

Perancangan Mesin Pengering Hasil Pertanian Secara Konveksi dengan Elemen Pemanas Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan Sensor DS18B20

EL Zaky Rizki Hakim^{#1}, Hafidh Hasan^{#2}, Syukriyadin^{#3}

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Indonesia

¹zaky.riski@gmail.com

²hafidh.hasan@unsyiah.ac.id

³syukriyadin@unsyiah.ac.id

Abstrak— Proses pengeringan merupakan salah satu proses pengolahan hasil pertanian dalam industri . Baik itu digunakan untuk mengawetkan pangan maupun untuk hasil industri. Hal ini dilakukan untuk mencegah mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang akan membuat suatu produk kadaluarsa. Pengeringan juga bisa dilakukan untuk mempermudah pengiriman makanan massal pada hasil industri dan pangan. Selama ini pengeringan menggunakan menggunakan sumber panas api dari pembakaran dan suhu matahari. Sehingga memakan waktu lama dalam proses perpindahan panas maupun terganggu dengan cuaca yang kerap berubah sehingga tidak dapat memanfaatkan panas matahari secara maksimal. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut pada penelitian dirancang suatu oven yang mempunyai sistem yang mengontrol suhu dan udara saat pengeringan menggunakan 2 sensor suhu DS18B20 dan 1 sensor kelembaban udara DHT22. Dalam implementasinya, sensor DS18B20 diletakkan dekat dengan elemen pemanas sebagai pendeteksi suhu sumber panas dan sensor DHT22 diletakkan di tengah oven sebagai pemantau kelembaban dan suhu udara dalam oven. Data yang didapatkan sensor di olah oleh mikrokontroler Arduino dan dapat dilihat pada perangkat komputer. Pada penelitian sistem yang telah dirancang dapat melakukan proses pengeringan dan dapat juga memantau suhu dan kelembaban terhadap objek pada saat proses pengeringan dengan suhu 60°C serta dapat mengeringkan dari kelembaban 62,20% menjadi 26% dalam waktu kurang dari 6 jam.

Kata Kunci— Pengering Konveksi, Elemen Pemanas Infrared, Sensor DHT22, Sensor DS18B20, Arduino Uno

I. PENDAHULUAN

Pengeringan adalah salah satu proses pengolahan pada produk pangan dan industri. Pengeringan ini dilakukan untuk mengurangi kadar air atau kelembaban pada produk. Hal ini dilakukan untuk mencegah mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang akan membuat suatu produk kadaluarsa. Pengeringan juga bisa dilakukan untuk

mempermudah pengiriman produk secara massal pada hasil industri dan pangan, hal ini menguntungkan karena dapat mengurangi beban dan besarnya tumpukan makanan sehingga dapat menghemat biaya pengiriman. Pengeringan terbagi 2, yaitu pengeringan secara alami dan pengeringan menggunakan alat buatan. Masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan tersendiri. Kelebihan pengeringan secara alami adalah tidak memerlukan keahlian dan peralatan khusus, serta biayanya lebih murah. Kekurangan pengeringan secara alami adalah membutuhkan area yang luas, tergantung pada cuaca, dan kurang higienis. Kelebihan pengeringan buatan adalah suhu dan kecepatan proses pengeringannya dapat dikendalikan dengan mudah serta tidak tergantung pada cuaca. Kekurangan pengeringan buatan adalah memerlukan ketrampilan dan peralatan khusus serta mengeluarkan biaya yang tinggi.

Pengeringan makanan dan hasil pertanian tersebut sangat baik jika dilakukan secara konveksi, apalagi di negara Indonesia yang termasuk negara yang tropis karena memiliki cuaca yang lembab. Pengeringan secara konveksi ini memanfaatkan resirkulasi udara, sistem kerjanya adalah memanaskan udara sehingga meningkatkan kelembaban relative udara, sehingga mampu mengangkat uap air dari bahan yang terpanaskan oleh udara tersebut. Pengeringan ini sangat bagus dilakukan, apalagi pada makanan karena dapat mengurangi kadar abu dan zat kotor lain dan juga dapat menjaga kualitas makanan baik itu dari segi warna maupun rasa makanan.

