

Analisis Matematis Pengaruh Umur Panen Jagung Tongkol dan Suhu Ruang Terhadap Perubahan Suhu Produk Selama Proses Penyimpanan

Indira Karina 1, Nursigit Bintoro2

1. Program Studi Agrobisnis, Fakultas Sains, Prodi Agrobisnis, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat.

2. Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada. Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta.

Email : karinahartosasmitangani05@gmail.com

ABSTRAK

Komoditas hortikultura seperti jagung sangat penting peranannya di Indonesia karena berdasarkan umur panennya jagung memiliki berbagai manfaat, seperti *Baby corn* dan *sweet corn* yang umur panennya lebih pendek dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, sedangkan *mature corn* yang umur panennya lebih panjang dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak. Banyaknya manfaat yang dapat diperoleh dari jagung sehingga perlu dilakukan penanganan pascapanen untuk menjaga ketersediaan dan mutu jagung. Sampel (*baby corn*, *sweet corn*, *mature corn*) disimpan pada suhu 5°C, 15°C, dan 28°C. Percobaan ini menggunakan desain rancangan acak lengkap dengan tiga kali pengulangan. Pengaruh suhu dijelaskan dengan persamaan Arrhenius. Pengukuran laju respirasi menggunakan sistem tertutup. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap perubahan suhu produk. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa perubahan fisiologis dan laju respirasi berbagai jenis jagung tongkol dapat dihambat dengan penyimpanan suhu rendah dan hasil terbaik pada penyimpanan suhu 5°C. Suhu penyimpanan 5°C dapat mempertahankan umur simpan jagung lebih lama. Model persamaan prediksi yang diperoleh dapat diketahui validitasnya terhadap data observasi atau data yang sebenarnya melalui nilai R^2 yang diperoleh. Model respirasi Michaelis Menten digunakan untuk mengetahui tipe model terbaik pada proses penelitian ini yaitu model Michaelis Menten tanpa inhibisi.

Kata kunci : *Baby corn*, *Sweet corn*, *Mature corn*, Penyimpanan dingin, Michaelis Menten

ABSTRACT

Horticulture commodities such as corn is very important in Indonesia because corn has various benefits according to the age of harvest, such as Baby corn and sweet corn are harvested with age is shorter can be used as food, but mature corn is harvested with age is longer and can be used as animal feed. Many benefits that can be derived from corn that needs to postharvest handling to maintain the availability and quality of maize. Samples (*baby corn*, *sweet corn*, *mature corn*) were stored at 5°C, 15°C, and 28°C. The design of this trial completely randomized design with three replications. The influence of temperature is described by the Arrhenius equation. Respiration rate measurements using a closed system. In this study, carried out observations of changes in product temperature. Based on the survey results that the physiological changes and the respiration rate of various types of corn with cob can be inhibited by low temperatures and the best results at the storage temperature is 5°C. The storage temperature 5°C for corn can maintain the shelf life more longer. Model prediction equations of validity of the observation data or the actual data obtained from the R^2 value. Michaelis-Menten respiration models used to determine the best type of models in the process of this research is a model Michaelis-Menten without inhibition.

Keyword: *Baby corn*, *Sweet corn*, *Mature corn*, Cold storage, Michaelis Menten

PENDAHULUAN

Karakteristik yang berbeda-beda pada jagung disebabkan oleh umur tanam yang berbeda pula pada berbagai jenis jagung. Tanaman sayuran yang dipanen lebih awal disebut dengan semi. Proses panen sayuran yang dilakukan lebih cepat memiliki kandungan gizi yang tinggi, contoh sayuran yang dapat dipanen lebih cepat dan memiliki kandungan gizi yang tinggi yaitu jagung yang lebih dikenal dengan sebutan *baby corn* (Sobarudin et al., 2015).

Pada jagung manis (*sweet corn*) umumnya dimanfaatkan dan dikonsumsi dengan pengolahan seperti direbus atau dibakar. *Sweet corn* merupakan komoditi yang memiliki kadar air dan gula yang tinggi sehingga mudah mengalami kerusakan setelah panen karena terjadinya perubahan gula menjadi pati yang dapat menurunkan rasa manis dan pengupan (Halid et al., 2009). Sedangkan kandungan pada tanaman jagung sangat dipengaruhi oleh umur panen tanaman jagung, karena berpengaruh terhadap kadar air, gula terlarut, dan protein kasar tanaman jagung. Semakin panjang umur tanaman jagung maka pati akan terakumulasi optimal pada biji yang memiliki umur lebih tua sehingga baik digunakan sebagai pakan hewan ternak seperti unggas dan sapi (Despal et al., 2017).

