

EFISIENSI WATER MISTING SYSTEM DALAM MEMPERTAHANKAN KUALITAS SAYUR

Eka R M A P Lilipaly¹⁾, Erwin Bravor Pattikayhatu²⁾, Edison Effendy³⁾

^{1), 2), 3)}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

¹⁾ lilipalyerman@gmail.com, ²⁾ aer.pattikaihatsu@gmail.com, ³⁾ edison-effendy@gmail.com

ABSTRACT

Vegetables that are usually sold in supermarkets are displayed in refrigerators or placed on shelves in a cool and air-conditioned room, whereas in traditional markets these vegetables are only spread out on the sales tables, some are stacked. in containers that are not storage areas for vegetables and are not equipped with refrigerators. Previous research showed that vegetable weight loss using a *water misting* system could be maintained by 6.25% of its original weight, with a *water misting* cooling efficiency of 61.47%. This research is expected to be able to get new methods, especially control systems that can be applied according to human needs, especially for vegetable traders so that they can make work easier by no longer watering or sprinkling water over vegetables manually but automatically. The results showed that the best efficiency was obtained at 7 minutes of spraying with a 2 minutes break of 65.6%, 4% better than previous studies.

ABSTRAK

Sayur yang biasanya dijual pada pasar-pasar swalayan dipajang di dalam lemari-lemari pendingin atau diletakkan pada rak yang berada pada ruangan yang dingin dan memiliki sistem pendingin, sedangkan di pasar-pasar tradisional sayur ini hanya dihamparkan di atas meja-meja penjualan, sebagian lagi ditumpuk pada wadah-wadah yang bukan merupakan tempat penyimpanan sayur dan tidak dilengkapi dengan alat pendingin. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kehilangan berat sayur dengan menggunakan sistem *water misting* dapat dipertahankan sebanyak 6.25% dari berat semula, dengan efisiensi alat pendingin *water misting* sebesar 61.47%. Penelitian ini diharapkan bisa mendapatkan metode baru terutama sistem kontrol yang dapat diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan manusia khususnya untuk pedagang sayur sehingga mempermudah pekerjaan dengan tidak lagi menyiram atau memercikkan air di atas sayur secara manual tetapi secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi terbaik diperoleh pada waktu penyemprotan 7 menit dengan istirahat selama 2 menit sebesar 65.6%, lebih baik 4% dari penelitian sebelumnya.

Kata kunci: Sayur; Pendinginan; Sistem Water misting

1. PENDAHULUAN

Sayur yang biasanya dijual pada pasar-pasar swalayan dipajang di dalam lemari-lemari pendingin atau diletakkan pada rak yang berada pada ruangan yang dingin dan ber ac, sedangkan di pasar-pasar tradisional sayur ini hanya dihamparkan di atas meja-meja penjualan, sebagian lagi ditumpuk pada wadah-wadah yang bukan merupakan tempat penyimpanan sayur dan tidak dilengkapi dengan alat pendingin. Untuk mempertahankan kesegaran atau untuk memperpanjang masa simpan biasanya pedagang pengecer menyiram dengan air agar kesegaran sayur dan kualitasnya tetap dapat dipertahankan. Hal ini disebabkan karena pedagang pengecer tidak mengetahui cara perlakuan yang benar dalam menjual maupun dalam proses penyimpanan sayur agar supaya sayur dapat bertahan lebih lama untuk tingkat kesegarannya. Untuk itu perlu kiranya dapat dicarikan metode penyimpanan yang dapat diterima secara teori tetapi harganya murah, mudah dibuat dan dapat dijangkau oleh penjual sayur dipasar-pasar tradisional.

Penelitian sebelumnya (Loppies & Lilipaly, 2021), menunjukkan bahwa kehilangan berat sayur dengan menggunakan sistem *water misting* dapat dipertahankan sebanyak 6.25% dari berat semula, dengan efisiensi alat pendingin *water misting* sebesar 61.47%.