Pada dasarnya oven konveksi serupa dengan oven konvensional. Yang membedakan hanyalah kipas yang terdapat dibagian dalam oven ini. Udara panas di dalam oven akan berputar saat kipas dinyalakan, sehingga tidak terjadi *hot spot* (keadaan dimana panas hanya berada dalam satu tempat atau satu titik.) sehingga panas tersebar merata. Selain berfungsi untuk mencegah panas yang tidak merata, angin yang dihasilkan oleh kipas akan menekan udara panas

masuk ke dalam produk yang akan dikeringkan. Hasilnya, produk akan lebih cepat kering [9].

Elemen pemanas infrared berbahan keramik, pemanas tipe ini digunakan sebagai sumber panas dan memancarkan panas secara radiasi, dimana permukaan keramik pelapisnya berfungsi sebagai reflector. Pemanas jenis ini banyak digunakan sebagai sumber panas pada proses pengeringan hasil industri dan pangan, seperti pada proses pembuatan tepung, pengeringan hasil cat, pembuatan *foam*, pengeringan hasil sablon, dll [10].

II. DASAR TEORI

A. Pengeringan Hasil Pertanian

Cara pengeringan hasil pertanian terbagi dua golongan yaitu pengeringan alami (panas matahari) dan menggunakan mesin buatan.

1) *Pengeringan menggunakan Panas Matahari*: Pengeringan hasil pertanian dengan menggunakan energi matahari biasanya dilakukan dengan menjemur produk diatas alas jemuran atau lamporan, yaitu suatu permukaan yang luasnya dapat dibuat dari berbagai bahan padat. Sesuai dengan sistem dan peralatannya serta pertimbangan faktor ekonomis, alat jemur dapat dibuat dari anyaman tikar, anyaman bambu, lembaran seng, lantai batu bata atau lantai semen. Pengeringan ini adalah pengeringan yang paling sederhana (dengan cara penjemuran). Penjemuran adalah usaha pembuangan atau penurunan kadar air suatu bahan untuk memperoleh tingkat kadar air yang cukup aman disimpan, yaitu yang tingkat airnya seimbang dengan lingkungannya [11].

2) *Pengeringan Mekanis*: Pengeringan ini menggunakan bahan bakar sebagai sumber panas (bahan bakar cair, padat, listrik). Jenis-jenis pengeringan mekanis ini adalah *Tray dryer, Rotary Dryer, Spray Dryer, Freeze Dryer*[11].

B. Pengeringan Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi terbagi menjadi 2 bagian, yaitu konveksi alami dan konveksi paksa. Konveksi alami jika gerakan dari *fluida* adalah karena perbedaan temperatur pada *fluida* tersebut, misalnya plat panas yang dibiarkan berada di udara sekitar tanpa ada sumber gerakan dari luar. Pada konveksi paksa gerakan pada *fluida* terjadi karena adanya paksaan dari luar, alat yang sering digunakan misalnya *blower* atau pompa[16].

Pada pengeringan secara konveksi, hampir semua panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air dan mengeringkan makanan berasal dari panas itu sendiri, menimpa udara, udara kering menumpuk pada permukaan makanan secara relatif. Laju pengeringan ditentukan oleh sifat sirkulasi udara karena suhu permukaan produk menjadi agak lembab dimana airnya secara konstan akan menguap dan mendinginkan makanan. Hal ini disebabkan oleh efek pendinginan saat penguapan[6].

Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan massa air dari dalam bahan. Pengurangan massa air dari dalam bahan ini diharapkan dapat mengurangi resiko kerusakan bahan akibat aktifitas enzimatis dan biologi sehingga kualitas bahan makanan dapat dipertahankan.

C. Elemen Pemanas

Elemen pemanas merupakan sebuah komponen yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas. Elemen pemanas ini menghasilkan panas dari proses resistensi yang terjadi pada logam bertahanan tinggi. Menurut *Thor Hegbom* dalam bukunya menyebutkan bahwa logam elemen pemanas terbagi dua macam yaitu campuran Fe-Cr-Al dan campuran Ni-Cr. Campuran Ni-Cr disebut juga *Nichrome* atau *nickel chromium* dengan komposisi 80% *nickel* dan 20% *chromium*, logam inilah yang paling banyak ditemui pada elemen pemanas karena efisiensinya yang lebih besar. [3]

