitar 4,6 menit, sedangkan saat pengujian dibutuhkan waktu 7 menit, temperatur madu pada saat pengujian diukur yaitu 32ºC.



Gambar 3.1 Grafik waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tekanan vakum

3.2 Data Pengujian Tekanan

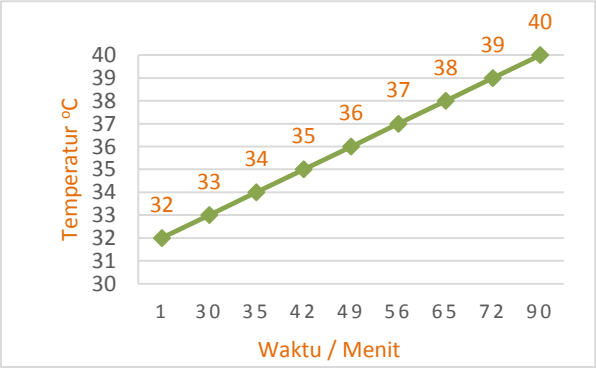
Setelah data pengujian tekanan didapatkan, pada tekanan -70cmHg proses pemansan awal dilakukan. Temperatur kontroler diaktifkan dan selanjutnya temperatur madu akan dibaca oleh sensor transmister. Pada sistem kontrol temperatur setpoint pada kontroler adalah 40ºC dan waktu delay adalah + 0 dan – 2.

Jika sensor transmister membaca temperatur dibwah 40ºC, kontak relay pada kontroler pada akan terhubung menjadi rangkaian NC dan pemanas akan aktif untuk memanaskan air pada *water jacket*. Berikut data pengujian waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan awal mesin *vacuum evaporator*.

Tabel 3.2 Data pengujian temperatur

Waktu / menit	Temperatur / ºC
1	32 ºC
30	33 ºC
35	34 ºC
42	35 ºC
49	36 ºC
56	37 ºC
65	38 ºC
72	39 ºC
90	40 ºC

Setelah melakukan pengujian didapatkan data waktu yang dibutuhakan untuk mencapai temperatur pengolahan 40ºC pada kondisi sudah vakum. Waktu yang dibuhkan yaitu 90 menit dan temperatur madu sudah mencapai temperatur pengolahan yang tepat untuk proses penguapan.



Gambar 3.2 Grafik waktu yang dibutuhkan untuk mencapai Temperatur vakum

3.3 Data Pengujian Pengolahan

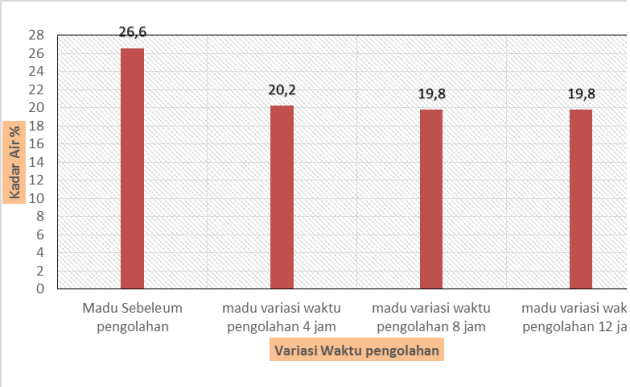
Pengujian pengolahan menggunakan mesin *vacuum evaporator* dilakukan dengan cara tiga variasi waktu, yaitu pengujian 4 jam, 8 jam dan 12 jam. Dimana setelah pengujian stiap variasi waktu di ambil sampel madu untuk pengujian kadar air.

Pengujian pengoalahan dengan variasi 4 jam, 8 jam dan 12 jam mendapatkan tiga sampel madu yang kemudian akan diuji kadar air di laboratorium Badan Pengujian Mutu Barang Provinsi Riau. Sebelumnya sampel madu sebelum dilakukan pengujian juga diuji kadar airnya. Sehingga dapat diliahat pada tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Data pengujian kadar air madu

Bahan Pengujian	Kadar Air %
Madu sebelum dioalah	26,6
Madu pengujian 4 jam	20,2
Madu pengujian 8 jam	19,8
Madu pengujian 12 jam	19,8

Hasil pengujian sampel madu yang diukur kadar air nya dapat dilihat pada tabel 3.3, dimana variasi waktu proses pengolahan memberikan hasil kadar air yang berbeda dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 3.3 Grafik kadar air vs variasi waktu pengolahan

4. Pembahasan

Setelah mendapatkan data dari hasil pengujian, dapat diketahui pengaruh waktu pengolahan yaitu variasi waktu 4 jam, 8 jam dan 12 jam terhadap kadar air madu. Dapat dilihat pada grafik gambar 3.3 semakin lama waktu pengolahan semakin turun kandungan kadar air pada madu. Terdapat satu sampel madu setiap pengujian dimana ada tiga variasi waktu, dan ketiga sampel tersebut akan dilakukan pengukuran kadar air, dibandingkaan dengan kadar air sampel madu yang tidak mengalami proses pengolahan.

