

PENGARUH VARIETAS CABAI TERHADAP KINERJA PROTOTIPE *COLD ROOM*

Wardika^{1,*}, Ferry Sugara¹, Ismail¹, Jauharotul Maknunah²

¹Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu

²Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, Politeknik Negeri Indramayu

*Email: wardika8@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

29 May 2024

Received in revised form date:

11 June 2024

Accepted date

11 June 2024

Available online date

20 June 2024

Abstract

The aim of this study was to investigate the impact of different chilli varieties on cold room performance. The cold room used has a volume of 0.175 m³ with a product capacity of 2 kg. Throughout the study, the cabin temperature was maintained between 6 °C and 12 °C, with ambient humidity between 87% and 90%. To achieve the desired temperature and humidity, the cold room cabin is equipped with a water pump for circulation. The products used in this research included various varieties of chili, such as cayenne pepper, red chili and green chili. The results of research on preserving various chili varieties show that the cold room has different performance for each variety. The Coefficient of Performance (COP) value for cayenne pepper is 5.4 with an efficiency of 80.8%. Meanwhile, for red chilies, the COP value is 5.5 with an efficiency of 80.7%, and for green chilies, the COP value is 5.6 with an efficiency of 81.3%.

Keywords: cold room, chili, COP, efficiency, performance

Kata kunci:

Cold room

Cabai

COP

Efisiensi

Kinerja

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki dampak dari berbagai varietas cabai terhadap kinerja *cold room*. *Cold room* yang digunakan memiliki volume sebesar 0,175 m³ dengan kapasitas produk sebanyak 2 kg. Selama penelitian, temperatur kabin dipertahankan antara 6 °C hingga 12 °C, dengan kelembapan berkisar antara 87% hingga 90%. Untuk mencapai temperatur dan kelembapan yang diinginkan, kabin *cold room* dilengkapi dengan pompa air untuk sirkulasi. Produk yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berbagai varietas cabai, seperti cabai rawit, cabai merah, dan cabai hijau. Hasil penelitian pengawetan berbagai varietas cabai menunjukkan bahwa *cold room* memiliki kinerja yang berbeda untuk setiap varietas. Nilai Koefisien Performa (COP) untuk cabai rawit adalah 5,4 dengan efisiensi sebesar 80,8%. Sementara itu, untuk cabai merah, nilai COP adalah 5,5 dengan efisiensi sebesar 80,7%, dan untuk cabai hijau, nilai COP adalah 5,6 dengan efisiensi sebesar 81,3%.

1. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi saat ini, sistem refrigerasi memegang peranan penting dalam menjaga kualitas hidup manusia. Ketergantungan pada sistem ini terus meningkat, baik dalam skala kecil maupun besar, terutama dalam hal penyimpanan bahan pangan dan sarana transportasi untuk menjaga kualitas dan kesegaran produk. Salah satu komoditas hortikultura dengan nilai ekonomis tinggi yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah cabai [1]. Cabai tidak hanya penting untuk pasar domestik tetapi juga memiliki potensi besar untuk ekspor. Namun, tantangan utama dalam industri ini adalah mempertahankan kualitas cabai selama penyimpanan, yang sering dilakukan dalam *cold room* [2], [3].

Perbedaan jenis cabai dapat mempengaruhi kinerja sistem penyimpanan makanan, terutama dalam konteks *cold room*. Berbagai penelitian telah mengidentifikasi karakteristik unik dari masing-masing varietas cabai, seperti kadar air, ukuran, dan ketahanan terhadap suhu dingin, yang semuanya berperan penting dalam menentukan efisiensi dan efektivitas penyimpanan [4], [5].

Setiavani [2] menemukan bahwa cabai dengan kadar air yang lebih tinggi cenderung memerlukan pengaturan temperatur dan kelembapan yang lebih ketat untuk mencegah pelayuan dan penurunan kualitas. Rukmana [3] menyatakan bahwa varietas cabai yang berbeda memiliki daya tahan yang beragam terhadap kondisi penyimpanan dingin, yang mempengaruhi lama penyimpanan dan frekuensi pemeliharaan sistem refrigerasi.