Pada penelitian ini jagung diklasifikasikan berdasarkan umur tanamnya yaitu (Sasmita, 2018) :

1. Varietas tanaman berumur pendek, yang umur panennya berkisar 75-90 hari setelah tanam yaitu *baby corn* atau jagung semi yang dipanen setelah berumur 70 -75 hari.
2. Varietas berumur sedang, yang umur panennya 90-120 hari setelah tanam yaitu *sweet corn* yang dipanen setelah berumur 80 – 90 hari.

3. Varietas berumur panjang, yang umur panennya lebih dari 120 hari setelah tanam yaitu *mature corn*.

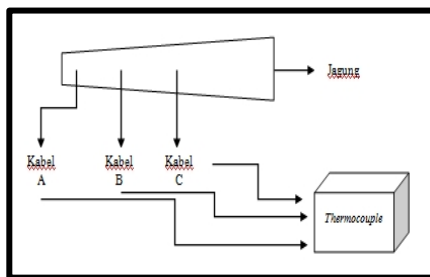
Jagung merupakan jenis sayuran yang mudah mengalami kerusakan karena setelah dipanen, jagung yang merupakan bahan biologis masih melakukan proses respirasi, sehingga sangat penting untuk dikendalikan karena proses respirasi dapat menurunkan mutu dari jagung tersebut. Kerusakan yang terjadi pada produk pertanian dapat disebabkan oleh faktor dalam (*internal*) dan faktor luar (*eksternal*). Kerusakan yang terjadi pada produk pertanian tersebut mengakibatkan penurunan mutu secara kuantitatif maupun kualitatif seperti susut bobot atau susut berat karena rusak ataupun memar, karena produk pertanian yang biasanya musiman maka juga berdampak pada fluktuasi dan kontinuitasnya (Widaningrum et al., 2010).

Laju respirasi sangat dipengaruhi oleh kelembaban dan suhu ruang penyimpanan. Pada penyimpanan dingin dapat mengurangi kelayuan yang disebabkan oleh kehilangan air, menurunkan laju reaksi kimia, dan laju pertumbuhan mikroba pada bahan yang disimpan (Kader, 1992). Pengendalian pascapanen dengan cara penyimpanan yang tepat diharapkan dapat mempertahankan kualitas jagung untuk jangka waktu yang lama dan terhindar dari kerugian akibat penurunan kualitas fisik dan turunnya nilai ekonomi suatu produk. Penyimpanan dengan menggunakan *cold storage* dapat menjadi solusi untuk mempertahankan kualitas jagung dengan memperhatikan pengaturan suhu yang sesuai untuk produk yang disimpan pada ruang penyimpanan.

METODE PENELITIAN

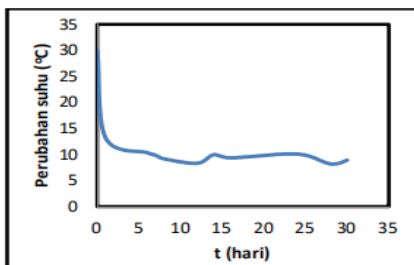
Pada proses penyimpanan berbagai jenis jagung terjadi perubahan suhu selama

penyimpanan. Hal ini terjadi karena selama penyimpanan panas yang dibawa oleh produk setelah proses pemanenan dikeluarkan saat penyimpanan, sehingga untuk mengetahui laju penurunan suhu yang terjadi digunakan teori kinetika reaksi. Perubahan suhu yang terjadi dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan *thermocouple* seperti pada Gambar 1 berikut:



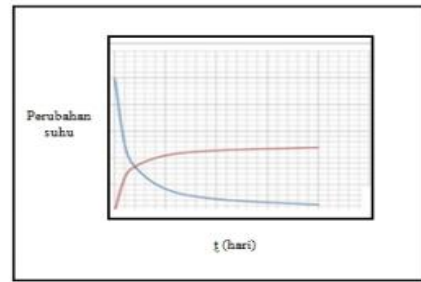
Gambar 1. Cara pengukuran suhu

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa untuk mengukur perubahan suhu yang terjadi pada jagung bertongkol kabel ditusukkan kemasing-masing bagian jagung dan saat pengukuran kabel tersebut dimasukkan kechannel pada *thermocouple*. Pada penelitian ini reaksi yang terjadi dapat ditentukan dengan membuat grafik terhadap data observasi dan waktu, seperti Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Perubahan Suhu

