

CRYOGENIC POWDERING MACHINE WITH FUZZY LOGIC SYSTEM

Muhammad [03311028], Imam Bakti Kusuma
[03311017], Lalu Arif Risman Hakim [03311008],
Endang Setya Ningsih [10710075]

Pembimbing
Dr. Suyatman, M. Eng.

Instrumentasi dan Kontrol, Fakultas Teknologi
Industri, Institut Teknologi Bandung
muhammad.dasilva@students.itb.ac.id
imambakty@students.itb.ac.id
lalu_kim@ymail.com

Sains dan Teknologi Farmasi, Sekolah Farmasi,
Institut Teknologi Bandung
endang.setya@yahoo.co.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Berbagai aspek mulai dari letak geografis, iklim, intensitas cahaya dan kelembapan sangatlah mendukung semua kegiatan pertanian di Indonesia, Namun dengan melimpahnya produk hasil pertanian harus diikuti dengan pemanfaatan produk hasil pertanian tersebut secara optimal. Untuk menyelesaikan permasalahan pada pengolahan hasil pertanian salah satu caranya adalah dengan cara pembubukan bahan makanan sebelum disimpan, tetapi saat ini cara tersebut masih menggunakan alat dan metode konvensional. Kami merancang suatu alat dengan sistem Cryogenic Powdering yang bekerja dengan teknologi logika fuzzy (Fuzzy Logic) yang mampu mengolah produk pertanian menjadi produk olahan dalam bentuk bubuk yang dapat bertahan lama tanpa bahan pengawet dan juga sangat hemat energi. Metode cryogenic adalah metode pengolahan bahan makanan pada suhu sangat rendah (<-190⁰ C). Metode pelaksanaan yang digunakan yaitu dengan studi masalah kemudian melakukan pembahasan dan pencarian solusi, perancangan alat, uji coba, koreksi hasil, penerapan kepada mitra, pelaporan hasil akhir dan dokumentasi. Hasil yang diperoleh dari alat cryogenic dengan dilengkapi sistem fuzzy logic ini yaitu pengolahan bahan makanan menjadi jauh lebih singkat waktunya, lebih hemat bahan bakar atau energi yang dibutuhkan sekitar 30% dan juga hasil olahan yang memiliki kualitas jauh lebih baik dibandingkan dengan bahan makanan hasil olahan dengan alat konvensional dari segi kualitas kadar air, rasa, warna, dan baunya. Penerapan mesin cryogenic ini sangat cocok

diterapkan pada masyarakat di Indonesia yang memiliki permasalahan pada proses pengolahan bahan makanan dan penumpukan hasil panen.

Kata Kunci : Petani, Panen, Cryogenic, Fuzzy Logic, bubuk

1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering muncul saat terjadi panen masal dari komoditi bahan makanan oleh para petani di Indonesia. Stock bahan makanan yang terlalu banyak dan menimbulkan masalah juga bagaimana penyimpanannya. Dari permasalahan tersebut solusi praktisnya yaitu dengan cara membubukan bahan makan tersebut sebelum disimpan. Tetapi hingga saat ini proses pembubukan tersebut tidak optimal dilakukan dan masih menggunakan alat tradisional dan hasilnya daya saing produk rendah. Dengan penerapan mesin Cryogenic powdering dengan menggunakan teknologi logika fuzzy ini diharapkan dapat meningkatkan ketahanan pangan nasional, melindungi komoditi produk hasil pertanian dari kebusukan dan rusak, membantu para petani untuk dapat mengolah hasil panennya sendiri, melindungi para petani dari kerugian saat panen bersama dimana terjadi *over load stock* hasil panen di pasaran, mendukung program Indonesia *Go Green* dan hemat energy, meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat dengan produk bahan makanan olahan yang dapat bertahan lama tanpa bahan pengawet, dan mengurangi biaya produksi untuk pengolahan bahan makanan dan pengawetannya. Luaran yang diharapkan dengan adanya alat ini adalah hasil produk olahan dapat menarik perhatian pasar sehingga dapat bersaing di pasaran lokal maupun internasional dengan kualitasnya yang baik. Hasil panen dari para petani di Indonesia tidak lagi mengalami kebusukan, rusak, mubadzir dan juga harga turun di pasaran saat musim panen tiba. Metode pembubukan bahan makanan yang lazim digunakan yaitu proses tradisional dengan mengeringkan bahan makanan melalui pemanasan dan kemudian dihaluskan (digiling) menjadi bubuk. Proses pemanasan ini mengakibatkan zat-zat esensial (vitamin, protein, mineral, enzim, karbohidrat dan lain-lain) pada makanan menjadi rusak akibat terjadinya pemendekan rantai karbon pada zat-zat esensial tersebut sehingga menyebabkan manfaat alami zat-zat makanan tersebut menjadi berkurang. Sistem kerja logika fuzzy (*fuzzy logic*) yang diterapkan di dalam alat ini yaitu dengan