Lebih lanjut, temperatur dan kelembapan yang optimal bervariasi tergantung pada jenis cabai, dengan beberapa varietas membutuhkan kondisi yang lebih spesifik untuk menjaga kesegaran dan kualitasnya [6], [7]. Hal ini didukung oleh temuan Santika [8], yang mengidentifikasi bahwa temperatur penyimpanan 5°C adalah optimal untuk beberapa jenis cabai, sementara yang lain mungkin memerlukan temperatur yang sedikit lebih tinggi atau lebih rendah [9].

Selain itu, penelitian oleh Fajri [10] menegaskan bahwa pengaturan kelembapan yang tepat adalah kunci untuk memperpanjang umur simpan cabai, dengan beberapa varietas menunjukkan respons yang lebih baik terhadap kelembapan tinggi dibandingkan yang lain. Zain dkk [11] juga menyoroti pentingnya metode pengaturan kelembapan, seperti metode *spray* (penyemprotan), untuk mencapai kondisi penyimpanan yang optimal dengan cepat, yang dapat sangat bervariasi tergantung pada jenis cabai yang disimpan [12]. Varietas cabai dengan kadar air lebih tinggi membutuhkan lebih banyak energi untuk didinginkan, karena kapasitas panas spesifik air yang tinggi. Sementara itu, laju respirasi yang berbeda antar varietas cabai mempengaruhi panas yang dilepaskan selama penyimpanan, sehingga mempengaruhi beban pendinginan pada *cold room*.

Dengan demikian, pemahaman mendalam mengenai perbedaan karakteristik berbagai varietas cabai dan bagaimana mereka berinteraksi dengan kondisi penyimpanan adalah krusial untuk mengoptimalkan kinerja *cold room*. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah pengetahuan tersebut dengan menganalisis pengaruh varietas cabai terhadap koefisien performa, efisiensi *cold room*, dan biaya listrik bulanan, sehingga dapat memberikan panduan praktis bagi industri hortikultura dalam mengelola penyimpanan cabai secara lebih efektif dan efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh varietas cabai terhadap kinerja prototipe *cold room*, dengan fokus pada tiga aspek utama: koefisien performa *cold room*, efisiensi *cold room*, dan biaya listrik bulanan. Analisis ini penting untuk mengidentifikasi varietas cabai yang tidak hanya mampu bertahan lebih lama dalam penyimpanan tetapi juga dapat dioptimalkan untuk efisiensi energi dan biaya operasional [13].

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam mengenai strategi optimal penyimpanan cabai yang dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan efisiensi penyimpanan hortikultura tetapi juga menawarkan manfaat ekonomi yang signifikan bagi petani dan industri hortikultura secara keseluruhan.

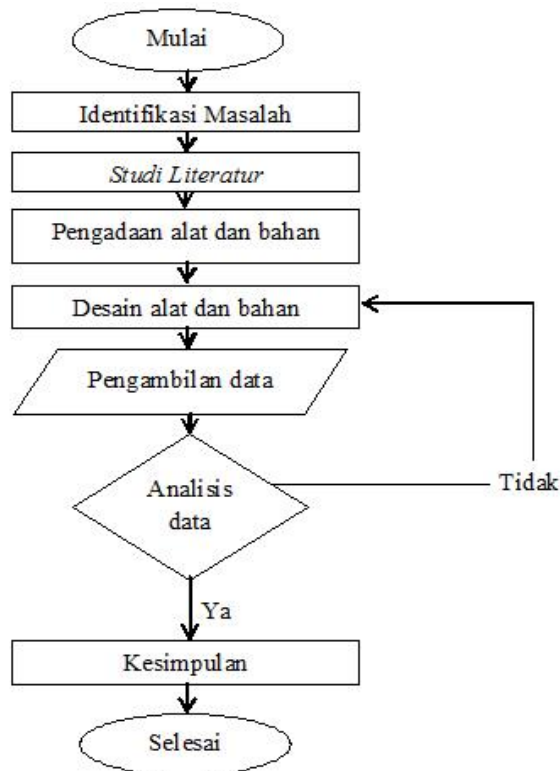
2. METODE PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian dilakukan berdasarkan pada flowchart yang ditunjukkan melalui Gambar 1. Pada tahap pengambilan data, penulis akan mengambil data dari sistem refrigerasi pada titik temperatur *masukan dan keluaran pada ompresor* (°C), temperatur in dan out kondensor (°C), temperatur in dan out evaporator (°C), Tekanan hisap dan buang (psi), temperature produk (°C), temperature kabin (°C) dan kelembapan kabin (RH %).