Pada Gambar 2 diatas dapat diketahui perubahan suhu yang terjadi mengacu pada orde reaksi dua karena sesuai dengan Gambar 3 berikut:

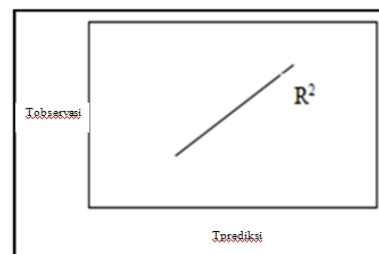


Gambar 3. Persamaan Orde Reaksi 2

Berdasarkan kesesuaian yang terjadi gambar yang terjadi maka pengolahan data dengan orde reaksi dua dapat diselesaikan dengan persamaan, untuk mengetahui laju perubahan suhu yang terjadi. Nilai k yang telah diperoleh kemudian digunakan untuk memprediksi suhu tiap satuan waktu (T_t), dimana perubahan suhu prediksi dapat diperoleh dengan persamaan:

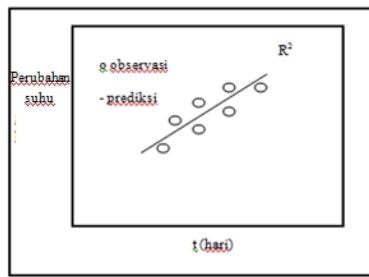
$$\frac{1}{A_{(t)}} - \frac{1}{A_{(initial)}} = +kx(t_{(t)} - t_{(initial)})$$

Untuk melihat validitas dari persamaan yang diperoleh dapat dilakukan dengan membandingkan $T_{observasi}$ dengan $T_{prediksi}$, nilai validitas dapat dilihat dari nilai R^2 pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Validasi Perubahan Suhu

Nilai validasi juga dapat diketahui dengan perbandingan antara data opservasi dan prediksi terhadap waktu untuk mengetahui sebaran data pada Gambar 5 berikut:



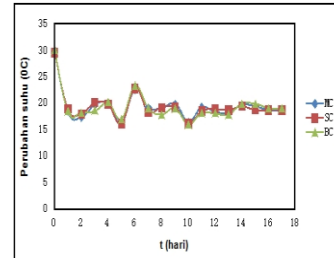
Gambar 5. Validasi Perubahan Suhu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan suhu yang terdapat pada produk pertanian segar dan suhu lingkungan tempat penyimpanannya akan menyebabkan terjadinya perpindahan panas. Panas akan berpindah dari suhu tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Perpindahan panas yang terjadi pada berbagai jenis jagung yang disimpan dalam *cold storage* terjadi secara konduksi karena udara dingin yang dihembuskan langsung ke permukaan jagung dan didistribusikan keseluruhan bagian pada jagung tanpa melalui perantara. Pada produk pertanian segar, setelah proses panen akan terus mengalami proses metabolisme sehingga suhu pada produk itu sendiri menjadi lebih tinggi, untuk menghambat proses tersebut dan menurunkan suhu pada produk, dapat dilakukan dengan melakukan penyimpanan pada suhu rendah yang berfungsi untuk menarik atau memindahkan panas dari dalam produk ke lingkungan sehingga suhu produk menjadi lebih rendah (Seulanga, 2011).

