

## KOMPUTASI PERPINDAHAN GAS RESPIRASI PADA CABAI RAWIT MERAH BERBASIS X-RAY COMPUTED TOMOGRAPHY DAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

### INTISARI

Oleh:

**WARDA FEBRIANTI**  
**20/456407/TP/12702**

Harga jual cabai rawit merah (*Capsicum frutescens* L.) yang kerap mengalami fluktuasi karena tingkat kebutuhan tidak sebanding dengan ketersediaan, serta mudah mengalami kerusakan menjadi alasan utama diperlukan penanganan pascapanen untuk menjaga kualitas cabai rawit merah. *Controlled Atmosphere Storage* (CAS) dapat digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas produk pertanian, namun belum adanya informasi kondisi penyimpanan yang optimal untuk cabai rawit merah. Penentuan kondisi penyimpanan yang optimal dapat dilakukan melalui pendekatan secara komputasi. Penelitian ini bertujuan untuk memvisualisasi struktur fisik cabai rawit merah, memetakan konsentrasi gas respirasi, memprediksi kerusakan internal, merekomendasikan kondisi udara penyimpanan optimal, serta mengetahui pengaruh model sederhana (silinder) terhadap konsentrasi gas internal. Komputasi perpindahan gas respirasi dilakukan menggunakan X-ray Computed Tomography dan Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan software COMSOL Multiphysics. X-Ray CT digunakan untuk membuat model virtual cabai rawit merah. CFD digunakan untuk komputasi dan diatur pada kondisi batas dengan 2 variasi konsentrasi CO<sub>2</sub> (0,10 kPa dan 5,07 kPa) serta 5 variasi konsentrasi O<sub>2</sub> (0,10 kPa, 3,04 kPa, 9,12 kPa, 15, 20 kPa, dan 21,28 kPa) pada suhu panas (36°C), suhu ruang (30°C) dan suhu dingin (10°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa scanning X-ray CT dapat memvisualisasikan cabai rawit merah secara makro dalam bentuk 3D. Peningkatan kecepatan udara (perbandingan 0,15 m/s dan 1 m/s) pada ruang simpan berpengaruh signifikan terhadap pemerataan distribusi konsentrasi gas eksternal cabai rawit merah. Konsentrasi gas internal cabai rawit merah dipengaruhi oleh ukurannya. Semakin besar ukuran cabai rawit merah semakin rendah konsentrasi O<sub>2</sub> dan semakin tinggi konsentrasi CO<sub>2</sub>. Kerusakan internal terjadi pada keseluruhan cabai rawit merah yang disimulasi pada suhu 36°C, 30°C, dan 10°C dengan kondisi 0,10 kPa (O<sub>2</sub>) – 0,10 kPa (CO<sub>2</sub>) serta kondisi 0,10 kPa (O<sub>2</sub>) - 5,07 kPa (CO<sub>2</sub>) (melebihi nilai RQ (*Respiratory Quotient*) limit) Adapun kondisi penyimpanan optimal dapat dilakukan pada suhu 10°C dengan konsentrasi 3,04 kPa O<sub>2</sub> dan 5,07 kPa CO<sub>2</sub>. Model geometri sederhana (silinder) tidak mampu memprediksi gradien konsentrasi yang terjadi selama penyimpanan.

**Kata kunci** : X-ray CT, karbon dioksida, oksigen, CFD, penyimpanan

**Pembimbing** : Bayu Nugraha, S.T.P., M.Sc., Ph.D., IPM.; Hanim Zuhrotul Amanah, S.T.P., M.P., Ph.D., IPU.

**COMPUTATION OF RESPIRATIONAL GAS TRANSFER IN RED  
CAYENNE PEPPER BASED ON X-RAY COMPUTED TOMOGRAPHY AND  
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

**ABSTRACT**

**By:**

**WARDA FEBRIANTI**  
**20/456407/TP/12702**

*The selling price of red cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) often fluctuates due to an imbalance between demand and availability, and their susceptibility to damage, is the primary reason for requiring post-harvest handling to maintain their quality. Controlled Atmosphere Storage (CAS) can extend shelf life and preserve the quality of agricultural products, but there is currently no information on optimal storage conditions for red cayenne pepper. Determination of optimal storage conditions can be achieved through a computational approach. This study aims to visualize the physical structure of red cayenne pepper, map the respiration gas concentrations, predict internal damage, recommend optimal storage air conditions, and determine the effect of using a simple model (cylinder) on internal gas concentrations. Computational gas displacement was conducted using X-ray Computed Tomography and Computational Fluid Dynamics (CFD) with COMSOL Multiphysics software. X-ray CT was utilized to create a virtual model of red cayenne pepper. CFD simulations were conducted under boundary conditions with 2 variations of CO<sub>2</sub> concentrations (0.10 kPa and 5.09 kPa) and 5 variations of O<sub>2</sub> concentration (0.10 kPa, 3.04 kPa, 9.12 kPa, 15, 20 kPa, and 21.28 kPa) at hot (36°C), room (30°C) and cold (10°C) temperatures. The results showed that X-ray CT scanning could visualize red cayenne pepper in macro 3D form. Increasing air velocity (comparison of 0.15 m/s and 1 m/s) in storage significantly affected the uniform distribution of external gas concentrations of red cayenne peppers. Internal gas concentrations in red cayenne peppers were influenced by their size, with larger peppers exhibiting lower O<sub>2</sub> concentrations and higher CO<sub>2</sub> concentrations. Internal damage occurred across all simulated conditions at 36°C, 30°C, and 10°C temperatures with conditions of 0,10 kPa (O<sub>2</sub>) – 0,10 kPa (CO<sub>2</sub>) and 0,10 kPa (O<sub>2</sub>) - 5,07 kPa (CO<sub>2</sub>) (exceeding the RQ limits). The optimal storage conditions were identified at 10°C with 3,04 kPa (O<sub>2</sub>) – 5,07 kPa (CO<sub>2</sub>) concentration. The simple geometric model (cylinder) was inadequate in predicting gas concentration gradients occurring during storage.*

**Keywords** : X-ray CT, carbon dioxide, oxygen, CFD, storage

**Supervisors** : Bayu Nugraha, S.T.P., M.Sc., Ph.D., IPM.; Hanim Zuhrotul Amanah, S.T.P., M.P., Ph.D., IPU.