

Perancangan sistem *electronic control* pada alat *freeze dryer* tipe *tray*

Nani Ratnaningsih^{1*}, Muhammad Izzudin Mahali², dan Setyaningrum Ariviani³

¹Jurusan Pendidikan Teknik Boga dan Busana, Fakultas Teknik,

Universitas Negeri Yogyakarta, Kampus Karangmalang, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik,

Universitas Negeri Yogyakarta, Kampus Karangmalang, Yogyakarta 55281, Indonesia

³Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret,

Jl. Ir Sutami No 36 A Kientingan, Surakarta 57126, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding author: nani_ratnaningsih@uny.ac.id

Abstrak. Tingginya aktivitas air (a_w) pada bahan pangan merupakan penyebab utama mudahnya kerusakan bahan pangan yang berasal dari hasil pertanian sehingga memperpendek masa simpan. Bila dibandingkan dengan metode pengawetan pangan lain, metode *freeze drying* merupakan metode terbaik karena dapat mempertahankan sifat fisikokimia, kandungan gizi, dan sifat sensoris produk hasil pertanian dengan masa simpan yang sangat lama pada suhu kamar (lebih dari 15 tahun). Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem *electronic control* pada alat *freeze dryer* skala *pilot plant* untuk mengawetkan beberapa jenis hasil pertanian. Sistem *electronic control* pada alat *freeze dryer* didisain mempunyai 4 buah saklar digital, terdiri dari 2 buah saklar untuk pengendalian katup (*valve*) elektronik, 1 buah saklar untuk sistem pemanas (*element heater*), dan 1 buah saklar untuk sistem pendingin (refrigerator). Dalam sistem kontrol terdapat 4 buah *push button* yang digunakan untuk navigasi menu. Pengaturan suhu antara -50 sampai dengan 40°C menggunakan sensor PT-100, sedangkan pengaturan tekanan vakum (0,05 mbar) menggunakan sensor HM4100. Pengendalian *freeze dryer* dilakukan dengan display bertipe dot LCD 128X64 *dots graphic* serta beberapa komponen *button* untuk konfigurasi alat. Pengaturan ruang bertekanan rendah menggunakan pompa vakum dengan pengendalian *valve* secara elektronik. Kenaikan suhu dalam ruangan *freeze dryer* dikendalikan secara elektronik menggunakan *flexible element heater*.

Kata kunci: *freeze dryer*, sistem *electronic control*, perancangan

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang menghasilkan berbagai macam hasil pertanian. Salah satu sifat hasil pertanian adalah mudah rusak atau tidak dapat disimpan lama (*perishable*), memerlukan tempat penyimpanan yang luas (*voluminous*), bersifat kaku dan berat (*bulky*), mudah rusak dalam pengangkutan, fluktuasi harga sangat beragam, dan melimpah ruah pada saat musimnya namun langka pada musim lain. Hal-hal tersebut tentunya dapat merugikan, baik bagi petani selaku produsen, maupun masyarakat selaku konsumen.

Penyebab utama hasil pertanian mudah mengalami kerusakan adalah karena tingginya nilai aktivitas air (a_w) yang lebih besar dari 0,90. Bahan pangan yang mempunyai a_w tinggi akan lebih mudah mengalami reaksi kimia, enzimatik, mikrobiologis, dan entomologis, yang berarti mudah mengalami kerusakan dan tidak dapat disimpan lama. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai metode pengawetan sudah diaplikasikan pada beragam hasil pertanian, antara lain pengeringan, penambahan gula/garam konsentrasi tinggi, perlakuan pemanasan (perebusan, pengukusan, pasteurisasi, sterilisasi, dll), pendinginan/pembekuan, penggunaan bahan tambahan makanan (*food additives*), dan

lain-lain. Namun cara-cara pengawetan tersebut mempunyai kelemahan, antara lain perubahan fisikokimia yang mengakibatkan penurunan kandungan zat-zat gizi dan sifat-sifat sensorisnya (Ratnaningsih, 2010).

