

Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Oksigen Udara Ruang terhadap Laju Respirasi Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) selama Penyimpanan

*Effect of Temperature and Oxygen Concentration on Respiration Rate of Mushrooms (*Volvariella volvacea*) during Storage*

Hanis Adila Lestari*
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem
Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto
*Email : hanisadilalestari@gmail.com

ABSTRACT

Mushrooms have a short shelf life. Therefore, an effort is needed to maintain the quality of mushroom by lowering the temperature and oxygen concentration of the storage room air. This study used a completely randomized design with temperature variations of 5 ° C, 15 ° C, and 28 ° C and variations in oxygen concentration of 3%, 12%, and 21%. Respiration rate measurement using a closed system. Respiration rate is calculated using the Michaelis-Menten equation. The interaction between temperature and oxygen concentration affects the respiration rate of O₂ and RQ. The best treatment in this study is storage at 15 ° C with storage of 3% oxygen concentration.

Keywords: *Temperature, Oxygen, Respiration, Storage, Volvariella volvacea*

ABSTRAK

Jamur merang memiliki umur simpan yang singkat. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu usaha untuk mempertahankan kualitas jamur merang dengan cara menurunkan suhu dan konsentrasi oksigen udara ruang simpan. Penelitian ini menggunakan desain rancangan acak lengkap dengan variasi suhu 5°C, 15°C, dan 28°C serta variasi konsentrasi oksigen 3%, 12%, dan 21%. Pengukuran laju respirasi menggunakan sistem tertutup. Laju respirasi dihitung dengan menggunakan persamaan Michaelis-Menten. Interaksi antara suhu dan konsentrasi oksigen berpengaruh terhadap laju respirasi O₂ dan RQ. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah penyimpanan pada suhu 15°C dengan penyimpanan konsentrasi oksigen 3%.

Kata Kunci: Suhu, Oksigen, Respirasi, Penyimpanan, *Volvariella volvacea*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jamur merang merupakan komoditas yang bernilai ekonomi tinggi dan memiliki kandungan gizi yang tinggi. Beberapa tahun terakhir, permintaan jamur segar meningkat karena berdasar dari cita rasa dan gizi sifat farmakologis. Meskipun potensi jamur meningkat,

jamur segar secara umum memiliki umur konsumsi yang pendek sebagai hasil metabolisme yang tinggi sehingga menghambat pemasaran dari jamur segar (Azevedo et al., 2014).

Mahajan et al. (2008), menjelaskan bahwa jamur (*Agaricus bisporus* L.) merupakan produk yang paling mudah rusak, biasanya umur simpan dari jamur adalah 1-3 hari pada suhu kamar. Jamur sangat sensitif terhadap tingkat kelembaban, tingkat air yang tinggi mendukung pertumbuhan mikrobia dan perubahan warna, sebaliknya rendahnya tingkat air menyebabkan hilangnya berat dan perubahan tekstur yang tidak diinginkan. Jamur segar yang masih bernafas mengambil sekitar 90% air dan memberikan uap air dalam jumlah besar. Uap air ini dapat terkumpul dalam kemasan, yang memungkinkan bakteri pembusuk untuk tumbuh dan menyebabkan jamur menjadi cokelat dan berbintik-bintik.

Respirasi pada produk hortikultura dapat menyebabkan terjadinya penurunan jumlah substrat, sehingga mengakibatkan penurunan rasa. Karena respirasi berpengaruh dalam proses penurunan kualitas dari suatu produk, pengukuran laju respirasi dapat dipergunakan untuk menentukan jenis penanganan pascapanen suatu produk hortikultura yang tepat.

Penyimpanan dengan udara terkendali merupakan salah satu teknologi yang paling penting dalam penyimpanan produk pertanian. Teknologi modifikasi atmosfer merupakan satu dari cara penyimpanan dimana tingkat konsentrasi O_2 lebih rendah dan tingkat konsentrasi CO_2 lebih tinggi, bila dibandingkan dengan udara normal (Marisi et al., 2016). *Modified atmosphere storage* (MAS) merupakan pengendalian yang presisi terhadap konsentrasi gas-gas di dalam ruang penyimpanan. Modifikasi komposisi gas akan dapat mengurangi respirasi produk dan menekan etilen yang berarti akan menunda pemasakan. Pada teknik ini udara di sekitar produk dirubah dengan komposisi udara lainnya. Akbarirad et al. (2013) menjelaskan bahwa terdapat pula rekomendasi pencampuran gas untuk jamur pada pengemasan termodifikasi dengan komposisi pencampuran O_2 (3-21%), CO_2 (5-15%) dan N_2 (65-92%).