menerapkan sistem yang mengolah input oleh sensor dengan chip mikrokontroler kemudian menerapkan sistem perintah kendali terhadap alat yang digunakan sehingga treatment ataupun perlakuan yang harus dilakukan oleh alat terhadap objek yaitu bahan makanan dengan melihat kondisi bahan makan yang diolah sesuai dengan kriteria yang dikehendaki. Sehingga akan menghemat energi dan biaya produksinya.

2. METODE

2.1. Pemecahan masalah

Sektor pertanian merupakan sektor yang mempunyai peranan strategis dalam struktur perekonomian nasional. Tetapi sektor ini kurang mendapatkan perhatian secara serius dari pemerintah dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan bangsa. Sebenarnya dari sektor ini dapat di kembangkan menjadi pokok ketahanan pangan nasional yang di dalamnya juga dapat menyerap banyak tenaga kerja. Di Indonesia dengan kondisi geografis kepulauan maka sangatlah cocok untuk daerah pertanian dengan sumber air yang melimpah. Di sisi lain kondisi kepulauan tersebut, ternyata sangat mudah terpengaruh oleh perubahan iklim bumi. Kondisi saat ini dengan potensi perubahan iklim di bumi sangat mempengaruhi agro-ekologi secara langsung di Indonesia. Sehingga dari perubahan iklim tersebut berdampak pada pertumbuhan tanaman dan produksi bahan pangan yang mengakibatkan pasokan bahan pangan di pasar terbatas. Oleh karena itu pemanfaatan bahan pangan tersebut haruslah sangat optimal. Melihat realita yang terjadi saat panen besar jumlah stok pertanian sangat melimpah namun tidak semuanya dapat tersalurkan ke masyarakat dan akhirnya membusuk dan rusak. Berdasarkan kondisi di atas, kami menawarkan solusi untuk mengolah produk pertanian secara hemat, aman dan mudah. Kami merancang suatu alat pengolah bahan makanan dengan sistem *Cryogenic Powdering* yang bekerja dengan system Teknologi Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*) yang mampu mengolah produk pertanian menjadi produk olahan dalam bentuk bubuk yang dapat bertahan lama tanpa bahan pengawet dan juga sangat hemat energ.

2.2. Persiapan

Pada tahap persiapan, kami melakukan survei dan mencari sumber pustaka yang relevan dan mendukung proyek pembuatan alat pembubukan kryogenik (*cryogenic powdering*) ini. Pada bagian survei kita lakukan ada dua proses yang pertama survei ke tempat vendor alat-alat yang akan digunakan, seperti microcontroller ATMEGA 328 microchip, motor, wiring system, laser cutting, supplier nitrogen cair (LN2), dan tempat lain yang relevan dengan proyek ini. Proses survei kedua yaitu ketempat laboratorium penelitian makanan di ITB departemen Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH ITB), Sekolah Farmasi (SF ITB), Unit Robotika (URO ITB) dan juga badan POM Jawa Barat dan kota Bandung. Tinjauan pustaka kami mencari dari buku-buku teks book, buku kuliah, paper dosen dan juga sumber relevan dari penelitian kampus-kampus di luar negeri melalui website.

2.3. Produksi Alat

Dalam proses produksi alat pembubukan cryogenic (*Cryogenic powdering*) kita akan melakukan riset kerjasama dengan unit robotika URO ITB. Pembuatan pertama dari alat ini adalah prototipenya dengan menerapkan sistem *drying condition* dari nitrogen cair. Proses produksi alat ini nantinya akan dilakukan dengan sistem manufaktur yang kontinu berdasarkan kebutuhan pengolahan bahan komoditi panen dari para petani. Sistem manufaktur alat tersebut akan dilakukan di beberapa tempat seperti lab teknik produksi FTMD ITB, laser cutting di CLICKS UNISBA Tamansari, supplier nitrogen cair di BATAN Bandung. Dengan sistem ramah lingkungan dan juga murah alat ini akan sangat terjangkau oleh para petani nasional kita.