Metode pengawetan hasil pertanian yang dapat mempertahankan kandungan zat-zat gizi dan sifat fisikokimia produk yang diawetkan antara lain dengan metode *freeze drying*. *Freeze drying* merupakan metode pengeringan dengan prinsip sublimasi, artinya bahan pangan dibekukan lebih dahulu dan air dikeluarkan dari bahan secara sublimasi dalam kondisi tekanan vakum. Jadi langsung dari bentuk padat menjadi gas atau uap, dan proses ini dilakukan dalam keadaan vakum (tekanan lebih kecil dari 4 mmHg). Metode ini dapat menghasilkan produk dengan kadar air 2-8%, a_w 0,10-0,25, penurunan zat-zat gizi hanya sekitar 3%, mempertahankan enzim-enzim yang terdapat pada bahan, dan hanya sedikit mempengaruhi sifat sensoris. Produk *freeze dried* yang dikemas secara tepat dapat awet disimpan pada suhu ruang dan bisa dikonsumsi sampai sekitar 15-25 tahun (Hariyadi, 2013)

Metode *freeze drying* dilakukan dengan menggunakan suatu alat yang disebut *freeze dryer*. Salah satu jenis *freeze dryer* yang sesuai untuk pengawetan hasil pertanian adalah *freeze dryer* tipe *tray*. Tipe ini sudah banyak digunakan untuk mengawetkan bahan pangan, bahkan di berbagai negara maju seperti Amerika Serikat dan Cina sudah digunakan sampai skala rumah tangga. Di pasaran online, tipe ini dijual dengan harga minimal US \$ 3.000. Namun di Indonesia, penggunaan *freeze dryer* masih terbatas di laboratorium untuk penelitian di berbagai perguruan tinggi.

Salah satu komponen yang penting dalam pengoperasian alat *freeze dryer* adalah sistem *electronic control* yang mengatur dan mengendalikan suhu dan tekanan yang tepat agar proses *freeze drying* dapat berlangsung. Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk merancang sistem *electronic control* alat *freeze dryer* tipe *tray* sebagai sistem pengawetan hasil pertanian sehingga diharapkan dapat menunjang ketahanan pangan. Rancangan sistem *electronic control* ini diharapkan dapat mengendalikan suhu dan tekanan yang sesuai saat proses *freeze drying* berlangsung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengawetkan beberapa hasil pertanian seperti buah-buahan, sayuran, rempah-rempah, kacang-kacangan, dan umbi-umbian.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan untuk merancang sistem *electronic control* pada alat *freeze dryer* meliputi Orange pi Zero, pressure sensor HM4100, temperatur sensor PT-100, Arduino Mega 2560 Rev 3, LCD 128 X 64 Dots Graphic, *electric pressure valve*, *vacuum pump*, *heater element*, modul 310 U, dan komponen pendukung lainnya.

Perancangan sistem *electronic control* pada alat *freeze dryer* dilakukan dengan merancang skema disain sistem *electronic control*, algoritma sistem *electronic control*, dan perakitan sistem *electronic control*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan disain sistem *electronic control* alat *freeze dryer* tipe *tray*

Disain *electrical control* dapat dilihat pada Gambar 1. Sensor yang digunakan untuk mengendalikan tekanan (*pressure*) adalah HM4100. Sensor ini bekerja pada tekanan 0 – 4 bar dengan kisaran suhu antara -40°C sampai dengan 80°C. Sensor HM4100 memiliki output tegangan analog sehingga dalam pembacaannya dihubungkan dengan port ADC Arduino Mega, dimana Arduino Mega memiliki 4 port ADC. Untuk pembacaan temperatur menggunakan sensor Temperature PT100. Sensor ini memiliki range temperatur -50°C sampai dengan 170°C.

Sistem *electronic control* alat *freeze dryer* didisain mempunyai 4 buah saklar digital untuk pengendalian katup (*valve*) elektronik 2 buah, untuk pemanas (*element heater*) dan pendingin (*refrigerator*). Dalam sistem kontrol terdapat 4 buah *push button* yang digunakan untuk navigasi menu. *Button* tersebut memiliki fungsi menaikkan dan menurunkan menu pilihan dengan nama DOWN dan UP. Untuk kembali ke menu sebelumnya dengan tombol Back, sedangkan untuk memilih pilihan menu diberikan nama OK.