Tahap analisa data penulis diperoleh dari hasil pengambilan data dengan cara menghitung kinerja mesin dan membandingkan kinerja mesin antara sistem refrigerasi tanpa produk dengan kinerja mesin saat menggunakan produk cabai rawit, cabai merah dan cabai hijau.

2.1. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap

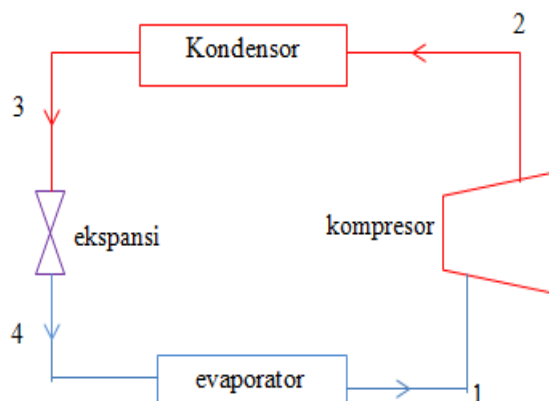
Proses pendinginan atau refrigerasi pada dasarnya adalah pemindahan energi panas yang ada di dalam suatu ruangan. Berdasarkan hukum kekekalan energi, energi tidak dapat dihilangkan, melainkan hanya dapat dipindahkan dari satu zat ke zat lainnya. Untuk melakukan pemindahan energi panas tersebut, diperlukan fluida penukar panas yang disebut refrigeran.



Gambar 1. Diagram alir pengujian

Sistem kompresi gas atau uap adalah mesin refrigerasi yang menggunakan fluida penukar panas (refrigeran) yang bersirkulasi terus-menerus. Selama sirkulasinya, refrigeran mengalami perubahan bentuk dari gas ke cairan dan kembali lagi ke gas. Proses ini terjadi pada temperatur dan tekanan yang berbeda, yaitu tekanan tinggi dan tekanan rendah. Tekanan tinggi dihasilkan oleh efek kompresi yang dilakukan oleh kompresor, sehingga sistem ini dikenal sebagai sistem kompresi gas atau uap.

Siklus refrigerasi kompresi uap dapat digambarkan pada diagram pemipaan dan diagram P-h (Tekanan-enthalpy) sebagai berikut [14], [15]:



Gambar 2. Siklus refrigerasi kompresi uap

2.1.1. Kompresi (1-2). Proses ini terjadi secara isentropik adiabatik di dalam kompresor. Saat memasuki kompresor, refrigeran berada dalam kondisi uap jenuh bertekanan rendah. Setelah melalui proses kompresi, refrigeran berubah menjadi uap bertekanan tinggi. Karena proses ini dianggap isentropik, suhu refrigeran juga meningkat saat keluar dari kompresor. Besarnya kerja kompresi per satuan massa refrigeran dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut [16].

$$W_k = m(h_2 - h_1) \quad (1)$$

Dimana W_k melambangkan energi yang digunakan oleh kompresor dalam melakukan kompresi (kJ/kg), dengan h_2 merupakan entalpi refrigeran saat memasuki kompresor (kJ/kg), dan h_1 adalah entalpi refrigeran saat keluar dari kompresor (kJ/kg).

2.1.2. Kondensasi (2-3). Proses ini terjadi di dalam kondensor. Refrigeran yang keluar dari kompresor dengan tekanan dan temperatur tinggi melepaskan kalor, mengubah fasanya menjadi cair. Ini menunjukkan bahwa di kondensor terjadi pertukaran kalor antara refrigeran dan udara, di mana panas berpindah dari refrigeran ke udara pendingin, sehingga refrigeran mengalami pengembunan menjadi cairan.

Jumlah panas per satuan massa refrigeran yang dilepaskan di kondensor dinyatakan sebagai berikut [16]. Proses pembuangan kalor (heat rejection) yang dilakukan oleh kondensor:

$$Q_c = \dot{m}(h_2 - h_3) \quad (2)$$

Kapasitas kondensasi, dilambangkan dengan Q_c (kW), serta laju aliran massa refrigeran, diwakili oleh \dot{m} ($\frac{kg}{s}$), adalah faktor-faktor penting dalam analisis sistem refrigerasi. Entalpi refrigeran ketika memasuki kondensor (h_2) dan ketika keluar dari kondensor (h_3) juga menjadi perhatian dalam perhitungan kinerja sistem.