Terdapat berbagai macam jenis elemen pemanas, salah satunya ialah elemen pemanas infrared. Menurut *Ceramicx Inc.* dalam situsnya menyebutkan bahwa pemanas infrared ini menggunakan keramik sebagai *reflector* gelombang *infrared* yang menghasilkan panjang gelombang 2-10 *mikron*, elemen pemanas infrared sangat efisien karena dapat menghasilkan panas 300°C hingga 700°C dengan menggunakan daya listrik yang lebih kecil dari elemen pemanas lainnya. [4]

Elemen pemanas *infrared* hanya membutuhkan waktu sekitar 30 detik untuk mencapai suhu operasi penuh dan oleh karena itu pemanas ini jauh lebih efisien dalam memanaskan ruang daripada pemanas-pemanas ruang lain yang konvensional[10].



Gambar 1 Elemen pemanas *infrared*

Elemen pemanas *infrared* keramik digunakan dalam beragam proses industri di mana radiasi *infrared* gelombang panjang diperlukan. Jangka panjang gelombang yang berguna adalah 2-10 μm . Mereka sering digunakan di bidang perawatan hewan / hewan peliharaan juga. Elemen pemanas *infrared* keramik ini bekerja dengan lilitan kabel di dalam keramik sebagai penghasil panas.

D. Pengendalian Temperatur Oven Konveksi

Mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengendali utama mengendalikan elemen pemanas dan kipas dengan bantuan sensor panas dan kelembaban sebagai input suhu. Sensor

panas mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban didalam oven. Sensor tersebut di tempatkan di beberapa titik dalam oven yang bervolume (40x40x40) cm³. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan parameter suhu dan kelembaban rata-rata dalam oven sebagai input data mikrokontroler Arduino UNO.

Sensor-sensor yang digunakan dalam oven antara lain sebagai berikut:

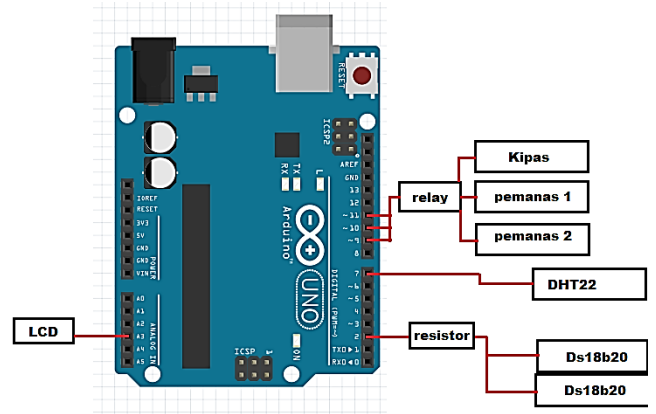
1) *Sensor Suhu dan Kelembaban Udara DHT-22*: Suhu dan kelembaban merupakan dua objek pengukuran yang sering terdapat di dalam sistem perhitungan data. Terdapat banyak sensor yang berfungsi untuk mengukur dua objek tersebut dan akurasi merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk memilihnya. DHT11 dan DHT22 adalah sensor seri DHT dari *Aosong Electronics* yang dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembaban secara serempak dengan keluaran digital. Berdasarkan sumber beberapa pengujian yang telah dilakukan, DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4% dan kelembaban 18%. DHT11 sebaliknya memiliki rentang galat yang lebih lebar sebesar 1 7% dan 11 35%, masing-masing untuk pengukuran suhu dan kelembaban. Perbedaan lokasi dan *platform* tidak memberikan pengaruh pada hasil pengukuran. Sensor DHT-22 memiliki range pengukuran yang luas yaitu 0 sampai 100% untuk kelembaban dan -40 derajat celcius sampai 125 derajat celcius untuk suhu.