Oleh karena itu, untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan dari jamur merang diperlukan teknologi penanganan pascapanen yang tepat. Pada penelitian ini, upaya untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan dilakukan dengan cara menurunkan suhu dan konsentrasi oksigen udara ruang simpan.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium dan dilakukan pada bulan Desember 2017 – Mei 2018.

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu jamur merang, gas nitrogen, dan gas oksigen. Jamur merang segar ini diambil dari petani dengan berat ± 100 gram untuk tiap toples/*chamber*.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat sampel yang akan digunakan. Timbangan dengan spesifikasi merk Camry.
2. O₂ dan CO₂ gas analyzer digunakan untuk mengukur konsentrasi oksigen dan konsentrasi karbondioksida.
3. Ruang pendingin (*cold storage*) digunakan untuk penyimpanan produk. *Cold storage* dengan spesifikasi merk Takagi CP-MC III dengan dimensi alat 2.82 m x 1.92 m x 2.1 m, *range temperature* -40°C sampai dengan +40°C.
4. Toples plastik digunakan sebagai wadah penyimpanan produk untuk mengetahui laju respirasi selama penyimpanan produk pada berbagai suhu.
5. Lilin malam digunakan untuk menutup celah pada toples plastik guna menghindari kebocoran.
6. Selotip/lakban digunakan untuk menutup bagian yang dipakai untuk mengukur laju respirasi.
7. Cutter/pisau/bor tangan digunakan untuk melubangi toples plastik.
8. Karet ban digunakan untuk mencegah kebocoran gas.
9. Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume produk.
10. Juicer/mortar digunakan untuk menghancurkan produk.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Perlakuan yang diberikan adalah variasi suhu simpan (T : 5°C, 15°C, ruang (28°C) serta komposisi oksigen di dalam kemasan (O₂ : 3%, 12%, 21%).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan penelitian

Oksigen (%)	Temperatur (°C)		
	5	15	Ruang (28)
3	T1O1	T2O1	T3O1
12	T1O2	T2O2	T3O2
21	T1O3	T2O3	T3O3

- T1O1 : Penyimpanan pada suhu 5°C dan kadar oksigen 3%
- T1O2 : Penyimpanan pada suhu 5°C dan kadar oksigen 12%
- T1O3 : Penyimpanan pada suhu 5°C dan kadar oksigen 21%
- T2O1 : Penyimpanan pada suhu 15°C dan kadar oksigen 3%
- T2O2 : Penyimpanan pada suhu 15°C dan kadar oksigen 12%
- T2O3 : Penyimpanan pada suhu 15°C dan kadar oksigen 21%
- T3O1 : Penyimpanan pada suhu ruang (28°C) dan kadar oksigen 3%
- T3O2 : Penyimpanan pada suhu ruang (28°C) dan kadar oksigen 12%
- T3O3 : Penyimpanan pada suhu ruang (28°C) dan kadar oksigen 21%

Variabel yang akan diukur pada penelitian ini, yaitu:

Laju Respirasi

Metode penentuan laju respirasi pada penelitian ini dilakukan dengan sistem tertutup atau statis. Pengukuran menggunakan O₂ dan CO₂ *gas analyzer* dengan cara menancapkan jarum ukur ke permukaan *chamber/toples*. Hasil keluaran dari alat ini adalah konsentrasi oksigen dan karbondioksida. Estimasi laju respirasi ditunjukkan pada persamaan 4 dan 5 (Fonseca *et al.*, 2002).

$$R_{O_2} = \frac{(y_{O_2}^{t_i} - y_{O_2}^{t_f}) \times V}{100 \times M \times (t_f - t_i)} \dots\dots\dots (1)$$

$$R_{CO_2} = \frac{(y_{CO_2}^{t_f} - y_{CO_2}^{t_i}) \times V}{100 \times M \times (t_f - t_i)} \dots\dots\dots (2)$$

dimana $y_{O_2}^{t_i}$ adalah konsentrasi oksigen awal, $y_{O_2}^{t_f}$ adalah konsentrasi oksigen akhir, V adalah volume bebas dari *chamber*, M adalah massa bahan, t_f waktu akhir, dan t_i adalah waktu awal.