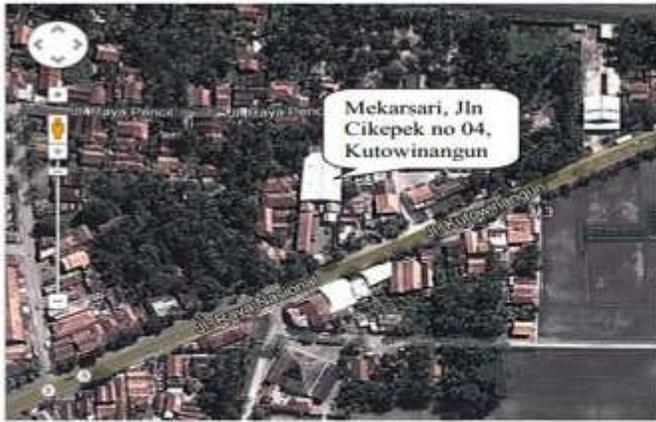
2.4. Penerapan Alat di Mitra

Mitra kami, beliau Ibu Hj. Amanatun, dengan nama usahanya Amanah Makmur, yang berada di desa Mekarsari, Kec. Kutowinangun, Kota Kebumen, Jawa Tengah. Usahanya yaitu pengolahan bahan makanan menjadi bubuk dan kemudian menyimpannya dan juga menyelaurnya kepada masyarakat luas, baik

di dalam kota kebumen maupun luar. Dengan waktu penerapan pada mitra pada bulan Mei 2014

hingga sekarang.

Peta Lokasi Mitra



(gambar dari google maps)

Hj. Amanatun
Alamat : Jalan Cikepek no 04, Mekar Sari, Kutowinangun,
Kebumen Jawa Tengah, 54393
Hp : 08585171652
Central Java Indonesia



Ibu. Hj. Amanatun

PT. Amanah Makmur [AM],
KOTA KEBUMEN

Gambar 1, Mitra Ibu Hj. Amanatun

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pembubukan bahan makanan yang lazim digunakan yaitu proses tradisional dengan mengeringkan bahan makanan melalui pemanasan dan kemudian dihaluskan (digiling) menjadi bubuk. Proses pemanasan ini mengakibatkan zat-zat esensial (vitamin, protein, mineral, enzim, karbohidrat dan lain-lain) pada makanan menjadi rusak akibat terjadinya pemendekan rantai karbon pada zat-zat esensial tersebut sehingga menyebabkan manfaat alami zat-zat makanan tersebut menjadi berkurang. Sistem kerja logika fuzzy (*fuzzy logic*) yang diterapkan di dalam alat ini yaitu dengan menerapkan sistem yang mengolah input oleh sensor dengan chip mikrokontroler kemudian menerapkan sistem perintah kendali terhadap alat yang digunakan sehingga treatment ataupun perlakuan yang harus dilakukan oleh alat

terhadap objek yaitu bahan makanan dengan melihat kondisi bahan makan yang diolah sesuai dengan kriteria yang dikehendaki. Sehingga akan menghemat energi dan biaya produksinya. Metode cryogenic memperlakukan bahan makanan pada suhu sangat rendah ($< -190^{\circ}\text{C}$). Pada suhu rendah sel-sel bahan makanan akan mengkerut dengan ekstrim dan kandungan air dalam plasma sel akan keluar, tapi tidak diikuti dengan zat esensial karena perbedaan ukuran secara mikroskopis. Dalam kondisi ini tidak akan terjadi reaksi kimia pada sel karena laju reaksi dihambat oleh suhu yang rendah sehingga tidak akan merusak kandungan zat esensial di dalam bahan makanan. Selanjutnya bahan makanan tersebut digiling untuk dihaluskan.