2) *Sensor Suhu DS18B20*: sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh *Dallas Semiconductor*. Untuk pembacaan suhu, sensor menggunakan protokol 1 *wire communication*. DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari Vdd, Ground dan Data Input/Output. Pada Arduino, VDD dikenal sebagai VCC. Dalam hal ini, VCC sama dengan VDD. *Temperature* sensor DS18B20 beroperasi pada suhu -55 °C hingga +125 °C. Keunggulan DS18B20 yaitu *output* berupa data digital dengan nilai ketelitian 0.5 °C. Sensor dapat bekerja dalam dua mode, yaitu mode normal power dan mode parasite power.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Disini akan membahas tentang perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam perancangan sistem. Perangkat keras ini meliputi bagian dari seluruh blok-blok diagram yang saling berhubungan. Pengendali utama pada perancangan ini menggunakan Arduino Uno. Sensor yang akan digunakan dihubungkan ke Mikrokontroler yaitu Arduino. Sensor yang digunakan pada penelitian ini ialah 2 sensor suhu tipe DS18b20 dan 1 sensor kelembaban DHT22. Ketiga sensor ini berfungsi sebagai pengukur perubahan suhu dan kelembaban di dalam oven.

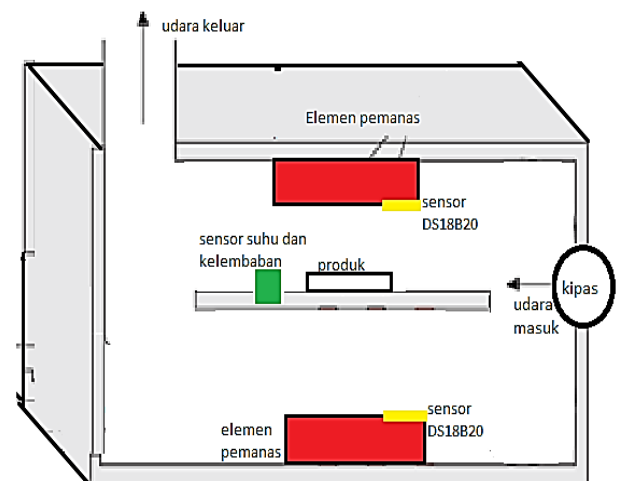


Gambar 2 Diagram blok penelitian

Untuk nilai suhu parameter yang dibutuhkan dalam proses pengeringan adalah 60°C, pada suhu tersebut adalah suhu ideal untuk pengeringan yang tidak akan menyebabkan hangus pada produk yang akan dikeringkan.

B. Desain Oven Pengering

Pemantauan suhu dan kelembaban dilakukan pada produk yang didalam oven pengeringan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan produk pada suhu 60°C.



Gambar 3 Desain oven pengering

Sensor-sensor dan pemanas disusun sedemikian rupa agar tidak terjadi kesalahan pada pembacaan maupun kerja sensor. Kedua sensor DS18B20 diletakkan dekat dengan elemen pemanas untuk pembacaan yang akurat pada pemanas, dan satu sensor DHT22 diletakkan di tengah oven untuk membaca suhu udara dalam oven dan kelembaban dalam oven pada proses pengeringan.

Kipas diletakkan disebelah kiri oven dan agak ke tengah oven sebagai pengatur udara panas didalam oven untuk resirkulasi udara supaya objek pada oven pengering dapat kering secara merata.



Gambar 4 Prototipe oven pengering

Oven terbuat dari aluminium yang berbentuk persegi dengan tambahan 2 lubang udara untuk udara masuk dan udara keluar serta 1 kaca pada penutup oven untuk memantau objek yang akan dikeringkan. Oven ini memiliki dimensi 40cm x 40 cm x 40cm. Oven ini dapat menahan suhu hingga lebih dari 100°C.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

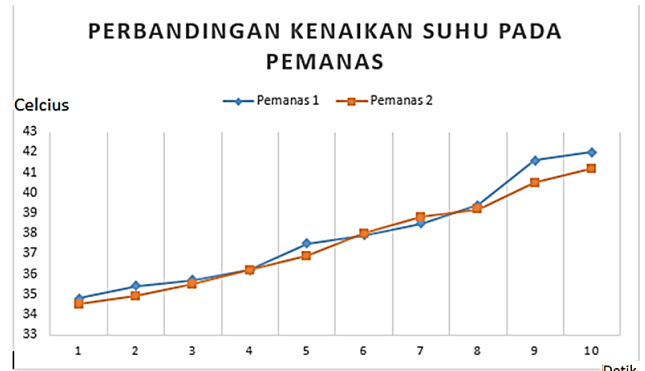
A. Pengujian Prototipe

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Musa acuminata x balbisiana Colla* (pisang *wak* atau di Indonesia sering juga disebut pisang *klotok*). Pisang dikupas dengan pisau dan diiris tipis rata-rata ketebalan berkisar ± 2mm. Pisang pada setiap percobaan ditata dalam 1 rak pengering dengan ukuran luas (35 x 35) cm². Kadar air pisang sebelum dikeringkan cukup tinggi yaitu sekitar 65-75%. Pengeringan dilakukan dengan suhu pemanas 60°C.

