

**TUGAS AKHIR**

**TEKNIK PENGERINGAN BEKU MENGGUNAKAN  
*WATER COOLING* EFEK *PELTIER* PADA CENGKEH  
DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2026**

## ABSTRAK

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan salah satu komoditas rempah yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dimanfaatkan pada industri rokok kretek, farmasi, kosmetik, serta pangan. Pengeringan cengkeh secara konvensional masih bergantung pada sinar matahari sehingga memerlukan waktu yang lama dan sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi laju aliran air pada sistem *water cooling* berbasis efek Peltier terhadap kinerja sistem pendingin dan hasil pengeringan beku cengkeh.

Penelitian menggunakan dua modul termoelektrik Peltier TEC1-12709 yang dipadukan dengan sistem *water cooling*. Variasi laju aliran air yang digunakan yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5 L/menit dengan waktu pendinginan selama 12 jam. Parameter yang diamati meliputi temperatur ruang pendinginan, *Coefficient of Performance* (COP), laju pendinginan, penyusutan massa cengkeh, serta kualitas hasil pengeringan. Hasil pengeringan beku juga dibandingkan dengan metode pengeringan konvensional dan pengeringan menggunakan dehydrator.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran air mampu meningkatkan pelepasan kalor pada sisi panas modul Peltier sehingga temperatur ruang pendinginan menjadi lebih rendah. Temperatur minimum yang dicapai sistem adalah sekitar  $-5^{\circ}\text{C}$  pada laju aliran 2,5 L/menit. Nilai COP juga meningkat seiring bertambahnya laju aliran air, yang menunjukkan peningkatan efisiensi sistem pendingin. Pengeringan beku menghasilkan kualitas cengkeh yang lebih baik dibandingkan pengeringan konvensional, ditandai dengan warna, bentuk, dan tekstur yang lebih terjaga.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem *water cooling* berbasis efek Peltier dengan variasi laju aliran air mampu meningkatkan kinerja pendinginan dan memberikan hasil pengeringan beku yang lebih baik sehingga berpotensi menjadi alternatif metode pengeringan cengkeh.

**Kata kunci:** cengkeh, pengeringan beku, efek Peltier, *water cooling system*, laju aliran air, *Coefficient of Performance* (COP).

## **ABSTRACT**

*Clove (*Syzygium aromaticum*) is one of Indonesia's important spice commodities with high economic value and is widely used in the cigarette, pharmaceutical, cosmetic, and food industries. Conventional clove drying still relies on solar energy, requiring a relatively long drying time and being highly dependent on weather conditions. This study aimed to analyze the effect of water flow rate variation in a Peltier-based water cooling system on the cooling performance and freeze-drying process of cloves.*

*The cooling system consisted of two TEC1-12709 thermoelectric modules integrated with a water cooling system. Water flow rates of 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, and 2.5 L/min were applied with a cooling duration of 12 hours. The observed parameters included cooling chamber temperature, coefficient of performance (COP), cooling rate, clove mass reduction, and drying quality. The freeze-drying results were also compared with conventional sun drying and dehydrator drying methods.*

*The results showed that increasing the water flow rate improved heat dissipation from the hot side of the Peltier modules, resulting in lower cooling chamber temperatures. The lowest temperature achieved by the system was approximately  $-5^{\circ}\text{C}$  at a flow rate of 2.5 L/min. The COP also increased with increasing water flow rate, indicating improved cooling efficiency. Freeze drying produced better clove quality than conventional drying by preserving the color, shape, and texture of the cloves.*

*In conclusion, the Peltier-based water cooling system with water flow rate variation improved the cooling performance and produced a more effective freeze-drying process. Therefore, this system has the potential to serve as an alternative method for drying cloves, particularly under unfavorable weather conditions.*

**Keywords:** *clove, freeze drying, Peltier effect, water cooling system, water flow rate, coefficient of performance (COP).*