2.1.3. Ekspansi (3-4). Proses ini berlangsung secara isoentalpi, yang berarti tidak ada perubahan entalpi, tetapi terjadi penurunan tekanan dan temperatur. Penurunan tekanan terjadi pada katup ekspansi, yang dapat berupa pipa kapiler atau orifice, yang berfungsi untuk mengatur laju aliran refrigeran dan mengurangi tekanan [16].

$$h_3 = h_4 \quad (3)$$

Entalpi refrigeran pada saat memasuki proses ekspansi, disimbolkan dengan h_3 ($\frac{kJ}{kg}$), serta entalpi refrigeran pada saat keluar dari proses ekspansi, diwakili oleh h_4 ($\frac{kJ}{kg}$), merupakan parameter-parameter yang penting dalam evaluasi efisiensi sistem refrigerasi. Evaluasi perubahan entalpi ini memberikan wawasan yang diperlukan untuk menilai kinerja keseluruhan dari proses ekspansi dalam sistem refrigerasi.

2.1.4. Evaporasi (4-1). Proses ini berlangsung di evaporator secara isobarik dan isothermal. Refrigeran dalam bentuk cair bertekanan rendah menyerap kalor dari lingkungan atau media yang didinginkan, sehingga berubah menjadi gas bertekanan rendah. Ketika memasuki evaporator, refrigeran sebenarnya berada dalam kondisi campuran cair dan gas, seperti yang ditunjukkan pada gambar, di mana titik 4 berada di dalam kubah garis jenuh [16]. Jumlah kalor yang diserap oleh evaporator adalah:

$$Q_e = \dot{m}(h_1 - h_4) \quad (4)$$

Kapasitas pendinginan, dilambangkan dengan Q_e (kW), serta laju aliran massa refrigeran, diwakili oleh \dot{m} ($\frac{kg}{s}$), adalah faktor-faktor kunci dalam penilaian efisiensi sistem pendinginan. Entalpi refrigeran saat memasuki evaporator (h_4) dan saat keluar dari evaporator (h_1) juga merupakan parameter-parameter yang diperhatikan dalam analisis kinerja keseluruhan dari proses pendinginan. Evaluasi perubahan entalpi ini memberikan pemahaman yang penting dalam mengevaluasi efektivitas sistem pendinginan dalam menyerap dan membuang panas.

2.2. Koefisien Kinerja Pada Sistem Refrigerasi

Selain kinerja kompresor dan kemampuan evaporator dalam menyerap panas, dalam sistem refrigerator kompresi uap juga dikenal istilah Koefisien Kinerja atau disebut juga *Coefficient of Performance* (COP), yang merupakan rasio antara kapasitas penyerapan panas di evaporator dengan kerja yang dilakukan oleh kompresor. Nilai COP ini mencerminkan efisiensi sebenarnya dari sistem. Selain itu, ada juga istilah COP Carnot, yang merupakan nilai ideal dari COP, diasumsikan bahwa kalor yang dilepaskan di kondensor sama dengan kalor yang diserap di evaporator ditambah dengan energi yang dikeluarkan oleh kompresor.

Selain COP, ukuran kinerja sistem yang lain adalah efisiensi refrigerasi, yang didefinisikan sebagai rasio antara COP aktual dengan COP siklus Carnot pada temperatur kerja yang sama. Ketika *cold room*

digunakan, daya yang dikonsumsi tergantung pada daya kompresor, dengan lama pemakaian *cold room* sekitar 20 jam sehari. Oleh karena itu, untuk menghitung daya yang terpakai, dapat digunakan rumus berikut:

$$P = V.I. \cos \varphi \quad (5)$$

dimana,

P = Daya (*Watt*)

V = Tegangan (*Volt*)

I = Arus (*Ampere*)