Suhu dan kelembaban udara dalam pengering diamati dalam interval waktu selama 10 menit. Kelembaban pisang sebelum dikeringkan diukur terlebih dahulu dengan *DFRobot Soil moisture sensor*.

Pengambilan data dilakukan setiap 10 menit. Ini dilakukan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh dalam proses pengeringan dan difokuskan pada suhu serta kelembaban udara dalam pengering. Selanjutnya, percobaan dilakukan beberapa kali dengan kondisi yang berbeda-beda untuk melihat perubahan suhu dan temperature dalam oven pengering dengan membandingkan pengamatan menggunakan objek yang akan dikeringkan dan tanpa menggunakan objek yang akan dikeringkan. Hal tersebut dilakukan untuk melihat pengaruh uap air dari pisang yang sedang dikeringkan apakah berpengaruh terhadap proses pengeringan dan menghambat kerja elemen pemanas sebagai sumber panas dalam oven. Pengujian dilakukan selama beberapa hari untuk mendapatkan hasil yang optimal pada pisang.

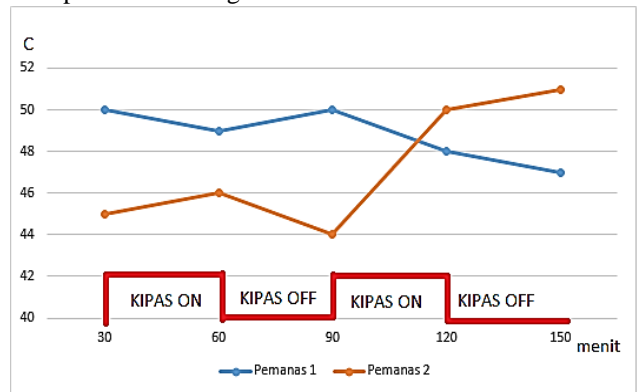
Percobaan dilakukan dengan suhu awal 33,5°C dan kelembaban 62,20%. Dari beberapa percobaan pemantauan suhu dan kelembaban tersebut didapatkan data percobaan sebagai berikut:



Gambar 5 Perbandingan kenaikan suhu elemen pemanas

Pada gambar 5 terlihat bahwa dalam hal kenaikan suhu, kedua elemen pemanas inframerah hanya membutuhkan waktu 10 detik untuk mencapai suhu 41-42°C dan itu tergolong waktu yang sangat cepat. Kurva di atas dapat dilihat proses kenaikan suhu elemen pemanas setiap detiknya. Hal ini sangat penting sekali bagi proses kenaikan suhu ruang dalam oven pengering sehingga lamanya proses pengeringan jadi berkurang sehingga proses pengeringan akan berlalu dengan cepat.

Berikutnya dilakukan percobaan pada kipas dengan beda suhu kedua elemen pemanas sebagai input parameter logika pada mikrokontrolernya, dari percobaan tersebut didapatkan hasil percobaan sebagai berikut:



Gambar 6 perbedaan suhu dan parameter nyala kipas

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa kipas akan menyala saat perbedaan suhu kedua elemen pemanas ≥ 5, maka kipas akan menyala, dan saat perbedaan suhu kedua elemen pemanas ≤ 4 dan ≥ 6 maka kipas akan mati. Hal ini berguna untuk mengatur mati dan hidupnya kipas yang bertugas mengatur resirkulasi udara yang ada dalam oven pemanas supaya proses pengeringan dapat di bantu dengan resirkulasi udara dan dapat mempercepat proses pengeringan. Percobaan ini dilakukan dengan atau tanpa beban. Beban yang digunakan disini adalah pisang *wak* sebanyak