Penelitian ini diharapkan bisa mendapatkan metode baru terutama sistem kontrol yang dapat diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan manusia khususnya untuk pedagang sayur agar supaya dapat mempermudah pekerjaan dengan tidak lagi menyiram atau memercikkan air diatas sayur secara manual tetapi secara otomatis.

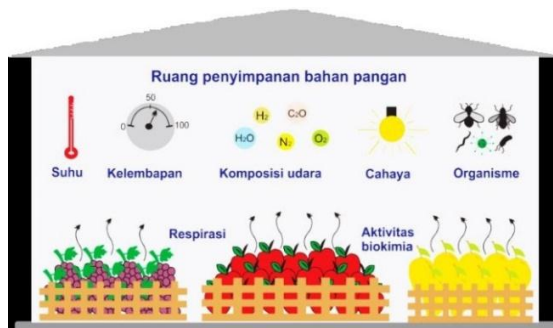
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mekanisme Penyimpanan Suhu Rendah

Waktu penyimpanan dapat dihitung pada saat proses produksi atau proses pengemasan dan kondisi penyimpanan sangat berpengaruh (Handoyo, dkk., 2016). Waktu penyimpanan bahan pangan sangat dipengaruhi oleh karakteristik bahan pangan tersebut, proses kemas, temperatur dan kelembaban ruang

penyimpanan. Proses penyimpanan yang keliru akan berakibat terjadi kerusakan bahan pangan dengan cepat (Wahyuni, dkk., 2014). Cara alternatif yang dilakukan agar mutu pangan segar setelah proses panen adalah dengan mengatur temperatur bahan pangan ataupun kondisi di dalam ruang penyimpanan. Pada temperatur tertentu, aktivitas enzimatik dan pertumbuhan mikroorganisme yang menjadi penyebab terjadinya penurunan mutu pada pangan dapat dikurangi agar supaya bahan pangan tetap dalam keadaan segar. Setelah proses pemanenan maupun pemotongan akan didapatkan hasil pangan segar baik bersumber dari nabati maupun hewani masih akan mengalami proses respirasi. Proses respirasi memerlukan temperatur optimum, yaitu temperatur dimana proses metabolisme termasuk juga proses respirasi dapat berlangsung secara sempurna (Finahari, 2019).

Pada temperatur penyimpanan yang lebih tinggi atau lebih rendah dari temperatur optimum, proses metabolisme akan berhenti sama sekali dan berjalan kurang sempurna. Penyimpanan pada temperatur rendah dapat menurunkan aktivitas proses respirasi dan aktivitas mikroorganisme menjadi terhambat. Penyimpanan pada temperatur rendah tidak akan menghambat aktivitas mikroba saja tapi tidak membunuh mikroba tersebut. Untuk mendapatkan waktu penyimpanan yang lebih panjang maka diperlukan teknik penyimpanan pada temperatur rendah dan perlu mengkombinasikan dengan teknik pengawetan yang lainnya. Aktivitas penyimpanan pangan terjadi disepanjang rantai produksi, dimulai dari bahan pangan segar yang dihasilkan oleh produsen, bahan baku maupun bahan pangan olahan yang dihasilkan oleh industri pengolahan, unit distribusi, *retail*, dan sampai ditangan konsumen. Pada saat proses penyimpanan, potensi terjadinya kerusakan bahan pangan dapat diakibatkan oleh keberadaan organisme hidup yang berkontaminasi dengan bahan pangan tersebut (Wahyuni, dkk., 2014).



Sumber: Wahyuni, dkk, 2020

Gambar 1. Potensi kerusakan pada bahan pangan dengan melakukan proses pengaturan dan mengendalikan kondisi ruang penyimpanan

Pelepasan panas pada bahan ke lingkungan ruang pendingin dan lepasnya panas dari lingkungan ruang pendingin ke luar sistem pendingin hingga mencapai suhu tertentu yang diinginkan disebut juga dengan proses pendinginan. Selanjutnya suhu tersebut akan dipertahankan agar tetap stabil. Dalam proses pendinginan, terjadi tiga mekanisme perpindahan panas secara bersama sama atau simultan, yaitu: konveksi, radiasi dan konduksi. Selama proses pendinginan, media pendingin harus mampu menyerap panas dari dalam bahan yang akan didinginkan, panas konduksi di luar dinding ruang pengemasan atau penyimpanan dan panas infiltrasi dari ruangan yang terbuka (Hidayat, 2020).