$\cos \varphi$ = ketentuan faktor daya nilai, yang sering digunakan adalah 0,8

Sehingga biaya konsumsi listrik harian dan bulanan dapat diasumsikan menggunakan rumus:

$$(\text{Pemakaian per hari}) = \left(\frac{P}{1,000} \right) x (\text{waktu pemakaian})$$

$$(\text{Pemakaian per bulan}) = (\text{pemakaian per hari} x 30)$$

Oleh karena itu, untuk menentukan total biaya listrik yang dikeluarkan dalam satu bulan, kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$(\text{biaya listrik}) = (\text{pemakaian per bulan}) x (\text{tarif dasar listrik})$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap varietas cabai memiliki karakteristik fisik yang berbeda, seperti ukuran, kadar air, dan densitas. Varietas cabai dengan kadar air lebih tinggi memerlukan lebih banyak energi untuk mendinginkan dan mempertahankan suhu rendah. Ini karena air memiliki kapasitas panas spesifik yang tinggi, sehingga membutuhkan lebih banyak energi untuk menurunkan dan menjaga suhunya. Ukuran dan bentuk cabai mempengaruhi kecepatan pendinginan. Cabai yang lebih besar atau memiliki bentuk yang tidak seragam mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk didinginkan secara merata, meningkatkan beban pendinginan. Sedangkan dari segi lainnya, cabai dengan densitas lebih tinggi memerlukan lebih banyak energi untuk mendinginkan karena massa yang lebih besar per unit volume.

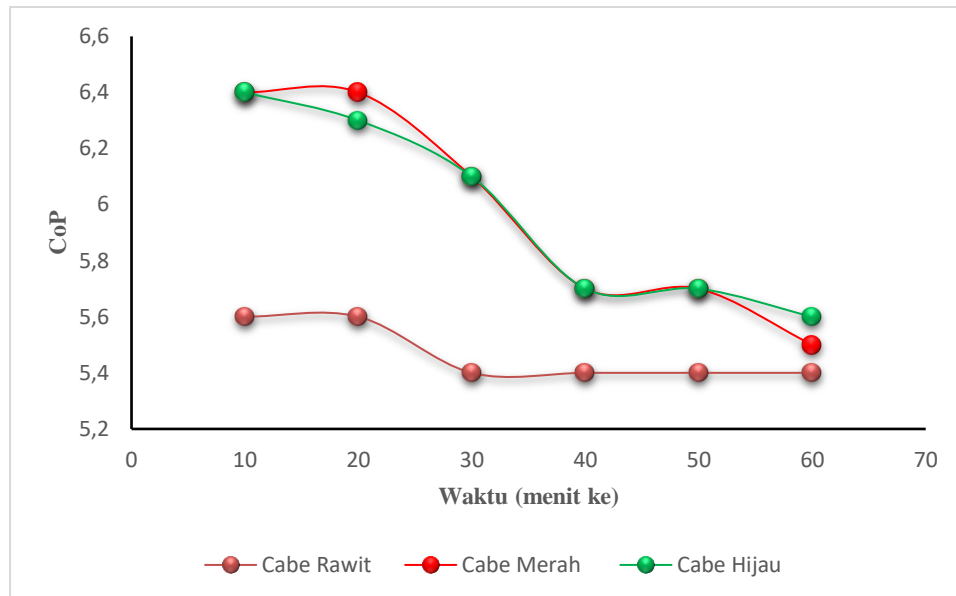
Karakteristik fisik dan kimia dari varietas cabai juga berpengaruh terhadap kinerja *cold room*. Cabai mengandung berbagai senyawa seperti capsaicin, yang dapat mempengaruhi kecepatan pelepasan panas saat pendinginan. Cabai dengan kandungan capsaicin lebih tinggi mungkin memiliki karakteristik pelepasan panas yang berbeda. Beberapa varietas cabai mungkin lebih rentan terhadap kerusakan fisik selama penyimpanan pada suhu rendah, yang bisa mempengaruhi stabilitas termal di dalam *cold room*. Kerusakan fisik bisa meningkatkan laju respirasi, yang berarti lebih banyak panas yang dilepaskan ke lingkungan.

Sehingga efisiensi energi *cold room* dapat dipengaruhi oleh sifat termal dari varietas cabai yang disimpan. Setiap varietas cabai memiliki laju respirasi yang berbeda. Laju respirasi yang lebih tinggi menghasilkan lebih banyak panas, yang berarti sistem pendingin harus bekerja lebih keras untuk menjaga suhu rendah. Proses transpirasi (kehilangan air melalui permukaan cabai) juga dapat berbeda antar varietas, mempengaruhi kelembaban dalam *cold room* dan pada akhirnya mempengaruhi kinerja pendinginan.