3.2. Perakitan sistem *electronic control* alat *freeze dryer* tipe *tray*

Perakitan sistem *electronic control* untuk alat *freeze dryer* dapat dilihat pada Gambar 2. Bagian sistem *electronic control* yang didesain dipasang pada *body casing freeze dryer*. Adanya tombol navigasi sistem *electronics control* pada alat memiliki beberapa menu pengaturan. Menu utama untuk proses pengawetan makanan dilakukan secara otomatis. Sensor tekanan dan sensor suhu akan mengatur kondisi ruangan dalam tabung *freeze dryer* agar tetap stabil. Pada implementasinya komponen LCD dan tombol diletakkan pada *body freeze dryer* sehingga memudahkan dalam penggunaan alat.

Menu pengoperasian alat terdapat 2 bagian pokok, yaitu (1) Mode pengoperasian proses *freeze dryer* dan (2) Mode informasi pengukuran masing-masing sensor. Pada mode pengoperasian *freeze dryer* akan melakukan pendinginan sampai dengan -40°C, sehingga yang beroperasi adalah sistem refrigerasi dengan menggunakan freezer. Proses pendinginan *chamber* sampai dengan -40°C diharapkan berlangsung selama 3-4 jam dan selanjutnya pembekuan bahan atau sampel membutuhkan waktu sekitar 3-10 jam. Bersamaan dengan itu sistem akan mengatur tekanan vakum di dalam tabung sampai

dengan posisi tekanan 0,09-0,16 mbar.

Proses berikutnya adalah pengeringan dengan prinsip sublimasi kristal es yang terdapat pada struktur bahan pangan yang sudah dibekukan. Sublimasi ini terjadi bila suhu dan tekanan dipertahankan tetap berada di bawah triple point agar tidak terjadi pelelehan kristal es. Dalam hal ini, kristal-kristal es yang berada pada struktur bahan pangan dipaksa untuk langsung mengalami sublimasi. Hal ini dapat dicapai dengan menjaga ruangan chamber tetap vakum dengan cara mempertahankan tekanan sampai 0,05 mbar (0,036 psi) dan kemudian suhu dinaikkan secara terkontrol sampai sekitar 38°C sehingga terjadi proses sublimasi. Tekanan ini akan dipertahankan terus ketika suhu dinaikkan perlahan-lahan

4. KESIMPULAN

Sistem electronic control alat freeze dryer didisain mempunyai 4 buah saklar digital untuk pengendalian katup (valve) elektronik 2 buah, untuk pemanas (element heater) dan pendingin (refrigerator). Dalam sistem kontrol terdapat 4 buah push button yang digunakan untuk navigasi menu. Button tersebut memiliki fungsi menaikkan dan menurunkan menu pilihan dengan nama DOWN dan UP. Untuk kembali ke menu sebelumnya dengan tombol Back, sedangkan untuk memilih pilihan menu diberikan nama OK. Pengaturan suhu antara -50 sampai dengan 40°C menggunakan sensor PT-100, sedangkan pengaturan tekanan vakum (0,05 mbar) menggunakan sensor HM4100. Pengendalian *freeze dryer* dilakukan dengan display bertipe dot LCD 128X64 *dots graphic* serta beberapa komponen *button* untuk konfigurasi alat. Pengaturan ruang bertekanan rendah menggunakan pompa vakum dengan pengendalian *valve* secara elektronik. Kenaikan suhu dalam ruangan *freeze dryer* dikendalikan secara elektronik menggunakan *flexible element heater*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas hibah Penelitian Produk Terapan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Produk Terapan Nomor: 18/Penel./P.Produk Terapan/UN34.21/2017 tanggal 3 April 2017.

DAFTAR PUSTAKA

Jay, J. M., M.J. Loessner, dan D.A. Golden. 2005. *Modern Food Microbiology* (Seventh Edition). Springer Science+Business Media, Inc. New York, USA.