2.2. Perubahan Kualitas Selama Penyimpanan Suhu Rendah

Sebagaimana telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, penyimpanan suhu rendah secara umum bertujuan untuk memperpanjang umur simpan pangan dengan cara memperlambat aktivitas enzimatis dan/ atau mikroba. Mutu pangan tidak hanya dilihat dari aspek bebas mikroba namun juga dilihat dari kualitas zat gizi dan atribut sensori yang menyertainya. Memperpanjang umur simpan bukan berarti meniadakan perubahan pada sifat fisik dan kimia pangan. Penyimpanan pada suhu rendah, baik kondisi dingin (*chilled*) atau pun beku (*frozen*), justru dapat menimbulkan beberapa dampak perubahan pada pangan yang perlu diantisipasi dan dikendalikan untuk menghindari kondisi yang tidak diinginkan (Fitriana, 2015).

Bentuk perubahan pada pangan yaitu perubahan kadar air dan tekstur (Damayanti, 2019). Penyimpanan pangan pada suhu beku umumnya berada di bawah suhu -20°C. Berbeda dengan penyimpanan pangan pada suhu dingin, penyimpanan beku dapat memperpanjang umur simpan pangan hingga beberapa bulan. Hal ini cukup menguntungkan dan memudahkan bagi penjual pangan dan konsumen. Namun, penyimpanan beku juga memiliki konsekuensi penurunan mutu pangan yang perlu diantisipasi dan dikendalikan, khususnya pada bahan pangan segar.

Mutu bahan pangan segar yang dibekukan sangat dipengaruhi oleh kristal es yang terbentuk pada proses pembekuan. Pembekuan yang berlangsung lambat akan membentuk kristal es berukuran besar di ruang ekstraseluler. Ukuran kristal es yang besar akan merusak struktur mikro bahan pangan sehingga dapat berdampak kepada perubahan sifat fisik dan kimia bahan pangan, seperti perubahan warna menjadi lebih gelap, pelunakan jaringan pada sayuran dan buah, penurunan daya ikat air dan mengerasnya tekstur pada daging, dan bahkan penyimpangan flavor. Kerusakan struktur sel akibat pembekuan adalah hal yang kompleks karena melibatkan beberapa hal sekaligus, di antaranya adalah depolimerisasi dinding sel, pecahnya membran sel, serta perubahan tekanan osmosis. Selain itu, pembekuan juga dapat menyebabkan kerusakan struktural akibat

pembentukan kristal es, terutama kristal es intraseluler kecil yang dibentuk oleh laju pembekuan yang sangat cepat.

Masalah yang sering dihadapi dalam penyimpanan suhu rendah adalah kehilangan berat dan perubahan penampilan bahan pangan. Pangan dalam bentuk padat dan semi - padat dengan kadar air tinggi yang disimpan dalam ruang pendingin sangat rentan terhadap perubahan tekstur. Perubahan ini akan lebih cepat terjadi jika pangan tidak dilapisi oleh kemasan pelindung. Bahan pangan segar dari golongan tanaman, seperti sayuran dan buah memiliki tekstur renyah yang khas.

Tekstur renyah tersebut merupakan kontribusi dari adanya tekanan turgor pada dinding sel tanaman yang mengandung air. Kadar air pada sayuran dan buah segar umumnya berkisar antara 70 hingga 90%. Perubahan tekstur yang dimaksud adalah penurunan mutu sebagai akibat dari kehilangan air di bagian permukaan bahan pangan. Selain sayuran dan buah, bahan pangan segar hewani seperti daging dan ikan segar yang disimpan dalam suhu dingin juga memiliki resiko perubahan tekstur karena memiliki kadar air yang juga tinggi, di kisaran 65 - 80%.