Dari perhitungan dalam mencari kinerja pada mesin *cold room*, dengan menggunakan persamaan diatas maka didapat hasil perbandingan yang ditunjukkan melalui Gambar 3 dan Gambar 4.

3.1. Pengaruh Varietas Cabai Terhadap Kinerja COP Cold Room

Dilihat dari gambar 3 Perbandingan COP *cold room* dengan varietas cabai pada menit ke-50 nilai COP cabai rawit sebesar 5, nilai COP cabai merah 5,7, dan nilai COP cabai hijau sebesar 5,7. Pada Menit ke-50 temperature kabin yang menggunakan cabai rawit sudah tercapai sedangkan temperature kabin yang menggunakan cabai hijau dan cabai merah tercapai pada menit ke-70. Pada menit ke-60 sebelum mesin mengalami off, nilai COP cabai hijau lebih tinggi dibandingkan dengan cabai merah yaitu nilai COP aktual cabai hijau sebesar 5,6 dan nilai COP cabai merah sebesar 5,5. Maka semakin besar nilai COP dalam keadaan mesin running maka unit *cold room* semakin stabil.

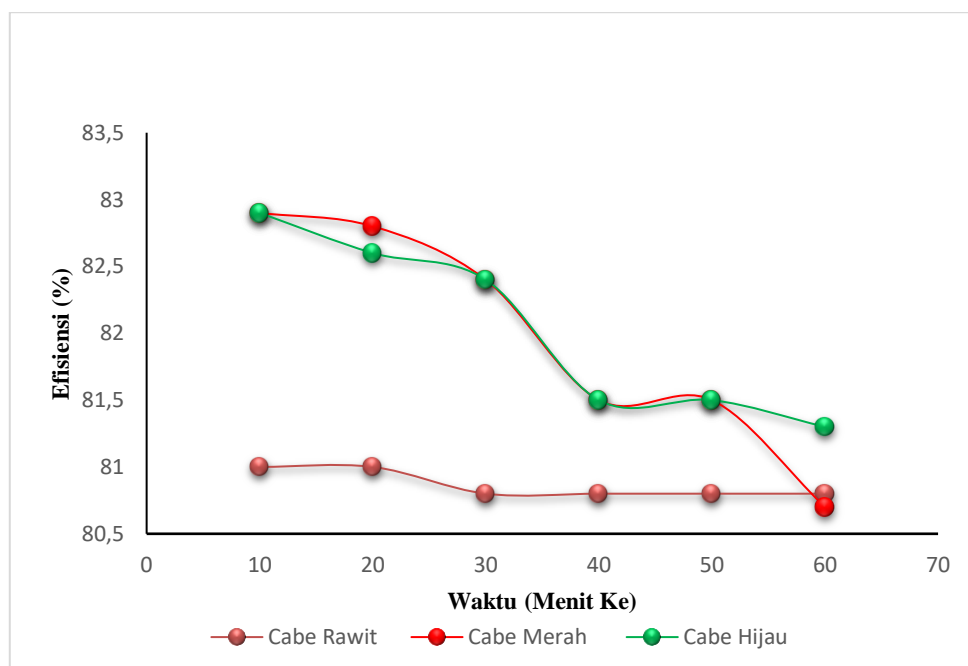


Gambar 3. Perbandingan pengaruh varietas cabai terhadap kinerja COP *cold room*

Selanjutnya dapat diketahui pada menit ke-50 nilai kinerja *cold room* yang menggunakan cabai hijau lebih tinggi dibandingkan dengan cabai rawit dan cabai merah tetapi pada menit tersebut temperature kabin yang menggunakan cabai rawit sudah tercapai sedangkan temperature kabin yang menggunakan cabai merah dan cabai hijau belum tercapai.

Faktor tingginya nilai COP cabai hijau yaitu cabai hijau memiliki ketebalan kulit buah yang lebih tebal dari cabai rawit dan cabai merah. Kandungan kadar air pada cabai hijau juga lebih banyak dari cabai merah dan cabai rawit. Cabai hijau dan cabai merah hampir sama dalam mempengaruhi kinerja *cold room* karena pada ketebalan kulit buah dan kandungan air pada buah hanya memiliki kesamaan.