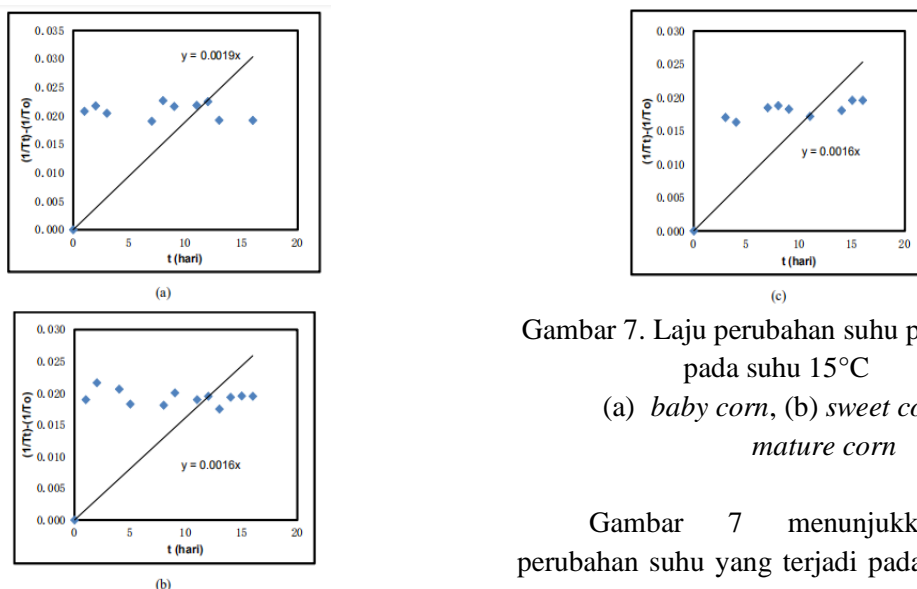
Menggunakan suhu rendah dalam proses penyimpanan dapat mempertahankan umur simpan produk pertanian karena memperlambat proses biokimia yang dapat menyebabkan mutu produk menurun (Kienholz & Edeogu, 2002). Penurunan suhu mengakibatkan penurunan proses kimia, mikrobiologi, dan biokimia yang berhubungan dengan dan menghambat terjadinya kerusakan fisiologis

seperti: kelayuan, kerusakan, dan pembusukan pada produk pertanian segar. Hasil pengamatan perubahan suhu pada berbagai jenis jagung diolah menggunakan orde dua yang data observasinya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perubahan suhu berbagai jenis jagung pada penyimpanan suhu 15°C

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa perubahan suhu yang terjadi pada berbagai jenis jagung pada penyimpanan suhu 15°C menunjukkan hasil yang sama. Perubahan suhu secara signifikan telah terjadi pada berbagai jenis jagung sejak awal penyimpanan menunjukkan bahwa transfer panas terjadi sejak awal penyimpanan dan akan mencapai kesetimbangan atau menyesuaikan dengan suhu lingkungan seperti yang terjadi beberapa hari terakhir menjadi konstan dan mendekati suhu lingkungan. Melalui data observasi dapat diperoleh laju perubahan suhu (k) berbagai jenis jagung, seperti pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Laju perubahan suhu produk (k) pada suhu 15°C
(a) baby corn, (b) sweet corn, (c) mature corn

Gambar 7 menunjukkan laju perubahan suhu yang terjadi pada berbagai jenis jagung dengan suhu penyimpanan 15°C, yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai konstanta laju perubahan suhu produk berbagai jenis jagung

| Jenis Jagung | Suhu (°C) | | |
|--------------|-----------|--------|--------|
| | 5 | 15 | 28 |
| BC | 0.0100 | 0.0019 | 0.0001 |
| SC | 0.0120 | 0.0016 | 0.0004 |
| MC | 0.0040 | 0.0016 | 0.0002 |

Tabel 1 diatas menunjukkan nilai laju perubahan suhu produk (k) berbagai jenis jagung pada suhu 28°C lebih rendah, hal ini dapat terjadi karena adanya transfer panas sehingga terjadi perpindahan panas di udara terjadi secara langsung antar molekul, dimana suhu produk yang lebih tinggi dari suhu udara dilingkungan akan bertumbukan dengan suhu lingkungan yang lebih rendah,

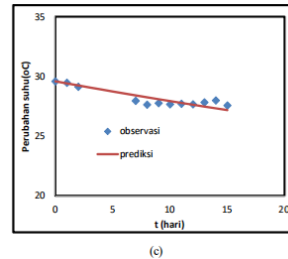
maka sebagian energi panas pada produk akan ditransfer ke suhu rendah (Buchori, 2011). Pada suhu 28°C transfer energi yang terjadi lebih kecil karena suhu produk dan suhu lingkungan tidak jauh berbeda. Setelah diperoleh laju perubahan suhu (k) maka diperoleh persamaan untuk menentukan perubahan suhu prediksi yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Model Perubahan Suhu Prediksi