Kehilangan air di bagian permukaan juga terjadi pada bahan dan produk pangan dalam bentuk padat dan semi - padat lainnya yang memiliki kadar air relatif tinggi. Hal ini menyebabkan pengeringan sebagian dan memperkeras tekstur bahan dan produk pangan di bagian permukaan (Damayanti, 2019).

3. METODOLOGI

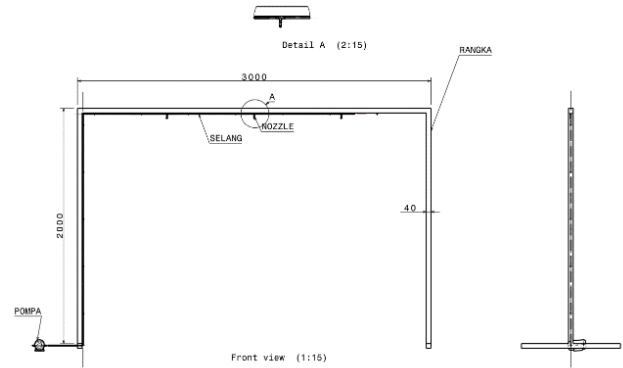
Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe dan menentukan efisiensi sistem *water misting* dalam melakukan penyemprotan air dingin dengan variasi waktu penyemprotan pada sayur, terutama sayur berdaun hijau (Kangkung, Ubi dan Bayam). Jenis-jenis sayur ini dipilih karena merupakan jenis yang paling sering dibeli konsumen di kota Ambon. Rancangan alat penyemprotan yang dibuat menggunakan pompa, selang pneumatik, *three joint*, *nozzle penyemprot*. Prototipe *water misting* kemudian diatur untuk memvariasikan waktu penyemprotan air dingin dengan lama waktu penyemprotan.

Variasi waktu penyemprotan dilakukan agar dapat mengetahui efisiensi terbaik dari alat yang digunakan. Efisiensi terbaik dapat memaksimalkan potensi alat (Eduard, dkk., 2022). Pemilihan waktu penyemprotan dan waktu istirahat divariasikan sebanyak 4 variabel selama 10 menit istirahat 3 menit, 7 menit istirahat 2 menit, 5 menit istirahat 1 menit dan 3 menit istirahat 0.5 menit.

Variasi waktu penyemprotan dilakukan agar penghematan penggunaan air dan daya pompa (Welsh Government, 2021). Waktu 10, 7, 5, dan 3 menit adalah

merupakan variasi waktu efektif dalam penggunaan sistem *water misting* (Park, dkk., 2022). Proses penyemprotan dilakukan pada pajangan sayur yang diletakkan di luar yang bersentuhan langsung dengan udara bebas, hal ini dibuat seperti etalase penjualan umumnya.

Penelitian ini adalah membandingkan kualitas sayur setelah melalui penyemprotan dengan sistem *water misting*. Pengambilan temperatur dilakukan pada air pendingin, semprotan *water misting*, sayur dan udara sekitar (lingkungan) setiap 3 menit.



Sumber: Lilipaly, 2022

Gambar 2. Rancangan Sistem Water Misting

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelaksanaan penelitian dimulai dengan fabrikasi sistem *water misting*. Setelah sistem *water misting* dibuat, dilanjutkan dengan proses pengambilan data.



Sumber: Lilipaly, 2022

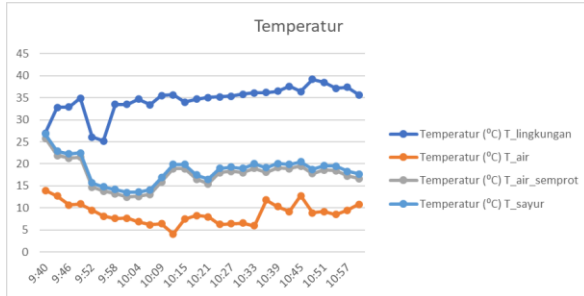
Gambar 3. Sistem Water Misting

Proses pengawetan dilakukan dengan melaksanakan penyemprotan bervariasi. Variasi penyemprotan dilakukan antar lain:

1. Penyemprotan 10 menit, istirahat 3 menit
2. Penyemprotan 7 menit, istirahat 2 menit
3. Penyemprotan 5 menit, istirahat 1 menit.
4. Penyempotan 3 menit, istirahat 0.5 menit.