Pada pengujian sistem kontrol temperatur, kontroler mempunyai setpoint yang diatur pada temperatur 40^{o}C dimana pada saat pengujian, proses pemanasan awal temperatur yang dibaca oleh termistor adalah 32^{o}C. Pada kondisi ini relay pada kontroler terhubung menjadi rangkaian NC sehingga pemanas langsung aktif. Pemanas akan mati apabila termistor membaca temperatur madu sampai pada 40^{o}C.

Pada saat proses pengujian pengolahan dengan variasi waktu, terjadi penurunan temperatur pada saat pengambilan sampel madu. Dikarnakan saluran udara pada *head* dibuka. Udara akan masuk dan tekanan kembali pada 1 atm, selanjutnya saluran madu dibuka untuk mengambil sampel. Temperatur yang turun dari 40^{o}C menjadi 38-39^{o}C. Pada kondisi ini pemanas tidak aktif, karna kontak relay pada posisi NO. Delay temperatur yang digunakan pada kontroler adalah +0 -2. Jadi pemanas akan aktif pada temperatur turun sampai 38^{o}C dan kembali mati pada temperatur setpoint 40^{o}C.

Proses pengolahan memerlukan waktu maksimal 12 jam. Proses putaran *screw* yang cukup lama mengakibatkan motor listrik yang digunakan pada waktu tertentu

mengalami panas yang cukup tinggi. Dimana untuk menjaga proses pengolahan, sesekali motor dimatikan. Berhentinya pengadukan bisa menjadi salah satu pengaruh penurunan kadar air, dikarnakan pemanasan yang tidak berjalan rata pada saat pengadukan berhenti.

Kompresor vakum bekerja sampai pada tekanan -70cmHg, dimana jika temperatur sudah 40^{o}C. Proses pengolahan berlangsung pada waktunya, sesekali pompa vakum tetap diaktikan untuk mengeluarkan uap dari pemanasan madu. Dapat dilihat apabila tekanan naik. Kompresor vakum diaktifkan kembali.

5. Simpulan

Setelah melaksanakan pembuatan dan pengujian pada penelitian dengan judul kaji pembuatan sistem kontrol temperatur, tekanan dan putaran screw mesin vacuum evaporator penurun kadar air madu kapasitas 50 liter,. Penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem kontrol pada mesin vacuum evaporator penurun kadar air madu, mengguanakn jenis sistem kontrol tebuka dan sistem kontrol tertutup. Menggunakan metode yang sesuai pada fungsi dari sistem kontrol yang dirancang. Sistem kontrol yang dirancang dan dibuat adalah sistem kontrol temperatur, tekanan dan putaran screw. Pada sistem kontrol temperatur menggunakan sistem kontrol jenis tertutup dengan menggunakan metode umpan balik otomatis yang langsung dilaksanakan oleh kontroler. Pada kontrol tekanan juga menggunakan kontrol tertutup namun metode yang digunakan adalah metode manual dengan manusia sebagai operator yang melaksanakn umpan balik. Pada kontrol putaran screw menggunakan kontrol terbuka yang hanya berfungsi sebagai pengaduk tanpa ada perhitungan atau koreksi. Keseluruhan kontrol dapat bekerja menjalankan proses pengolahan pada mesin vacuum evaporator.
2. Setelah melakukan pengujian dengan variasi waktu 4 jam, 8 jam dan 12 jam Kadar air madu diuji. Hasil kadar air madu dapat dilihat pada lampiran, sertifikat pengujian yang dikeluarkan oleh Badan Pengujian Mutu Barang Provinsi Riau.
3. Setelah pengukuran kadar air madu, didapat madu yang sesuai standar SNI 01-3545-2004 dengan kadar air maksimal 22% dan menjaga temperatur pengolahan maksimal 400C, pada pengolahan dengan variasi waktu 4 jam kadar airnya adalah 20,2%, pada variasi waktu pengolahan 8 jam kadar airnya adalah 19,8% sedangkan pada variasi waktu 12 jam kadar air yang didapatkan sam dengan hasil kadar air pengolahan 8 jam yaitu 19,8%. Jadi pada pengolahan 4 jam. Madu dengan standar SNI sudah dapat diperoleh.

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] Standar Nasional Indonesia. SNI 01-3545-2004. Badan Standarisasi Nasional. 2004.