Hasil Prototipe Mesin C-FRESH (Mesin *Cryogenic Powdering*):



Gambar 2, Prototipe Mesin C-FRESH (*Cryogenic Powdering Machine*)

Keterangan Gambar :

1. Mesin C-FRESH
2. Tabung Spesimen Bahan Makanan
3. Tabung Penyimpan Nitrogen Cair sementara
4. Tabung Penyimpan Nitrogen Cair sementara
5. Penghasil Nitrogen cair dari udara bebas
6. Penerapan sistem Cryogenic



Gambar 3. Hasil Pembubukan dengan alat tradisional



Gambar 4. Proses pengeringan sederhana dengan cara di Sangrai



Gambar 5. Proses pengeringan sederhana dengan cara di Jemur



Gambar 6. Hasil Pembubukan C-FRESH dengan Cryogenic sistem

Berikut ini adalah perbandingan proses tradisional dan proses *cryogenic*

Tabel 1. Perbandingan proses Tradisional dengan Cryogenic

Proses Tradisional	Proses Cryogenic
Perlakuan panas pada materi di suhu tinggi tertentu	Perlakuan dingin pada materi di suhu sangat rendah
Panas menyebabkan minyak dan air menguap dan terekstrasi serta rusaknya zat esensial yang rentan panas	Air dan minyak pada bahan makanan akan membeku dan tidak terjadi kerusakan pada zat esensial (terjadi proses lisis)
Minyak yang terekstrasi menyebabkan perubahan performa alat penggiling sehingga dapat berbahaya dan hasil penggilingan tidak optimum	Tidak terjadi pada proses cryogenic
Konsumsi energi tinggi biasanya disertai pengeluaran polusi dari proses	Konsumsi energi rendah dan tidak menghasilkan polusi
Ukuran partikel bubuk tidak dapat dikontrol	Ukuran partikel bubuk seragam dan dapat dikontrol (Mili, Mikro, Nano)
Proses pengolahan secara konvensional	Automatisasi dengan mesin dan juga integrasi sistem logika fuzzy (<i>Fuzzy Logic</i>)

Suhu rendah pada proses cryogenic dapat diperoleh dengan menggunakan nitrogen cair (LN₂) atau karbon dioksida (CO₂) cair sebagai media pertukaran panas yang ekstrim. Nitrogen cair lebih direkomendasikan digunakan karena karbon dioksida berbahaya bagi pernafasan manusia pada konsentrasi tertentu. Nitrogen aman digunakan karena nitrogen tidak berbau, tidak berwarna, tidak beracun, tidak terbakar, dan tidak memperbesar pembakaran. Ditambah lagi kandungan nitrogen di dalam udara bebas adalah sekitar 78 % sehingga sangatlah efektif sebagai sumber bahan pengolahan yang bisa diperoleh dari alam secara gratis. Ketika nitrogen cair dikenai materi bersuhu lebih panas dari nitrogen, maka terjadi proses endotermis nitrogen cair menjadi gas. Hal ini berarti nitrogen menyerap energi lingkungan dan suhu materi atau lingkungan menjadi dingin. Dari reaksi ini, suhu lingkungan dapat menurun drastis hingga -190oC. Sifat fisis

benda berubah pada suhu rendah yaitu menjadi sangat getas dan keras. Bila sifat fisis benda berubah menjadi getas

dan keras, maka benda tersebut akan mudah hancur bila ditumbuk dengan suatu gaya. Dengan memanfaatkan sifat ini, proses granulasi bahan makanan dapat digantikan dengan menghantam bahan makanan tersebut dengan materi yang lebih keras misalnya bola baja atau dikenai pada pisau baja mirip seperti *blender*. Keras dan getasnya bahan makanan ketika telah didinginkan dan digiling menyebabkan serpihan bahan makanan tersebut menjadi kecil dan halus serta seragam.

4. PROYEKSI PENGEMBANGAN

- Pemutakhiran metode gerak rotasi menjadi gerak *Resiprok* berbasis mekanisme *Scotch- Yoke*
- Sistem kontrol dan otomasi via komputer atau PLC dalam skala industri
- *Embedded Heat Exchanger* dengan Nitrogen cair (LN₂)
- Peningkatan volume kapasitas pembubukan