Selama proses penyemprotan, data temperatur diambil setiap 3 menit. Setelah itu diolah untuk mengetahui proses penyemprotan mana yang terbaik.

1. Penyemprotan 10 menit – istirahat 3 menit.



Sumber: Lilipaly, 2022

Grafik 1. Temperatur Sistem dengan Variasi Waktu Penyemprotan 1

Dari grafik terlihat bahwa temperatur air semprot dan sayur di awal (± 30 menit) masih belum stabil, akan tetapi seiring bertambahnya waktu penyemprotan, temperatur air semprot maupun sayur semakin stabil.

Temperatur rata-rata sayur adalah : 18.6°C ; rata-rata air pendingin : 8.7°C ; rata-rata lingkungan adalah: 34.5°C .

Berdasarkan data ini diperoleh efisiensi sistem pendinginan dengan variasi penyemprotan 1 adalah (Loppies & Lilipaly, 2021):

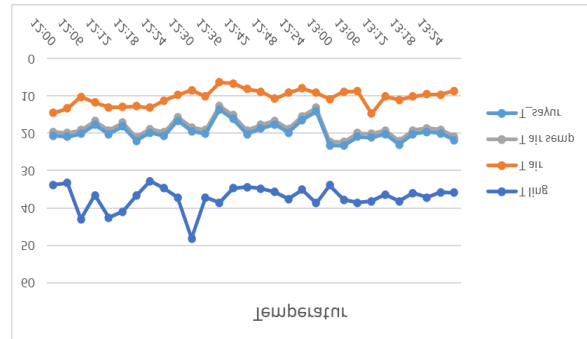
$$\eta = \frac{T_B - T_i}{T_B - T_{iwb}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana,

- η : Efisiensi sistem (%)
- T_B : Temperatur Lingkungan ($^{\circ} \text{C}$)
- T_i : Temperatur Air Semprot ($^{\circ} \text{C}$)
- T_{iwb} : Temperatur Air Pendingin ($^{\circ} \text{C}$)

$$\eta = \frac{T_B - T_i}{T_B - T_{iwb}} \times 100\% = \frac{34.5 - 18.6}{34.5 - 8.7} \times 100\% = 61.6\%$$

2. Penyemprotan 7 menit – istirahat 2 menit.



Sumber: Lilipaly, 2022

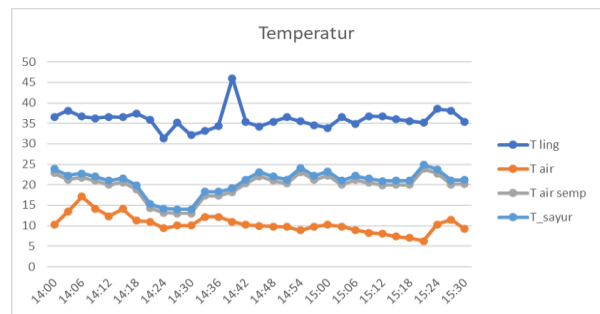
Grafik 1. Temperatur Sistem dengan Variasi Waktu Penyemprotan 2

Dari grafik terlihat bahwa temperatur air semprot dan sayur di awal (± 60 menit) masih belum stabil, akan tetapi seiring bertambahnya waktu penyemprotan, temperatur air semprot maupun sayur semakin stabil. Temperatur rata-rata sayur adalah : 19.6°C ; rata-rata air pendingin : 10.4°C ; rata-rata lingkungan adalah: 37.1°C .