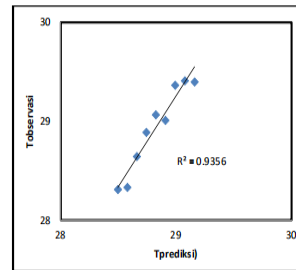
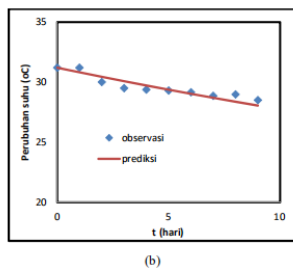
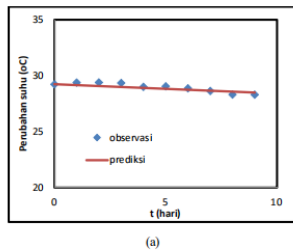
| Jenis Jagung | Suhu (°C) | Model Persamaan |
|--------------|-----------|--|
| BC | 5 | $Tt = \frac{1}{0,01x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |
| | 15 | $Tt = \frac{1}{0,0019x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |
| | 28 | $Tt = \frac{1}{0,0001x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |
| SC | 5 | $Tt = \frac{1}{0,012x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |
| | 15 | $Tt = \frac{1}{0,0016x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |

| Jenis Jagung | Suhu (⁰ C) | Model Persamaan |
|--------------|------------------------|--|
| | 28 | $Tt = \frac{1}{0,0004x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |
| | 5 | $Tt = \frac{1}{0,004x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |
| MC | 15 | $Tt = \frac{1}{0,0016x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |
| | 28 | $Tt = \frac{1}{0,0002x(tt-t_0)+\frac{1}{T_0}}$ |

Setelah diperoleh persamaan seperti pada Tabel 2 maka nilai prediksi perubahan suhu dapat ditentukan. Nilai prediksi perubahan suhu dapat diketahui nilai validitasnya dengan membandingkan nilai observasi dan prediksi terhadap waktu dan untuk mengetahui nilai linieritasnya (R^2) dapat diperoleh dengan membandingkan nilai prediksi terhadap nilai observasinya seperti pada Gambar 8 berikut :



Gambar 8. Validasi model persamaan perubahan suhu prediksi pada suhu 28°C



Gambar 9. Nilai validasi model persamaan Perubahan suhu prediksi *baby corn* suhu 28°C

Gambar 9 merupakan nilai validasi perubahan suhu *baby corn* pada suhu 28°C. Nilai validasi perubahan suhu produk pada berbagai jenis jagung dengan variasi suhu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

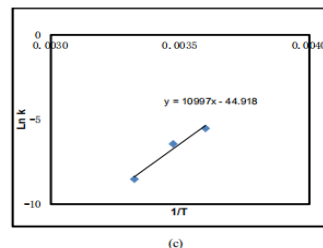
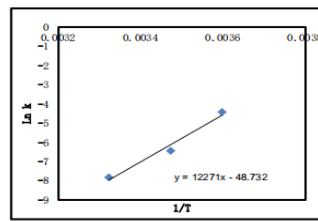
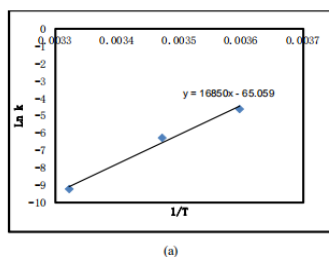
Tabel 3. Nilai validasi perubahan suhu produk

| Jenis Jagung | Suhu (⁰ C) | | |
|--------------|------------------------|-------|-------|
| | 5 | 15 | 28 |
| BC | 0.930 | 0.840 | 0.935 |
| SC | 0.929 | 0.901 | 0.865 |
| MC | 0.812 | 0.905 | 0.819 |

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa nilai validasi secara keseluruhan mendekati satu, sehingga nilai prediksi yang diperoleh mendekati nilai yang sebenarnya. Sehingga

nilai k perubahan suhu dapat digunakan dalam model persamaan untuk menentukan perubahan suhu prediksi. Pengaruh perubahan suhu selama penyimpanan

terhadap berbagai jenis jagung dengan Arrhenius dapat dilihat melalui hubungan Ln k versus 1/T pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10. Regresi linear Ln k versus 1/T perubahan suhu jagung (a) *baby corn*, (b) *sweet corn*, (c) *mature corn*