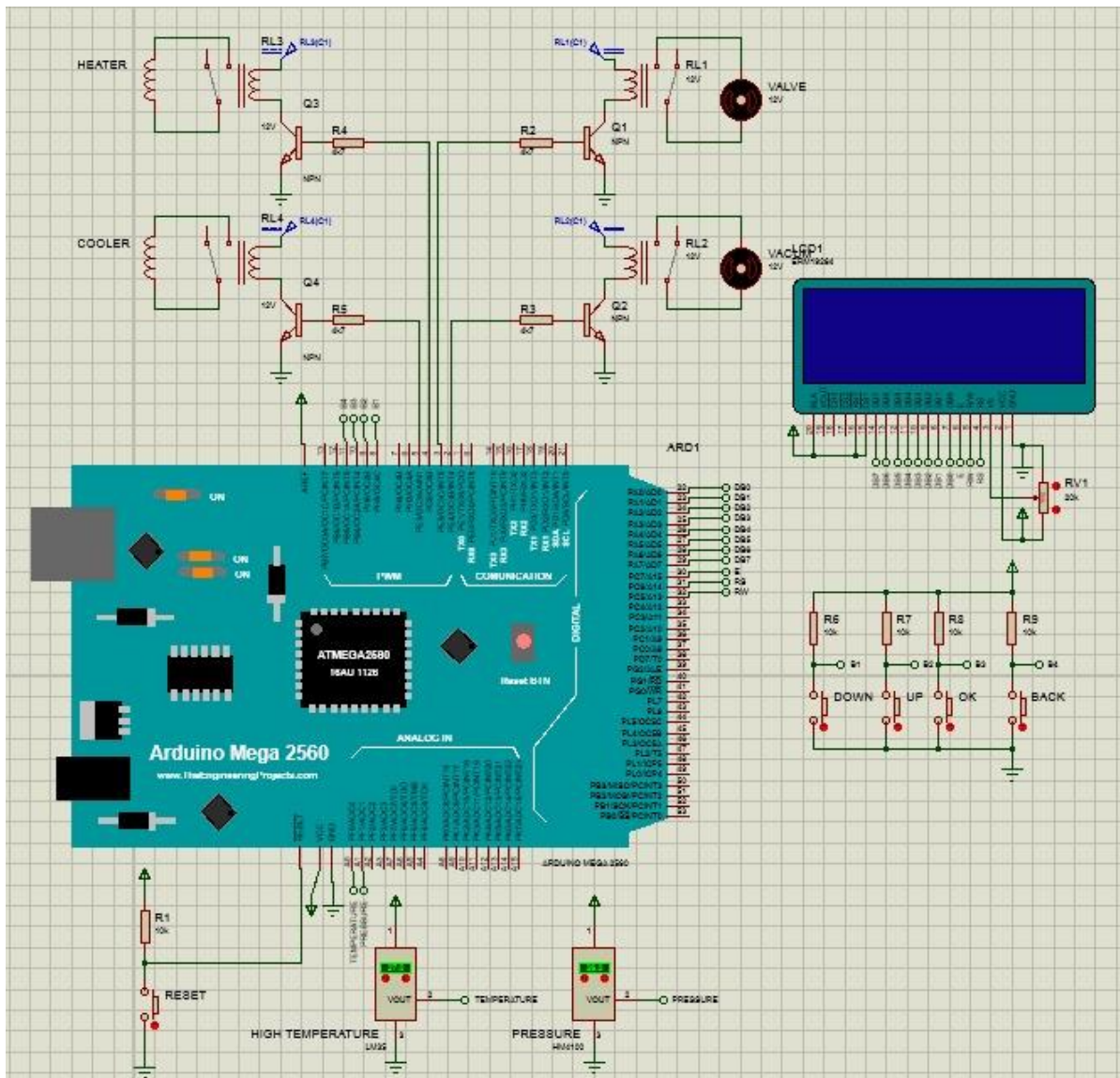
menggunakan elemen pemanas. Pada kondisi ini sistem pendingin sudah dimatikan. Pemanasan ruangan freeze dryer dilakukan dengan menggunakan elemen pemanas sampai dengan temperatur suhu 38°C seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada kondisi ini kandungan air dalam makanan yang membeku akan menguap sehingga diperoleh produk yang kering dengan tetap menjaga struktur bahan pangan tersebut. Pada mode yang kedua adalah mode untuk membaca keadaan semua sensor yang terdapat pada freeze dryer, yaitu sensor tekanan dan sensor suhu, selain itu control manual untuk pendingin dan pemanas juga diberikan pada mode ini.