Dari penelitian didapat nilai konsumsi O₂ dan nilai produksi CO₂. Perbandingan antara CO₂ yang diproduksi dengan konsumsi O₂ disebut dengan *respiratory quotient* (RQ).

$$RQ = \frac{\text{produksi CO}_2}{\text{konsumsi O}_2} \dots\dots\dots (3)$$

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan secara terperinci dilakukan sebagai berikut:

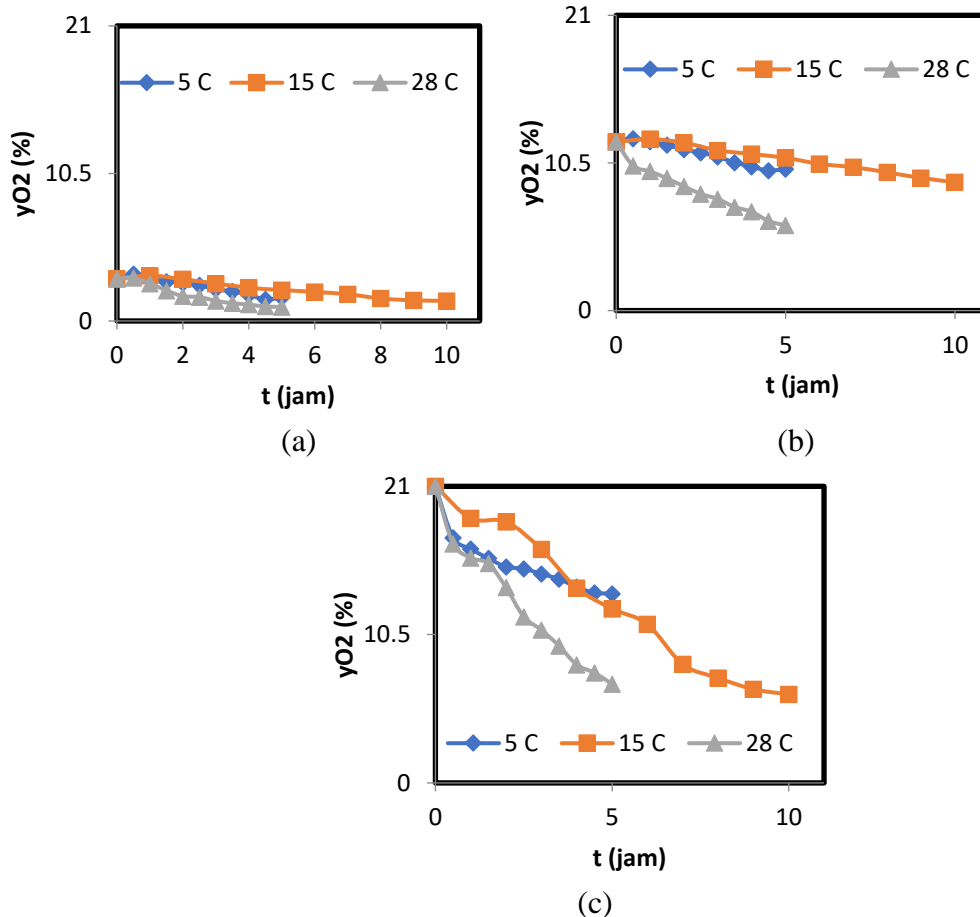
1. Metode pengukuran laju respirasi
 - a. Disiapkan toples yang akan digunakan sebagai tempat untuk pengukuran laju respirasi dari setiap suhu pengamatan.
 - b. Toples dilubangi sebanyak dua buah dan lubang dilengkapi dengan katup karet untuk mencegah terjadinya pertukaran gas di dalam toples dengan udara di luar toples serta satu lubang pada bagian depan untuk memasukkan gas N₂ dan satu lubang lagi pada bagian belakang untuk aliran gas yang keluar dari toples.
 - c. Jamur merang ditimbang sebanyak 100 gram untuk setiap suhu pengamatan.
 - d. Jamur merang yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam toples dan ditutup rapat. Bagian celah toples ditutup dengan lilin malam agar tidak bocor.
 - e. Gas N₂ dialirkan ke dalam toples hingga konsentrasi O₂ mencapai perlakuan pengamatan.
 - f. Bagian depan dan belakang toples ditutup dengan selotip.
 - g. Sampel diletakkan untuk setiap suhu pengamatan.
 - h. Perubahan konsentrasi O₂ dan CO₂ dicatat.