Selanjutnya dapat diketahui nilai Ea dan A seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai Ea dan A perubahan suhu

| Jenis Jagung | A | Ea |
|--------------|----------|------------|
| BC | 0.00011 | -190.817 |
| SC | 0.00004 | -216.426 |
| MC | 3.13E-20 | -91434.227 |

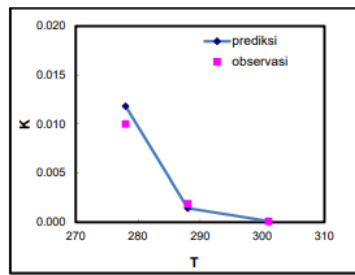
Sehingga didapat model persamaan perubahan suhu prediksi seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Model persamaan perubahan suhu prediksi

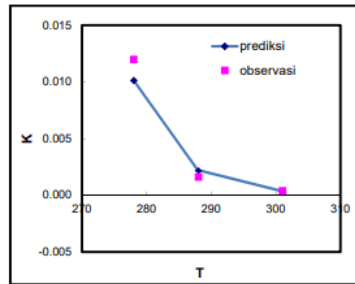
| Jenis Jagung | Model Persamaan |
|--------------|--|
| BC | $k = 0,00011 \exp \frac{-(-190,817)}{R.T}$ |
| SC | $k = 0,00004 \exp \frac{-(-216,426)}{R.T}$ |
| MC | $k = 3,13E - 20 \exp \frac{-(91434,227)}{R.T}$ |

Pada Tabel 5 dapat diketahui persamaan perubahan suhu berbagai jenis jagung yang dapat digunakan untuk memperoleh nilai prediksi, untuk mengetahui apakah nilai prediksi mendekati nilai yang sebenarnya. Melalui nilai prediksi dapat dilihat validitas data dengan perbandingan data k observasi dan prediksi terhadap suhu yang dapat dilihat pada

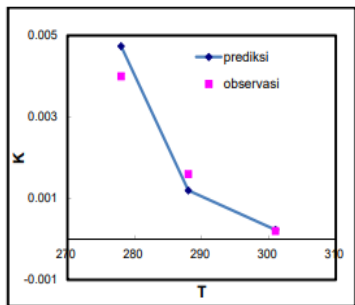
Gambar 11 dan validitas k prediksi terhadap k observasi bisa diketahui nilai validasinya (R^2) yang dapat dilihat pada Gambar 12 berikut:



(a)

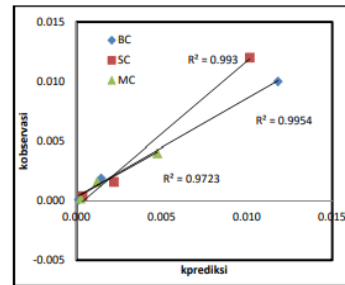


(b)



(c)

Gambar 11. Validasi model persamaan k prediksi perubahan suhu



Gambar 12. Nilai validasi model persamaan k perubahan suhu prediksi

Berdasarkan Gambar 12 dapat diperoleh informasi nilai validasi model persamaan k perubahan suhu prediksi yang dicantumkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Validasi model persamaan k perubahan suhu prediksi

| Jenis Jagung | R ² |
|--------------|----------------|
| BC | 0.995 |
| SC | 0.993 |
| MC | 0.972 |

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai R² mendekati 1 sehingga, model persamaan k perubahan suhu prediksi dapat digunakan karena mendekati nilai yang sebenarnya. Untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh suhu penyimpanan dan jenis jagung terhadap perubahan suhu produk maka dilakukan pengolahan data menggunakan Annova dua arah, pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil uji Annova dua arah untuk perubahan suhu produk

| Source | Dependant Variable | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | Suhu_produk | 1804.731 ^b | 8 | 228.592 | 634.789 | .000 |
| Intercept | | 9176.666 | 1 | 9176.666 | 2.582E4 | .000 |
| Suhu_penyimpanan | Suhu_produk | 1794.005 | 2 | 897.002 | 2.524E3 | .000 |
| Jenis_jagung | Suhu_produk | .567 | 2 | .283 | .797 | .466 |
| Suhu_penyimpanan*Suhu | Suhu_produk | 10.160 | 4 | 2.540 | 7.147 | .001 |
| Error | Suhu_produk | 6.397 | 18 | .355 | | |
| Total | Suhu_produk | 10987.794 | 27 | | | |
| Corrected Total | Suhu_produk | 1811.128 | 26 | | | |

b. R Squared = .966 (Adjusted R Square = .995)

Berdasarkan Tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa nilai signifikansi jenis jagung terhadap perubahan suhu produk besar dari 0.05 dimana jenis jagung tidak berpengaruh signifikan terhadap perubahan suhu produk, sedangkan nilai signifikansi pengaruh suhu

penyimpanan terhadap perubahan suhu produk kecil dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh terhadap perubahan suhu Pengaruh yang diberikan secara lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel Duncan berikut.

