

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

### INTISARI

Oleh:

**IRA AYUNINGSIH**  
**19/440311/TP/12420**

Tingkat kebutuhan bawang merah (*Allium cepa* L.) yang tidak pernah surut sepanjang tahun menjadi alasan utama diperlukan adanya penanganan pascapanen yang tepat untuk mempertahankan kualitas bawang merah. Salah satunya adalah penyimpanan. Di Indonesia, *Controlled Atmosphere Storage* telah banyak digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas produk dalam jangka waktu yang lebih lama dibandingkan penyimpanan tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk memvisualisasi struktur fisik bawang merah, memetakan konsentrasi gas respirasi ( $O_2$  dan  $CO_2$ ) dan adanya prediksi kerusakan internal, serta mengetahui pengaruh penggunaan model sederhana (bola) terhadap konsentrasi gas internal. Komputasi perpindahan gas dilakukan menggunakan X-ray *Computed Tomography* dan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan *software* COMSOL Multiphysics. X-ray CT digunakan untuk membuat model virtual bawang merah. Pada komputasi menggunakan CFD, diatur variasi kondisi dengan kondisi batas  $0,1 \text{ kPa } (O_2) - 0,1 \text{ kPa } (CO_2)$ ;  $5,07 \text{ kPa } (O_2) - 2,03 \text{ kPa } (CO_2)$ ; dan  $0,1 \text{ kPa } (O_2) - 50,66 \text{ kPa } (CO_2)$ . Kondisi-kondisi batas tersebut disimulasikan pada suhu ruang ( $27^\circ\text{C}$ ) dan suhu dingin ( $7^\circ\text{C}$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *scanning* X-ray CT mampu untuk memvisualisasikan bawang merah secara makro dalam bentuk 3-dimensi. Konsentrasi gas eksternal yang terdapat pada ruang simpan (kotak *representative elementary volume* (REV) yang merupakan volume terkecil untuk merepresentasikan keseluruhan objek dalam ukuran sebenarnya) bawang merah menunjukkan pemerataan distribusi seiring dengan meningkatnya kecepatan udara (perbandingan  $0,15 \text{ m/s}$  dan  $1 \text{ m/s}$ ) yang diinjeksikan melalui sisi *inlet*. Semakin besar ukuran umbi bawang merah semakin rendah konsentrasi  $O_2$  dan semakin tinggi konsentrasi  $CO_2$  di pusat massa bawang merah. Adapun kerusakan internal terbesar terjadi pada kondisi  $0,1 \text{ kPa } (O_2) - 0,1 \text{ kPa } (CO_2)$  di suhu ruang yang mencapai nilai RQ sebesar 8 (melebihi RQ limit (3,49)) dengan prediksi kerusakan 100% (fermentasi total) dan kondisi  $0,1 \text{ kPa } (O_2) - 0,1 \text{ kPa } (CO_2)$  di suhu dingin yang mencapai nilai RQ sebesar 7 (melebihi RQ limit (3,38)) dengan prediksi kerusakan 40,98%. Dalam hal ini, model geometri sederhana (bola) tidak mampu memprediksi gradien konsentrasi gas dan kerusakan internal yang terjadi selama penyimpanan.

**Kata kunci** : CFD, karbon dioksida, kerusakan internal, oksigen, penyimpanan

**Pembimbing** : Bayu Nugraha, S.T.P., M.Sc., Ph.D.; Dr. Joko Nugroho Wahyu Karyadi, S.T.P., M.Eng.

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

### **ABSTRACT**

**By:**

**IRA AYUNINGSIH**  
**19/440311/TP/12420**

*The level of demand for onions (*Allium cepa* L.) that never recedes throughout the year is the main reason for the need for proper post-harvest handling to maintain the quality of onions. One of them is storage. In Indonesia, Controlled Atmosphere Storage has been widely used to extend shelf life and maintain product quality for a longer period than traditional storage. This study aims to visualize the physical structure of onions, map the concentration of respiration gases ( $O_2$  and  $CO_2$ ) and the prediction of internal browning, and determine the effect of using a simple model (sphere) on internal gas concentration. Computation of gas transfer was performed using X-ray Computed Tomography and Computational Fluid Dynamics (CFD) with COMSOL Multiphysics software. X-ray CT was used to create a virtual model of onions. In the computation using CFD, a variety of treatments with boundary conditions of 0.1 kPa ( $O_2$ ) - 0.1 kPa ( $CO_2$ ); 5.07 kPa ( $O_2$ ) - 2.03 kPa ( $CO_2$ ); and 0.1 kPa ( $O_2$ ) - 50.66 kPa ( $CO_2$ ) were set. The boundary condition treatments were simulated at room temperature (27°C) and cold temperature (7°C). The results showed that X-ray CT scanning was able to visualize onions macro in 3-dimensional form. The external gas concentration in the onion storage room (representative elementary volume (REV) box which is the smallest volume to represent the whole object in real size) shows equitable distribution as the air velocity (0.15 m/s and 1 m/s comparison) injected through the inlet side increases. The larger the size of the onion bulb, the lower the  $O_2$  concentration and the higher the  $CO_2$  concentration at the center of the shallot mass. The largest internal damage occurred in the 0.1 kPa ( $O_2$ ) - 0.1 kPa ( $CO_2$ ) treatment at room temperature which reached an RQ value of 8 (exceeding the RQ limit (3.49)) with a prediction of 100% damage (total fermentation) and the 0.1 kPa ( $O_2$ ) - 0.1 kPa ( $CO_2$ ) treatment at cold temperature which reached an RQ value of 7 (exceeding the RQ limit (3.38)) with a prediction of 40,98% damage. In this case, the simple geometry model (sphere) was not able to predict the gas concentration gradient and internal damage that occurred during storage.*

**Keywords** : CFD, carbon dioxide, internal browning, oxygen, storage

**Supervisors** : Bayu Nugraha, S.T.P., M.Sc., Ph.D.; Dr. Joko Nugroho Wahyu Karyadi, S.T.P., M.Eng.