3.2. Pengaruh Varietas Cabai Terhadap Kinerja Efisiensi *Cold Room*



Gambar 4. Perbandingan pengaruh varietas cabai terhadap kinerja efisiensi *cold room*

Dilihat dari Gambar 4 Perbandingan efisiensi *cold room* dengan varietas cabai pada menit ke-50 nilai efisiensi cabai rawit sebesar 80,8%, nilai efisiensi cabai merah sebesar 81,5%, dan nilai efisiensi cabai hijau sebesar 81,5%.

Pada Menit ke-50 temperature pada kabin yang menggunakan cabai rawit sudah tercapai sedangkan temperature pada kabin yang menggunakan cabai hijau dan cabai merah tercapai pada menit ke-70. Pada menit ke-60 sebelum mesin off nilai efisiensi cabai hijau lebih tinggi dibandingkan dengan cabai merah yaitu nilai efisiensi cabai hijau sebesar 81,3%, dan nilai efisiensi cabai merah sebesar 80,7%, Semakin tinggi nilai efisiensi dalam keadaan mesin running maka mesin tersebut kinerjanya sangat baik atau lebih stabil. Dilihat dari gambar 6 Perbandingan efisiensi *cold room* dengan varietas cabai pada menit ke-50 nilai efisiensi cabai rawit sebesar 80,8%, nilai efisiensi cabai merah sebesar 81,5%, dan nilai efisiensi cabai hijau sebesar 81,5%.

Pada Menit ke-50 temperature pada kabin yang menggunakan cabai rawit sudah tercapai sedangkan temperature pada kabin yang menggunakan cabai hijau dan cabai merah tercapai pada menit ke-70. Pada menit ke-60 sebelum mesin off nilai efisiensi cabai hijau lebih tinggi dibandingkan dengan cabai merah yaitu nilai efisiensi cabai hijau sebesar 81,3%, dan nilai efisiensi cabai merah sebesar 80,7%, Semakin tinggi nilai efisiensi dalam keadaan mesin running maka mesin tersebut kinerjanya sangat baik.

3.3. Biaya Listrik Perbulan

Kinerja yang ditunjukkan melalui nilai efisiensi dan COP selanjutnya dibandingkan yang ditunjukkan melalui Tabel 1. Selain itu, perhitungan biaya listrik perbulannya juga didapatkan melalui perhitungan berdasarkan tarif dasar listrik yang berlaku [17] lalu dapat dibandingkan. Data perbandingan tersebut dapat selanjutnya dianalisa jenis cabai mana yang lebih efektif dan efisien jika disimpan menggunakan *cold room* yang telah didesain.

Tabel 1. Perbandingan nilai COP, efisiensi, dan biaya listrik untuk berbagai varietas cabai pada *cold room*

Jenis Beban	Rata-rata COP	Rata-rata efisiensi (%)	Biaya listrik per bulan (Rp)
Cabai Rawit	5,47	80,87	49.832,00
Cabai Merah	5,97	81,97	51.110,00
Cabai Hijau	5,97	82,03	51.110,00

Dari perhitungan biaya perbulan bahwa *cold room* dengan menggunakan produk varietas cabai yang memiliki biaya terbilang murah adalah dengan produk cabai rawit. Penggunaan produk cabai rawit dapat menghemat energi tiap bulannya karena temperature pada kabin yang menggunakan cabai rawit lebih cepat tercapai sehingga mesin lebih cepat off. Dilihat pada Tabel 1 menjelaskan bahwa untuk cabai rawit tertera biaya Rp. 49.832 dan untuk cabai merah serta cabai hijau tertera biaya Rp. 51.110 untuk setiap bulannya.