Analisa Data

Analisa data yang dilakukan pada penelitian ini adalah laju respirasi yang dianalisis dengan menggunakan persamaan Michaelis-Menten. Analisa data untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan dan konsentrasi oksigen yang digunakan dilakukan secara statistik *two way analysis* dengan menggunakan CRD. *Software* yang digunakan adalah SPSS dengan $\alpha=5\%$ serta dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui secara lebih spesifik perlakuan mana yang memberikan hasil yang berbeda secara signifikan.

Hasil dan Pembahasan

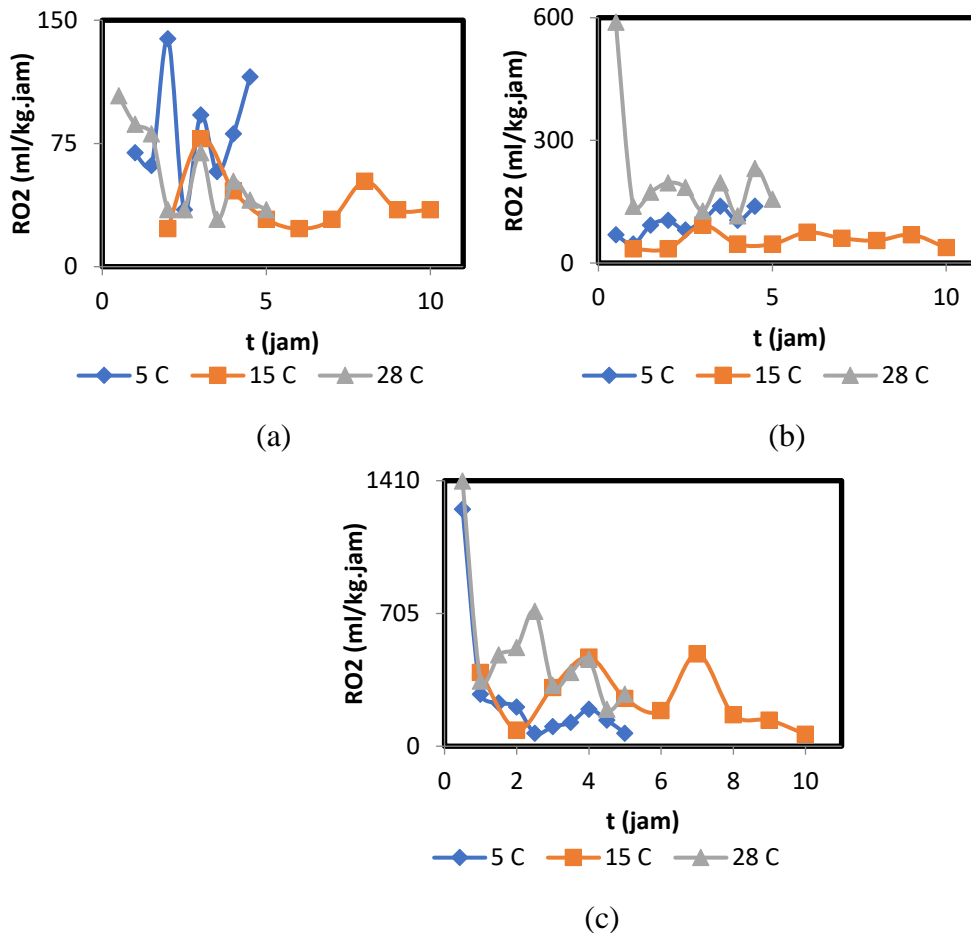
Laju Respirasi Perubahan Oksigen



Gambar 1. Perubahan konsentrasi oksigen ruang simpan pada konsentrasi oksigen (a) 3% (b) 12% (c) 21%.