±540gram. Pisang dikeringkan selama beberapa hari dan mendapatkan hasil kelembaban sebesar 26%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan terhadap pemantauan suhu dan kelembaban proses pengeringan pada pisang menggunakan sensor suhu dan sensor kelembaban, dapat disimpulkan bahwa sistem yang telah dirancang dapat melakukan proses pengeringan dan dapat juga memantau suhu dan kelembaban terhadap objek pada saat proses pengeringan. 2 Sensor DS18B20 dan 1 sensor DHT22 dalam mendeteksi suhu pemanas dan suhu

ruang dalam oven bekerja sangat baik ketika digunakan pada sistem, yang mana pada persentase kesalahan dari hasil pengukuran tidak mencapai 5%. Serta komponen lain yang digunakan pada sistem dapat digunakan sesuai yang diinginkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Hafidh Hasan S.T.,M.T selaku pembimbing I, dan Bapak Syukriyadin S.T.,M.T selaku pembimbing II yang telah membimbing penulis dalam penulisan karya ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] Nummer. Brian "Historical Origins of Food Preservation" National Center for Home Food Preservation, May 2002. [Online]. Available : http://nchfp.uga.edu/publications/nchfp/factsheets/food_pres_hist.html. [Accessed 10 October 2016]
- [2] Budiono. Agung "Pengawetan dengan cara Pengeringan" Green World, 24 November 2013. [Online]. Available : <http://www.gogreen.web.id/2013/11/pengawetan-dengan-cara-pengeringan.html>. [Accessed 10 October 2016]
- [3] T. Hegbom, Integrating Electrical Heating Elements in Appliance Design, USA: CRC Press, 1997.
- [4] Ceramicx Inc, "Ceramicx Infrared For Industry," Ceramicx Incorporate, 2016. [Online]. Available: <http://www.ceramicx.com/ceramic-elements/>. [Accessed 10 October 2016].
- [5] Suyanto. Achmad "Keramik Infrared Heaters," Elemen Pemanas dan Thermocouple, Januari 2016. [Online]. Available : <http://karyateknikelemenheatersthermocouple.blogspot.co.id/2016/01/keramik-infrared-heaters.html>. [Accessed 5 October 2016].
- [6] M. Adonis and MTE Khan "Combined Convective and infrared drying model for food applications," IEEE Africon 2004
- [7] Arduino, "Arduino Data Sheet," Arduino, 2011. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. [Accessed 8 October 2016].
- [8] Purnama. Agus "Sensor Suhu IC LM35," Elektronika Dasar, 27 Januari 2016. [Online]. Available : <http://elektronika-dasar.web.id/sensor-suhu-ic-lm35/>. [Accessed 10 October 2016].
- [9] "Oven konveksi" femina.co.id [Online]. Available : <http://www.femina.co.id/article/oven-konveksi>. [Accessed 4 April 2016]
- [10] "Infrared heating panels" thegreenage.co.uk [Online]. Available: <https://www.thegreenage.co.uk/tech/infrared-heating-panels/>. [Accessed 10 Mei 2017]
- [11] Marsetio, Ir.,MS. "Pelatihan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Pengeringan dan Penyimpanan Biji-Bijian"
- [12] MH Shagir. Alif "Tray Dryer (Prinsip Kerja, Spesifikasi Alat dan Jenisnya)" [Online]. Available : <http://www.alifmhshagir.com/2017/02/Tray-Dryer-Prinsip-Kerja-Spesifikasi-Alat-dan-Jenisnya.html>. [Accessed 10 Mei 2017]
- [13] Ahmad Zikri , Erlinawati,Irawan Rusnadi "UJI KINERJA ROTARY DRYER BERDASARKAN EFISIENSI TERMAL PENDINGINAN SERBUK KAYU UNTUK PEMBUATAN BIOPELET" Ahmad Zikri* , Erlinawati,Irawan Rusnadi
- [14] "Freeze drying technology" phariyadi.staff.ipb.ac.id [Online]. Available : <http://phariyadi.staff.ipb.ac.id/files/2013/02/Freeze-Drying-Technology-foodreview-vol-viii-no-2-feb-2013-p52-57.pdf> [Accessed 10 Mei 2017]
- [15] "Spray drying" wikipedia.org [Online]. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Spray_drying [Accessed 20 Mei 2017]
- [16] Teknik Konversi Energi "Pengeringan gabah" digilib.polban.ac.id [Online] <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/97/jbptppolban-gdl-dodiiqbali-4808-3-bab2--2.pdf> [Accessed 20 Mei 2017]