4. PENUTUP

Berdasarkan analisis data yang dilakukan terhadap kinerja mesin *cold room*, ditemukan beberapa temuan penting. Varietas cabai memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja *cold room*, terutama dalam hal Koefisien Performa (COP) dan efisiensi. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa pada menit ke-50, nilai COP dan efisiensi *cold room* dengan cabai hijau cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan cabai rawit dan cabai merah tertinggi adalah 6,4. Namun, temperature pada kabin yang menggunakan cabai rawit telah mencapai target pada menit tersebut, sementara kabin dengan cabai hijau dan cabai merah mencapainya lebih lambat, pada menit ke-70. Faktor penyebab perbedaan ini adalah ketebalan kulit buah dan kandungan air pada masing-masing varietas cabai. Selain itu, efisiensi pada *cold room* yang menggunakan cabai rawit terbukti lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan cabai hijau dan cabai merah. Evaluasi biaya listrik per bulan juga menunjukkan bahwa *cold room* yang menggunakan cabai rawit memiliki biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan cabai merah atau hijau. Oleh karena itu, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan cabai rawit sebagai pilihan yang lebih ekonomis dan efisien dalam penyimpanan menggunakan *cold room*. Evaluasi ini dapat menjadi landasan bagi desain *cold room* yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Zahara, N. S. Wisnujati, and E. Siswati, “Analisis Produk Dan Produktifitas Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L) di Indonesia,” *Sosio Agribisnis*, vol. 22, no. 1, pp. 18–29, 2021.
- [2] Satiavani Gusti, “Teknologi Pengolahan Cabai Merah,” STP, 2015.
- [3] Rukmana, *Teknologi Pengolahan Cabai Merah*. 1997.
- [4] D. M. Maharani, A. Latriyanto, V. Rafianto, S. V. Y. S. Putri, and K. Khasanah, “Rancang Bangun Hypobaric storage Sebagai Alat Penyimpanan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.),” *agriTECH*, vol. 39, no. 2, pp. 143–152, 2019, doi: 10.22146/agritech.37230.
- [5] E. R. M. A. P. Lilipaly, E. B. Pattikayhatu, and E. Effendy, “Efisiensi Water Misting System Dalam Mempertahankan Kualitas Sayur,” *J. Simetrik*, vol. 13, no. 1, pp. 650–655, 2023, doi: 10.31959/js.v13i1.1240.
- [6] ASHRAE, *Refrigeration Hand Book*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and air-conditioning Engineers, inc, 2006.
- [7] J. Parera, L. M. Nubatonis, and Z. Malelak, “OPTIMASI SUHU DAN WAKTU PENYIMPANAN TERHADAP KUALITAS CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.) JENIS CAKRA,” in *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat (Senadiba)*, 2021, pp. 191–197.
- [8] Santika, “Pengaruh Jenis Bahan Pengemas Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C Dan Susut Berat Cabai Rawit.,” 2004.
- [9] T. M., “Analisis Pendapatan Usaha Tani Dan Penanganan PascapanenCabai Merah,” *J. Litbang Pertan.*, vol. 30, no. 2, pp. 66–72, 2011.
- [10] Fajri Rifail, “Cabai Merah: Tinjauan Pustaka,” Bekasi Barat, 2014. [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/35216>.
- [11] Zain, *Sifat-sifat fisik pada Psikrometrik*. 2005.
- [12] J. David H, “Pengelolaan Cabai Untuk Memperpanjang Masa Simpan,” *J. Pertan. Agros*, vol. 22, no. 2, pp. 290–298, 2020.
- [13] Khoirunnisa, T. Rohmayanti, U. Budiharti and R. Tjahjohutomo, "Karakteristik Fisik dan Kadar Air Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) dengan Variasi Kondisi dan Kemasan Penyimpanan," *Karimah Tauhid*, vol. 3, no. 6, pp. 6445-6456, 2024.
- [14] M. Iqbal, H. Priatna, and N. Handayani, “PENGARUH EFISIENSI BIAYA OPERASIONAL DAN EFEKTIVITAS MODAL KERJA TERHADAP PERTUMBUHAN LABA PADA PT. TUJUH PILAR SARANA,” *AKURAT (Jurnal Ilm. Akuntansi)*, vol. 11, no. 3, pp. 1–15, 2020.
- [15] Sapto Widodo and S. Hasan, *Sistem Refrigerasi Dan Tata Udara Jilid 1*, 1st ed. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [16] Sapto Widodo and S. Hasan, *Sistem Refrigerasi Dan Tata Udara Jilid 2*, 2nd ed. SMK/oleh Sapto Widodo, Syamsuri Hasan ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [17] Windy Hermawan Mitrakusuma, A. Badarudin, and T. Sutandi, *Panduan Praktikum Instalasi Sistem Refrigerasi*. Bandung, 2008.
- [18] PT. PLN, “Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik Tahun 2015.,” 2015. <https://web.pln.co.id/cms/media/siaran-pers/2015/06/penyesuaian-tarif-listrik-periode-juni-2015/> (accessed Aug. 05, 2015).