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi oksigen selama penyimpanan. Penurunan konsentrasi oksigen paling besar terjadi pada suhu 28°C kemudian diikuti dengan suhu 5°C. Pada dasarnya penyimpanan pada suhu rendah dapat menekan laju respirasi, tetapi pada produk pertanian tertentu bisa saja rusak akibat perlakuan dingin. Hal ini berarti suhu mempengaruhi perubahan konsentrasi O₂ selama penyimpanan. Menurut Sinaga (2011), pada suhu 5°C akan terjadi *chilling injury*, sedangkan pada suhu 20°C jamur akan cepat membusuk. Pada penelitian ini, jamur merang yang disimpan pada suhu 5°C, mengalami kerusakan pada warna yang cepat mencoklat, sedangkan tekstur dari jamur masih cukup keras. Perubahan warna yang terjadi pada jamur merang ini bisa jadi disebabkan karena jamur mengalami kerusakan akibat penyimpanan suhu rendah, sementara pada suhu ruang jamur mengalami penurunan kualitas yang cukup cepat.

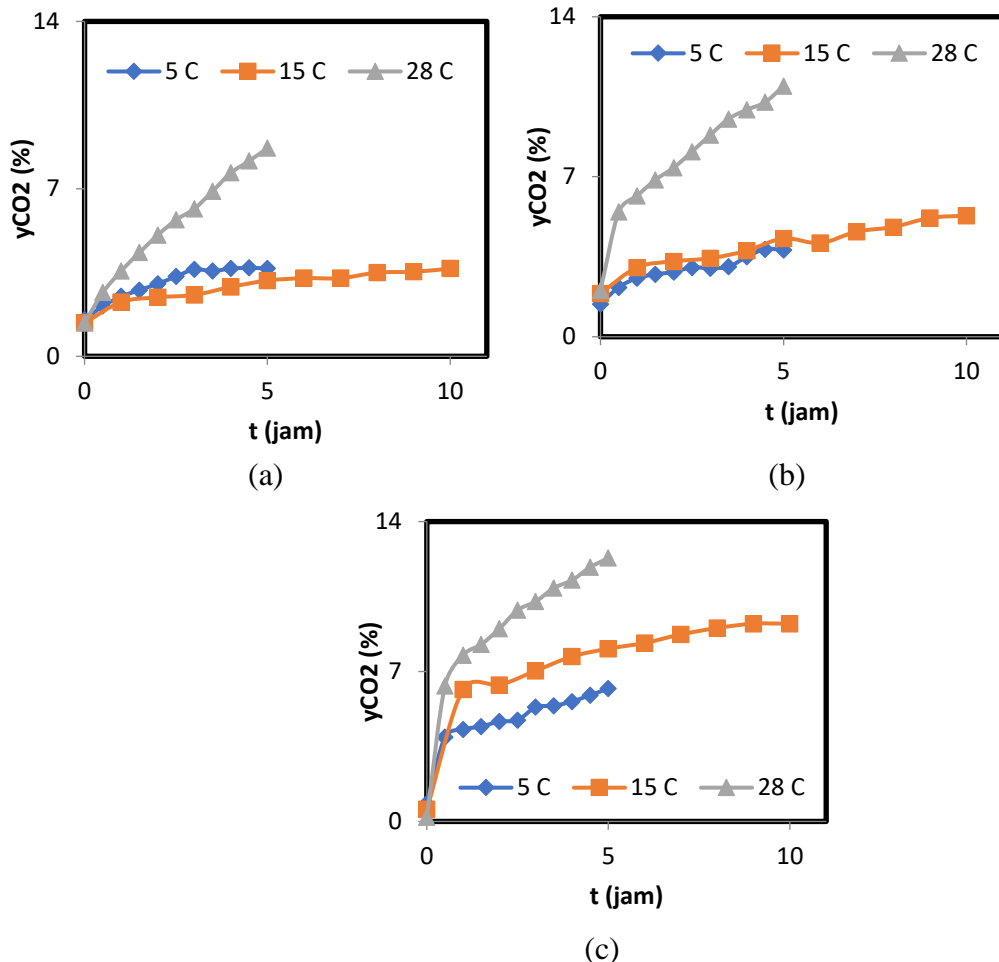
Dari data konsentrasi O₂ yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan persamaan Michaelis-Menten sehingga diperoleh nilai laju respirasi oksigen. Berdasarkan Gambar 2. laju respirasi O₂ paling rendah terjadi pada suhu 15°C dan laju respirasi O₂ tertinggi terjadi pada suhu 28°C.