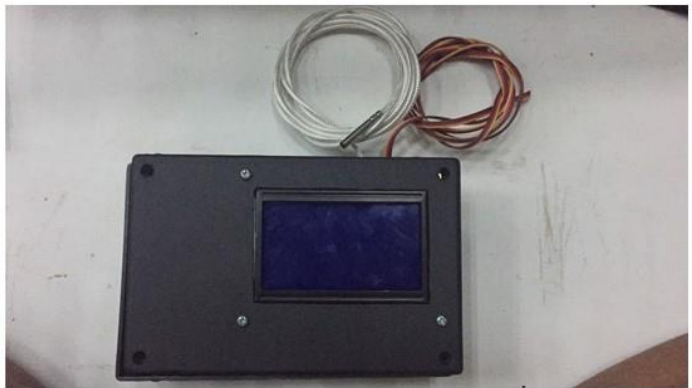
Hariyadi, P. 2013. *Freeze drying technology: for better quality and flavor of dried products*. Food Review Indonesia, 7 (2): 52-57.

Rahman, M.S. 2007. *Handbook of Food Preservation* (Second Edition). CRC Press. Boca Raton, USA.

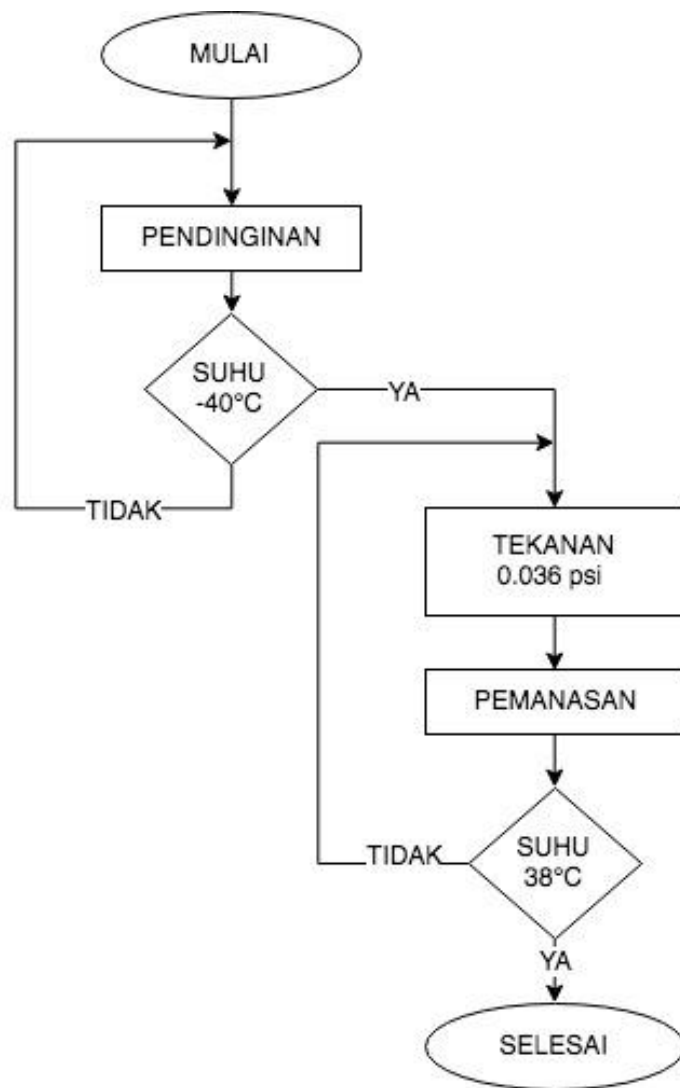
Ratnaningsih, N. 2010. *Diktat Mikrobiologi Pangan*. Jurusan Pendidikan Teknik Boga dan Busana, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.



Gambar 1. Skema desain *electronic control* alat freeze dryer



Gambar 2. Sistem electronic control prototipe alat freeze dryer



Gambar 3. Algoritma sistem pengendalian elektronik pada freeze drye