Berdasarkan data ini diperoleh efisiensi sistem pendinginan dengan variasi penyemprotan 2 adalah:

$$\eta = \frac{T_B - T_i}{T_B - T_{iwb}} \times 100\% = \frac{37.1 - 19.6}{37.1 - 10.4} \times 100\% = 65.6\%$$

3. Penyemprotan 5 menit – istirahat 1 menit.



Sumber: Lilipaly, 2022

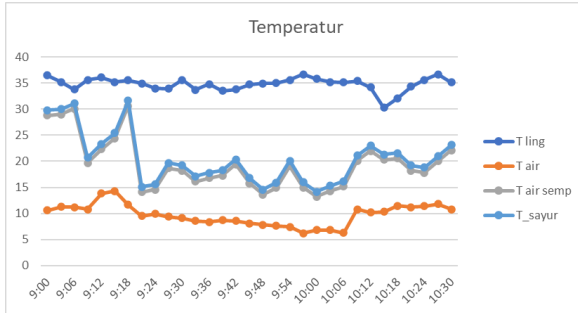
Grafik 2. Temperatur Sistem dengan Variasi Waktu Penyemprotan 3

Dari grafik terlihat bahwa temperatur air semprot dan sayur di awal (± 40 menit) masih belum stabil, akan tetapi seiring bertambahnya waktu penyemprotan, temperatur air semprot maupun sayur semakin stabil. Temperatur rata-rata sayur adalah : 20.7°C ; rata-rata air pendingin : 10.5°C ; rata-rata lingkungan adalah: 36°C .

Berdasarkan data ini diperoleh efisiensi sistem pendinginan dengan variasi penyemprotan 3 adalah:

$$\eta = \frac{T_B - T_i}{T_B - T_{iwb}} \times 100\% = \frac{36 - 20.7}{36 - 10.5} \times 100\% = 60\%$$

4. Penyemprotan 3 menit – istirahat 0.5 menit.



Sumber: Lilipaly, 2022

Grafik 3. Temperatur Sistem dengan Variasi Waktu Penyemprotan 4

Dari grafik terlihat bahwa temperatur air semprot dan sayur masih belum stabil. Temperatur rata-rata sayur adalah : 20.4⁰ C; rata-rata air pendingin : 9.7⁰ C; rata-rata lingkungan adalah: 34.8⁰ C. Berdasarkan data ini diperoleh efisiensi sistem pendinginan dengan variasi penyemprotan 4 adalah:

$$\eta = \frac{T_B - T_i}{T_B - T_{iwb}} \times 100\% = \frac{34.8 - 20.4}{34.8 - 9.7} \times 100\% = 57.4\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan terlihat bahwa efisiensi tertinggi sistem pendinginan evaporasi (*water misting*) adalah 65.6%. Efisiensi sistem *water misting* ini dianggap cukup baik jika dibandingkan dengan efisiensi sistem pendingin lainnya, contohnya kulkas yang berkisar antara 70 - 80%. Penelitian sebelumnya memberikan nilai efisiensi di angka 61.47%, ini berarti terjadi perbaikan efisiensi sebesar 4.13%.

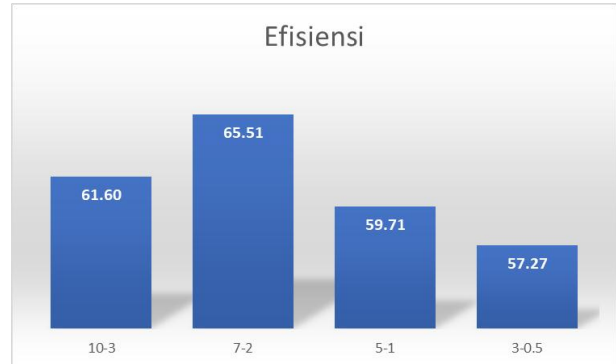
Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem *water misting* memiliki kemampuan pendinginan yang tidak kalah jika dibandingkan dengan sistem lainnya. Hasil ini juga menunjukkan bahwa jika waktu penyemprotan dapat diatur dengan lebih baik, efisiensi dapat ditingkatkan.

Berdasarkan evaluasi efisiensi alat, terlihat bahwa efisiensi terbaik terdapat pada interval waktu penyemprotan 7 menit dan istirahat 2 menit.