Gambar 2. Laju respirasi jamur merang pada konsentrasi oksigen ruang simpan (a) 3% (b) 12% (c) 21%.

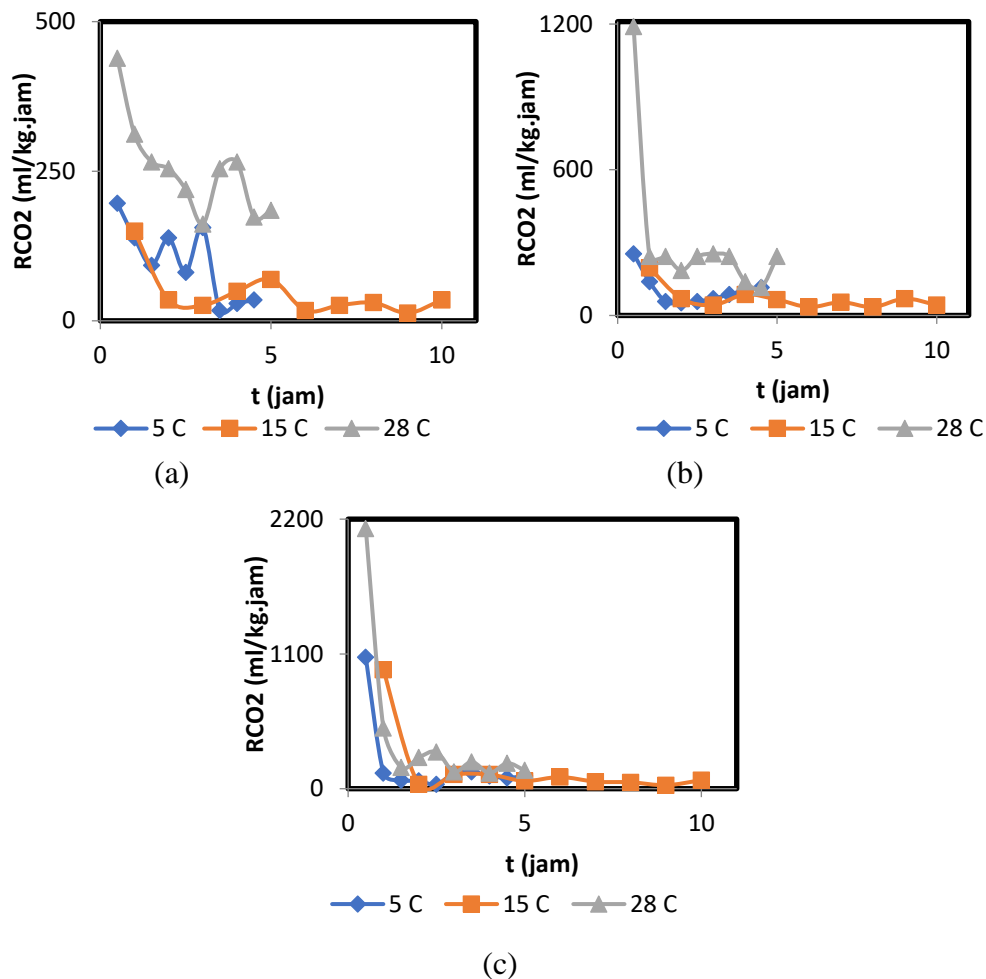
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa laju respirasi oksigen berbeda secara signifikansi antar perlakuan. Hasil uji lanjut DMRT untuk pengaruh suhu menunjukkan bahwa suhu 15°C berbeda nyata dengan suhu 5°C dan 28°C, suhu 5°C tidak berbeda nyata dengan suhu 28°C. Hasil uji lanjut DMRT untuk pengaruh konsentrasi menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen 21% berbeda nyata dengan konsentrasi oksigen 12% dan 3% tetapi konsentrasi oksigen 12% tidak berbeda nyata dengan 3%.

