

## SIMULASI PERPINDAHAN PANAS DAN MASSA PADA BUAH SALAK (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) SELAMA PENYIMPANAN DENGAN GEOMETRI AKTUAL BERBASIS *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

### INTISARI

Oleh:

Neyreza Arviana Putri  
21/478370/TP/13184

Buah salak (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) memiliki sifat yang mudah rusak setelah dipanen yang dapat menurunkan mutu buah. Evaluasi kualitas menjadi hal yang krusial untuk diperhatikan, terutama dalam hal perubahan suhu dan kadar air yang dapat memengaruhi mutu buah karena salak menjadi komoditas ekspor unggulan di Indonesia. Pengetahuan mengenai fenomena perpindahan panas dan massa selama penyimpanan menjadi hal yang sangat penting untuk upaya menjaga kualitas dan memperpanjang masa simpan. Teknik evaluasi ini dapat dilakukan secara non-destruktif melalui pendekatan secara komputasi untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi penyimpanan yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk (i) membangun model *Computational Fluid Dynamics* (CFD) yang dapat mensimulasikan distribusi suhu dan kadar air buah salak; (ii) menganalisis pengaruh variasi suhu dan kelembapan relatif (RH) ruangan penyimpanan serta geometri buah terhadap perubahan suhu, kadar air, susut bobot, dan kelembapan efektif air buah; dan (iii) validasi model prediksi dengan eksperimen. Komputasi perpindahan panas dan massa dilakukan dengan menggunakan *software* COMSOL *Multiphysics* dalam bentuk model *Computational Fluid Dynamics* (CFD). CFD digunakan untuk menentukan kondisi penyimpanan dengan suhu dan RH ruangan penyimpanan yang divariasikan (8°C dan 90%, 18°C dan 85%, 25°C dan 80%). Penelitian ini juga dilakukan pada lima geometri salak dengan ukuran yang berbeda-beda. Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka waktu yang dibutuhkan untuk distribusi suhu yang merata lebih cepat, kadar air menurun, susut bobot meningkat dan difusivitas efektif air juga meningkat. Sementara itu, perbedaan geometri belum mampu memprediksi perubahan parameter selama penyimpanan. Suhu, susut bobot, dan kadar air buah digunakan untuk validasi. Suhu buah salak yang diprediksi menunjukkan hasil yang kuat dengan data eksperimen yang memiliki nilai *error* yang cukup rendah. Sementara itu, susut bobot menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,987 dan kadar air sebesar 0,001. Model ini dapat dikembangkan menjadi *digital twins* untuk mengontrol proses penyimpanan dengan menggunakan masukan terukur berupa kondisi penyimpanan seperti suhu dan kadar air.

**Kata kunci** : Salak, evaluasi kualitas, perpindahan panas dan massa, *Computational Fluid Dynamics*

**SIMULATION OF HEAT AND MASS TRANSFER IN SNAKE FRUIT  
(*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) DURING STORAGE USING ACTUAL  
GEOMETRY BASED ON COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

**ABSTRACT**

**By:**

**Neyreza Arviana Putri**  
**21/478370/TP/13184**

Snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) has properties that make it prone to spoilage after harvesting, which can reduce fruit quality. Quality evaluation is crucial, especially in terms of changes in temperature and moisture content that can affect fruit quality, as snake fruit is a leading export commodity in Indonesia. Understanding the phenomena of heat and mass transfer during storage is vital for maintaining quality and extending shelf life. This evaluation technique can be performed non-destructively through computational approaches to obtain information on optimal storage conditions. This study aims to (i) develop a Computational Fluid Dynamics (CFD) model capable of simulating temperature and moisture content distribution in snake fruit; (ii) analyze the effects of variations in storage room temperature and relative humidity (RH), as well as fruit geometry, on changes in temperature, moisture content, weight loss, and effective moisture content of the fruit; and (iii) validate the predictive model through experiments. Heat and mass transfer calculations were performed using COMSOL Multiphysics software in the form of a Computational Fluid Dynamics (CFD) model. CFD was used to determine storage conditions with varying storage room temperatures and RH (8°C and 90%, 18°C and 85%, 25°C and 80%). This study was also conducted on five different geometries of snake fruit with varying sizes. As storage temperature increases, the time required for uniform temperature distribution decreases, water content decreases, weight loss increases, and effective water diffusivity also increases. Meanwhile, geometric differences were unable to predict parameter changes during storage. Temperature, weight loss, and moisture content of the fruit were used for validation. The predicted temperature of snake fruit shows strong results with experimental data that has a fairly low error value. Meanwhile, weight loss shows a significance value of 0.987 and moisture content of 0.001. This model can be developed into digital twins to control the storage process using measurable inputs such as storage conditions like temperature and moisture content.

**Keywords** : Snake fruit, quality evaluation, heat and mass transfer, Computational Fluid Dynamics