

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Efek dari perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) pada plastik, terlebih di zaman Modern ini telah banyak menggeser peran perlengkapan-perengkapan manusia yang terbuat dari material kayu, logam dan kaca. Ini karena plastik mempunyai keunggulan utama dibanding bahan lainnya yaitu keunggulan ekonomis sehingga dapat diproduksi massal (Hanandoko dan Bintoro, 2018). Selain itu plastik memiliki beberapa sifat, antara lain: mudah dibentuk, ringan, tidak mudah pecah, tahan karat, tahan zat kimia, isolator listrik yang baik, dan transparan. Plastik dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti industri manufaktur, pendidikan, kesehatan, transportasi, dan pertanian.

Pada bidang pertanian penggunaan plastik selalu ada dalam budidaya tanaman dari pra panen hingga pasca panen. Plastik paling banyak digunakan saat pasca panen seperti *packing*. Beberapa produk hortikultura seperti buah-buahan sangat membutuhkan plastik yang tepat dalam fase pra-panen, panen dan pasca panen. Buah seperti semangka sebagai tanaman hortikultura membutuhkan plastik yang kuat untuk melindunginya dari kerusakan fisik, biologis, dan kimia (Malekyarand et al, 2013).

Plastik digunakan tidak hanya untuk melindungi produk pertanian yang mudah rusak tetapi juga meningkatkan *added value* dengan pengemasan yang berkualitas. Menurut Maynard dan Hochmuth (2006), untuk memperoleh keuntungan, seorang petani harus menghasilkan hasil yang baik dari melon berkualitas tinggi, sesuatu yang hanya bisa diperoleh dengan manajemen yang cermat. Aspek desain kemasan turut berperan besar dalam meningkatkan harga jual produk baik itu dari segi efisiensi dan estetika.

Desain unik semangka persegi pertama kali dikembangkan di Jepang dan perlahan mulai berkembang di negara lain (Malekyarand dan Monfared, 2014), Indonesia juga ikut serta dalam perkembangan ini. Bentuk persegi ini dapat dibentuk sedemikian rupa berkat sifat *thermoplastics* (Ebnesajjad, 2016). Proses *thermoforming* menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah *vacuum forming*.

Terdapat hal kecil namun besar dampaknya yang sering diabaikan ketika merancang mesin *vacuum forming*, hal itu adalah sistem pendingin untuk menekan

waktu siklus (*cycle time*). *Cycle time* jelas memiliki dampak ekonomi yang cukup besar pada produksi cetakan plastik yang efektif. Pada akhirnya, penurunan waktu pendinginan mengarah pada beberapa keuntungan seperti menghasilkan produk berkualitas dengan waktu sesedikit mungkin yang meningkatkan produktivitas dari perusahaan (Hussain dan Safiulla, 2018).

Kebanyakan *vacuum forming* yang telah dirancang hanya menggunakan proses pendinginan alami. Padahal, efisiensi dari segi waktu dan biaya akan tercapai jika menggunakan sistem pendingin yang sesuai, alih-alih mengandalkan pendinginan secara alami.

Studi yang berkaitan dengan pengurangan *cycle time* khususnya proses pendinginan dalam aplikasi *vacuum forming* hampir tidak tersedia, kebanyakan studi berfokus pada mesin *injection molding*. Studi mengenai pendinginan *vacuum forming* sejauh ini menggunakan saluran pendingin (*cooling channel*) yang dirancang oleh Hussain dan Safiulla (2018). Metode saluran pendingin (*internal flow*) sulit diterapkan dalam industri, terutama industri kecil (UKM dan petani) karena cukup rumit dan mahal dibandingkan menggunakan *fan* atau *blower* (*external flow*). Penggunaan *fan* atau *blower* efektif digunakan untuk berbagai bentuk cetakan selama plastik dan cetakannya berada di dalam area hembusan angin *fan* atau *blower*.

Pada proses pendinginan, tentu ada titik suhu yang dicapai agar plastik cukup keras dan siap untuk proses tahap akhir. Suhu yang tepat sulit dibaca dengan menggunakan indera manusia, selain itu suhu plastik yang lunak sangatlah panas dan mudah rusak jika tidak berhati-hati dalam menanganinya. Untuk itu dibutuhkan sistem pengukuran dan sistem kontrol yang tepat untuk mempermudahnya (Sibuea, 2018).

Berdasarkan hal tersebut penulis ingin melakukan penelitian tentang sistem pendingin otomatis pada mesin *vacuum forming* yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu, dengan judul **“Sistem Pendingin Otomatis Mesin *Vacuum Forming* Untuk Material Plastik *Polyvinyl Chloride* (PVC)”**.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun sistem pendingin otomatis mesin *vacuum forming* untuk material plastik PVC yang mampu mengefisienkan pendinginan *vacuum forming*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memperoleh rancangan sistem pendingin otomatis *vacuum forming* demi meningkatkan efisiensi pendinginan hasil cetakan *vacuum forming* dan memperkaya khazanah studi mengenai sistem pendinginan *vacuum forming*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan banyaknya parameter yang mempengaruhi rancang bangun sistem pendingin otomatis mesin *vacuum forming* untuk material plastik PVC, maka pada penelitian ini peneliti hanya mengkaji hal-hal berikut:

1. Sensor yang digunakan adalah sensor infrared tipe MLX90614 model BCC.
2. Sensor dikontrol dengan mikrokontroler yang terintegrasi pada modul Arduino Uno R3.
3. Temperatur acuan di-*input* melalui pemograman Arduino Uno IDE.
4. Objek yang diukur adalah lembar plastik PVC berdimensi 47 cm x 47 cm x 2mm.
5. Temperatur yang diteliti adalah temperatur pendinginan, sehingga temperatur pemanasan sampel adalah variable bebas yang tidak diteliti.
6. Proses karakterisasi dan pengukuran dilakukan dengan memvariasikan jarak, dan membandingkan waktu pendinginan sistem pendingin otomatis dengan proses pendinginan alami.
7. Hasil pengukuran temperatur, tanggal, dan keadaan *blower* ditampilkan di LCD, dan ketika temperatur acuan sudah tercapai maka akan keluar bunyi yang dihasilkan *buzzer* dan *blower* dimatikan secara otomatis melalui *relay* yang dikendalikan mikrokontroler. Data berupa tanggal, suhu dan keadaan *blower* disimpan dalam *microSD card*.

1.5 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem pendinginan yang digunakan pada *vacuum forming*?
2. Bagaimana cara pengintergrasian *blower* dengan sistem kontrol sehingga tercipta sistem pendingin otomatis?
3. Apakah jarak sensor dan *blower* berpengaruh pada waktu pendinginan?
4. Apakah sistem pendingin otomatis lebih efisien dibandingkan proses pendinginan alami?