Laju Respirasi Perubahan Karbondioksida



Gambar 3. Perubahan konsentrasi CO₂ pada konsentrasi O₂ ruang simpan (a) 3% (b) 12% (c) 21%.

Berdasarkan Gambar 3. terjadi kenaikan pada setiap perlakuan variasi suhu dan variasi konsentrasi oksigen. Kenaikan CO₂ terbesar terjadi pada suhu 28°C, sedangkan kenaikan CO₂ pada suhu 15°C dan suhu 5°C tidak terlalu besar. Perubahan konsentrasi CO₂ yang besar terjadi karena suhu ruang penyimpanan yang tinggi. Proses reaksi respirasi pada produk yang tinggi, menyebabkan konsentrasi CO₂ yang dihasilkan juga tinggi. Jika membandingkan antar variasi konsentrasi oksigen, kenaikan CO₂ pada perlakuan konsentrasi O₂ 21% paling besar. Hal ini terjadi karena pada perlakuan konsentrasi O₂ 21% terjadi laju konsumsi O₂ yang tinggi sehingga menghasilkan CO₂ yang tinggi pula.



Gambar 4. Laju respirasi CO₂ jamur merang pada konsentrasi O₂ ruang simpan (a) 3% (b) 12% (c) 21%.

Setelah didapat nilai konsentrasi karbondioksida, kemudian dimasukkan ke persamaan Michaelis-Menten untuk mencari laju respirasi karbondioksida. Berdasarkan Gambar 4 laju respirasi CO₂ pada penyimpanan suhu 28°C memiliki nilai yang tinggi dibandingkan dengan suhu 15°C dan 5°C. Hal ini menandakan laju respirasi CO₂ dapat ditekan dengan adanya penyimpanan suhu rendah.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa laju respirasi karbondioksida berbeda secara signifikansi antar perlakuan, tetapi tidak berbeda nyata untuk interaksi suhu dan konsentrasi oksigen. Hasil uji lanjut DMRT untuk pengaruh suhu terhadap laju respirasi CO₂ menunjukkan bahwa suhu 28°C berbeda nyata dengan suhu 15°C dan 5°C dan suhu 15°C tidak berbeda nyata dengan suhu 5°C. Hasil uji lanjut DMRT untuk pengaruh konsentrasi terhadap laju respirasi CO₂ menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen 12% berbeda nyata dengan konsentrasi oksigen 21% dan 3% tetapi konsentrasi oksigen 21% tidak berbeda nyata dengan 3%.

Respiratory Quotient (RQ)

Pada proses respirasi, konsentrasi O₂ menurun dan konsentrasi CO₂ meningkat. Dari penelitian didapat nilai konsumsi O₂ dan nilai produksi CO₂. Perbandingan antara CO₂ yang diproduksi dengan konsumsi O₂ disebut dengan *respiratory quotient* (RQ). Nilai RQ ini dihitung untuk mengetahui jenis substrat yang digunakan dalam proses respirasi.