Tabel 8. Uji lanjut Duncan pengaruh suhu penyimpanan terhadap perubahan suhu produk

| Suhu_penyimpanan | N | Subset | | |
|------------------|---|------------|------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 9 | 8.299889E0 | | |
| 15 | 9 | | 1.874811E1 | |
| 28 | 9 | | | 2.828922E1 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Means for groups ini homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) =.355

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat bahwa suhu 5°C, 15°C, dan 28°C berada pada subset yang berbeda menunjukkan suhu penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda signifikan terhadap perubahan suhu produk dan nilai perubahan

kadar air terbaik pada penyimpanan 5°C karena nilainya lebih kecil yaitu 8,299889. Sedangkan pengaruh jenis jagung terhadap perubahan suhu produk dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Uji lanjut Duncan pengaruh jenis jagung terhadap perubahan suhu

| Jenis_jagung | N | Subset |
|--------------|---|------------|
| | | 1 |
| SC | 9 | 1.832967E1 |
| BC | 9 | 1.833700E1 |
| MC | 9 | 1.864056E1 |
| Sig. | | .309 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error terms is Mean Square(Error) =.355.

Berdasarkan Tabel 9 diketahui bahwa jenis jagung tidak memberikan hasil yang berbeda signifikan terhadap perubahan suhu produk karena berada pada subset yang sama dan nilai yang tidak jauh berbeda, sehingga apabila jenis jagungnya diubah maka perubahan suhu produknya tidak mengalami perubahan.

sweet corn, dan *mature corn* selama dalam proses penyimpanan. Pengaruh umur panen berbagai jenis jagung dengan interaksi terhadap suhu penyimpanan (suhu penyimpanan*jenis jagung) tidak berpengaruh terhadap perubahan suhu.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Suhu ruang penyimpanan berpengaruh terhadap perubahan suhu pada *baby corn*,

2. Pengaruh suhu ruang penyimpanan terhadap perubahan fisik baby corn, *sweet corn*, dan *mature corn* berbeda-beda dan dapat dimodelkan dengan menggunakan persamaan Arrhenius.

| Jenis Jagung | Model Persamaan |
|--------------|---|
| BC | $k = 0,00011 \exp \frac{-(-190,817)}{RT}$ |
| SC | $k = 0,00004 \exp \frac{-(-216,426)}{RT}$ |
| MC | $k = 3,13E - 20 \exp \frac{-(91434,227)}{RT}$ |

DAFTAR PUSTAKA

Despal, P. H., & A.D, L. (2017). *Kualitas Silage Jagung Di Dataran Rendah Tropis Pada Berbagai Umur Panen Untuk Sapi Perah*. 104(3), 10–20.

Halid, H., Rawung, H., & Longdong, I. A. (2009). *Kajian Penyimpanan Dingin Terhadap Mutu Jagung Manis (Zea mays, saccharata)*. 4(3).

Kader, A. A. (1992). Postharvest biology and technology: an overview. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, 15–20.

Kienholz, J., & Edeogu, I. (2002). *Fresh Fruit & Vegetable Pre-cooling*. 1–33.

Sasmita, H. (2018). Jenis jagung dapat dikelompokkan menurut umur dan bentuk biji. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 53(9), 1689–1699.

Seulanga, A. (2011). *Ata Seulanga_ Makalah Respirasi Pada Tumbuhan*.

Sobarudin, R., Sucyati, T., & Budirokhman, D. (2015). *Jurnal agrijati vol 29 no 3, desember 2015*. 29(3), 23–33.

Widaningrum, Miskiyah, & Somantri, A. S. (2010). Perubahan Sifat Fisiko-Kimia Biji Jagung (Zea mays L.) pada Penyimpanan dengan Perlakuan Karbondioksida (CO). *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 30(1). <https://doi.org/10.22146/agritech.9690>