5. KESIMPULAN

- Penerapan Mesin *Cryogenic* dengan *Fuzzy Logic* pada masyarakat dan petani mampu untuk membantu siklus panen dan ketersediaan bahan makanan sehingga meningkatkan ketahanan pangan nasional
- Penerapan Mesin *Cryogenic* dengan *Fuzzy Logic* mampu melindungi dan mensiasati komoditi hasil panen dari kebusukan dan kerusakan dengan pengolahan menjadi bubuk
- Ketika terjadi *over load stock* bahan makanan dari hasil panen yang sangat banyak, maka solusinya bisa dengan dibubukkan sebelum disimpan
- Petani mampu melakukan pengolahan dan juga pemrosesan bahan makanan hasil panen secara mandiri
- Penerapan Mesin *Cryogenic* dengan *Fuzzy Logic* mampu memangkas biaya produksi dan juga penyimpanan bahan

makanan dimana memiliki hasil bahan makanan bubuk yang awet tanpa bahan pengawet dan juga mesin yang lebih hemat energi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Suyatman, M. Eng. selaku pembimbing, Ka Ubaidillah atas saran-saran yang berharga, Ibu Dewi Puspitasari, ST, Ibu Ratna, dan Bapak Wahyu selaku analis Laboratorium Farmasi ITB, Kepala Lab AVRGI ITB, LAB Teknik Produksi FTMD ITB, Badan POM Bandung, BATAN Bandung, dan Vigano Technical Workshop yang telah membantu dalam pelaksanaan uji coba bahan makanan hasil olahan, pembuatan, perakitan, dan pemutakhiran alat. Kami juga ingin menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi, Ganesha ITB'83 Foundation, Kemenristek RI, Kemenpan RI, Departemen Teknik Elektro UNDIP yang membantu pendanaan penelitian ini melalui Ganesha Entrepreneur Challenge (GEC), Electrical Innovation Awards (EIA), BOPTN dan PKM.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] 11 Jun 2013 - Meghwal, M. and Goswami, T.K. (2013), Ambient and *Cryogenic* Grinding of Fenugreek and Flow Characterization of Its *Powder*.
- [2] Laboratory of Micro-Nano System Control, (2012). Research of Robotics and Mechatronics. Jepang : Nagoya University.
- [3] Tim Lab. Microprocessor, 2007 Pemrograman Mikrokontroler IC ATMEGA328C2051, Bandung : Institut Teknologi Bandung.

- [4] Fuzzy Logic For G Toolkit Reference Manual, BridgeVIEW User Manual. March 1997
Edition. Part Number 321511A-01. © Copyright 1997 National Instruments, Colorado, USA.
- [5] O'Brien, J.A. dan. J.M. Marakas. 2011. Management Information Systems. Edisi ke-10. McGrawHill. New York. USA.
- [6] Michael, R. 2011. Integrating innovation into enterprise Cryogenic System .Proceeding on Tenth International Conference on Wirt-schafts Informatik. 16-18 February 2011, Zurich, Swis. Hal. 776-786.
- [7] Suyatman. 2009. Aplikasi Model Nano Material dan Pengembangan Aplikasi Bubuk untuk optimalisasi Pengecekan Kualitas Bahan Uji. Tesis. Fakultas Teknologi Industri, Insitut Teknologi Bandung, Bandung.
- [8] Hart,A., Gnanendran, N.”Cryogenic CO2 Capture in Natural Gas”.Energy. Procedia, I:697-706.
- [9] ZareNezhad, B.,Eggeman, T.2006. “Application of Peng-Rabinson of State for CO2 Freezing Prediction of Hydrocarbon Mixtures at Cryogenic Conditions of Gas Plants”.Cryogenics, 46:840-845.
- [10] Chang, H. M.; Chung, M. J.; Kim, M. J.; Park, S. B., 2009, “Thermodynamic design of methane liquefaction system based on reversed-Brayton cycle”, Cryogenics 49 (226-234).
- [11] Klir J, George and Yuan, Bo, “Fuzzy Sets and Fuzzy Logic : Theory and Applications”, Prentice Hall, 1995
- [12] Carlos Andres, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, Artikel “Fuzzy sets and fuzzy logic”,
[Http://www.cs.bgu.ac.il/~sipper/courses/ecal061/fuzzy_lecon1_part2.pdf](http://www.cs.bgu.ac.il/~sipper/courses/ecal061/fuzzy_lecon1_part2.pdf)
- [13] Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari, “Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan”, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [14] Lai, Y. J. and Hwang, C. L., Interactive fuzzy linear programming, Fuzzy Sets and Systems, 45, 169-183, 1992.
- [15] Bellman, R. and Zadeh, L.A., Decision making in a fuzzy environment, Management Science,17, 141-164, 1970.