Tabel 5.2. menyajikan nilai-nilai RQ berbagai jenis konsentrasi oksigen dan suhu penyimpanan. Apabila nilai RQ sama dengan 1, maka substrat yang digunakan adalah karbohidrat. Apabila nilai RQ lebih kecil dari 1 substrat yang digunakan adalah lemak. Apabila nilai RQ lebih dari 1 maka substrat yang digunakan adalah asam-asam organik. Pada komposisi oksigen 12% pada suhu 15°C dan 5°C serta oksigen 21% suhu 5°C nilai RQ kurang dari 1, maka substrat yang digunakan adalah lemak. Pada perlakuan lainnya, nilai RQ diatas 1, maka substrat yang digunakan adalah asam-asam lemak. Pada perlakuan lainnya, nilai RQ diatas 1, maka substrat yang digunakan adalah asam-asam organik. Nilai RQ semakin lama semakin besar karena nilai RQ dihitung dengan cara membandingkan nilai konsentrasi karbondioksida dengan nilai konsentrasi oksigen. Nilai konsentrasi karbondioksida semakin lama semakin besar sedangkan pembandingnya nilai konsentrasi oksigen semakin kecil, sehingga nilai RQ semakin lama semakin membesar

Tabel 2. Nilai *Respiratory Quotient* (RQ) berbagai jenis konsentrasi oksigen dan suhu penyimpanan

jam	5°C			jam	15°C			jam	28°C		
	3%	12%	21%		3%	12%	21%		3%	12%	21%
0	0.511	0.119	0.040	0	0.467	0.158	0.027	0	0.467	0.169	0.010
0.5	0.649	0.177	0.226	1	0.680	0.249	0.329	0.5	0.870	0.531	0.374
1	0.843	0.213	0.260	2	0.804	0.277	0.344	1	1.338	0.623	0.487
1.5	1.038	0.232	0.279	3	0.917	0.301	0.425	1.5	2.000	0.730	0.532
2	1.282	0.247	0.305	4	1.074	0.338	0.558	2	2.868	0.838	0.651
2.5	1.515	0.270	0.312	5	1.250	0.396	0.654	2.5	3.353	0.976	0.839
3	1.758	0.274	0.360	6	1.441	0.393	0.742	3	4.302	1.113	0.948
3.5	1.877	0.291	0.374	7	1.556	0.451	1.040	3.5	5.447	1.294	1.124
4	2.292	0.342	0.404	8	1.875	0.488	1.215	4	6.571	1.412	1.347
4.5	2.523	0.385	0.438	9	2.304	0.551	1.392	4.5	7.903	1.613	1.521
5	2.558	0.377	0.463	10	2.200	0.580	1.473	5	8.700	1.808	1.757

Simpulan

Dari hasil pengamatan, analisis data, dan pemahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur
 - a. Suhu berpengaruh terhadap laju respirasi O₂, laju respirasi CO₂, RQ.
 - b. Konsentrasi oksigen berpengaruh terhadap laju respirasi O₂, laju respirasi CO₂, RQ.
 - c. Interaksi antara suhu dan konsentrasi oksigen berpengaruh terhadap laju respirasi O₂, RQ.
2. Perlakuan terbaik pada peneliiian ini adalah dengan perlakuan penyimpanan pada suhu 15°C dengan penyimpanan konsentrasi oksigen 3%.

Daftar Pustaka

- Akbarirad, H., Kazemeini, S. M. dan Shariaty, M. A. (2013). Deterioration and Some of Applied Preservation Techniques for Common Mushrooms (*Agaricus bisporus*, Followed by *Lentinus edodes*, *Pleurotus Spp.*). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2(6): 2398-2402.
- Azevedo, S., Cunha, L.M., dan Fonseca, S.C. (2014). Modelling the Influence of Time and Temperature on the Respiration Rate of Fresh Oyster Mushrooms. *Journal Food Science and Technology International* 21: 593-603.
- Mahajan, P.V., Oliveira, F.A.R. dan Macedo, I. (2008). Effect of Temperature and Humidity on the Transpiration Rtae of the Whole Mushrooms. *Journal of Food Engineering* 84: 281-288.
- Marisi, Nainggolan, R. J., dan Julianti, E.. (2016). Pengaruh Komposisi Udara Ruang Penyimpanan terhadap Mutu Jeruk Siam Brastagi (*Citrus nobilis LOUR var Microcarpa*) selama Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 4(3): 332-340.
- Sinaga, M. S. (2011). *Budi Daya Jamur Merang*. Jakarta : Penebar Swadaya.