Tabel 1 Rata-rata temperatur sistem dan Efisiensi

Interval penyemprotan	Rata - rata temperatur (°c)			Efisiensi
	Lingkungan	Air Pendingin	Sayur	
10-3	34.51	8.75	18.64	61.60
7-2	37.14	10.37	19.61	65.51
5-1	35.97	10.45	20.73	59.71
3-0.5	34.80	9.71	20.43	57.27

Sumber: Lilipaly, 2022



Sumber: Lilipaly, 2022

Grafik 4 . Perbandingan Efisiensi Alat Pendingin

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh adalah:

1. Terjadi peningkatan efisiensi dari penelitian sebelum sebesar 4.13%.
2. Pengaturan waktu yang memberikan efisiensi terbaik adalah pada interval waktu 7 menit dengan waktu istirahat 2 menit.

5.2. Saran

Penelitian lanjutan dapat dilaksanakan dengan memperhatikan:

1. Sebaiknya temperatur air pendingin dapat dipertahankan.
2. Harus dilihat pengaruh waktu pengambilan data terhadap efisiensi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, R., 2019. *Kinerja Sistem Irigasi Kabut Pada Produksi Tanaman Selada*, Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Eduard, R., Ruslan, W., Iskandar, I. & Setyanto, D., 2022. Setting Temperature And Humidity With A Misting System In A Pilot Greenhouse At Cisauk-Tangerang, Indonesia. *Applied Sciences*, 12(18), Pp. 3-18.
- Finahari, N., 2019. Potensi Sprayer Otomatis Sebagai Solusi Masalah Penyiraman Tanaman Untuk Petani Cabe. *Jurnal Aplikasi Teknik Dan Pengabdian Masyarakat*, Pp. 19-24.
- Fitriana, 2015. *Pengaruh Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Sayur Kangkung, Bayam, Dan Kacang*

- Tunggak*, Makassar: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (Uin) Alauddin Makassar.
- Fitriani, 2018. *Pengaruh Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Sayur Kangkung, Bayam, Dan Kacang Tunggak*, Makasar: Uin Alaudin Makasar.
- Green, M., 2001. *Solar Drying Technology For Food Preservation*. Eschborn: Gate Information Service.
- Hidayat, L., 2020. *Rancang Bangun Alat Penyiraman Smart Misting Berbasis Arduino Dengan Metode Vektor Xy*, Jakarta: Unisbank.
- Loppies, L. & Lilipaly, E. R., 2021. Analisis Laju Pendinginan Bahan Makanan Dalam Coolbox Untuk Pemasaran Dengan Water Misting System Di Kota Ambon. *Jurnal Simetrik*, 11(1), Pp. 440-443.
- Mediawan, M., 2018. *Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Pada Rumah Tanaman*, Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Park, H. Et Al., 2022. Modeling And Optimization Of Water Mist System For Effective Air-Cooled Heat Exchangers. *International Journal Of Heat And Mass Transfer*, 184(1), Pp. 1-14.
- Putra, C. P., 2018. *Analisis Efisiensi Penggunaan Pendingin Water Spray Pada Proses Hot Rolling Mills Di Pt Jcsm*, Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Uddin, B., 2021. Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Kentang Gantung Otomatis Berbasis Arduino. *Petir: Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika*, Pp. 8-16.
- Ugochukwu, N. V., 2017. Fish Preservation And Processing. *Journal Of Food*, Pp. 1-31.
- Ulum, M. B., 2021. Otomatis Spray Disinfektan Kandang Ayam Dengan Arduino Berbasis Arduino Uno. *International Journal On Human Computing Studies*, Pp. 28-32.
- Wahyuni, S., Triyono, S. & Tusi, A., 2014. Perbandingan Teknik Pemajangan Sayuran Daun Untuk Mempertahankan Kesegaran Selama Penjualan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, P. Lampung]Ng.
- Welsh Government, 2021. *Automatic Water Mist Systems For Domestic And Residential Premises*. Welsh: Llywodraeth Cymru.