

Pendekatan Model Analisis Konstanta Laju Perubahan Kadar Gula dan Kadar Pati Jagung Manis Selama Penyimpanan

Model Approach to Analysis of the Rate of Change of Sugar Content and Sweet Corn Starch Content During Storage

Yulius Kiswanto^{1*}, R. Sugiarto², Era Ema Sari³

¹Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian (Intan) Yogyakarta

* Corresponding author kiswantoyulius@gmail.com

Article info	Abstrak
<p>Kata kunci: Jagung manis, Kadar gula, Lepas panen, Konstanta penurunan</p>	<p><i>Sweet corn (Zea mays saccharate)</i> di Indonesia dikenal dengan nama jagung manis semakin populer dan banyak dikonsumsi karena memiliki rasa yang manis serta umurnya yang lebih singkat (genjah). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kandungan gula jagung manis (kadar air, kadar gula reduksi, kadar gula total, dan kadar pati) setelah lepas panen dalam penyimpanan suhu ruang 32°C, 16°C, 6°C pada 1,2,3,5,7,12 dan 48 jam penyimpanan. Penelitian ini menggunakan data series data hasil pengamatan kemudian akan dianalisis dengan regresi non linier yang dianalisis dengan software Microsoft Excel dan Sigmaplot versi 12.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan suhu 6°C memberikan hasil kadar gula yang tinggi mendekati kadar gula pada kondisi awal dengan persentase penurunan sebesar 6,98 % dari kadar gula 6,6409 % menjadi 6,1773 % dan dengan konstanta laju penurunan K_G sebesar 0,049753/jam. Demikian pula untuk kadar pati pada penyimpanan suhu 6°C mengalami persentase penurunan sebesar 16,72 % dari kadar pati 12,4506 % menjadi 10,3693 % dengan konstanta laju penurunan sebesar 0,061697/jam. Semakin rendah suhu penyimpanan, maka laju penurunan kadar gula dan kadar pati makin rendah.</p>
<p>Keywords: Sweet corn, Sugar content, Post harvest, Decrease constant</p>	<p>Abstract</p> <p><i>Sweet corn (Zea mays saccharate)</i> in Indonesia, known as sweet corn, is increasingly popular and widely consumed because it has a sweet taste and has a shorter (dwarfing) lifespan. This study aims to determine changes in the sugar content of sweet corn (moisture content, reducing sugar content, total sugar content, and starch content) after harvest in storage at room temperature 32°C, 16°C, 6°C at 1,2,3,5,7,12 and 48 hours of storage. This study uses a data series of observational data which will then be analyzed using non-linear regression which will be analyzed using Microsoft Excel and Sigmaplot software version 12.0. The results showed that storage at 6°C resulted in a high sugar content close to the sugar content in the initial conditions with a percentage reduction of 6.98% from sugar content of 6.6409% to 6.1773% and with a constant rate of decrease in K_G of 0.049753/h. Likewise, starch content at 6°C storage experienced a decrease percentage of 16.72% from starch content of 12.4506% to 10.3693% with a constant rate of decrease of 0.061697/h. The lower the storage temperature, the lower the rate of decrease in sugar content and starch content.</p>

PENDAHULUAN

Jagung manis (*Zea mays saccharata Sturt*) atau yang lebih dikenal dengan nama

sweet corn mulai dikembangkan di Indonesia pada awal tahun 1980, diusahakan secara komersial dalam skala kecil untuk memenuhi kebutuhan hotel dan

restoran. Sejalan dengan berkembangnya toko-toko swalayan dan meningkatnya daya beli masyarakat, meningkat pula permintaan akan jagung manis. Jagung manis biasa dikonsumsi untuk bahan sayuran, jagung manis rebus maupun diolah menjadi makanan lain. Jagung manis dapat tumbuh pada daerah beriklim sedang sampai beriklim tropik. Pertumbuhan terbaik didapatkan pada daerah beriklim tropik (Thompson & Kelly, 1957).

Jagung manis tergolong dalam produk hortikultura dan dapat tumbuh dengan baik pada kondisi lingkungan yang sesuai. Umur panen jagung manis lebih pendek dari pada jagung biasa, dipanen pada *milking stage* yakni 65 - 70 hari setelah tanam. Informasi tentang perubahan kualitas bahan pangan sangat penting diketahui konsumen untuk memberikan kepastian sebelum produk tersebut dikonsumsi (Amanto *et al.*, 2011).

Menurut persepsi konsumen kualitas jagung manis dipengaruhi oleh tingkat kemanisan dan kesegarannya. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mempertahankan tingkat kualitas jagung manis selama dalam pemasaran sebelum sampai di tangan konsumen.

Buah dan sayuran yang sudah dipanen pada umumnya mengalami perubahan kualitas selama penyimpanan. Perubahan kualitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah suhu penyimpanan (Nofriati & Asni, 2015).

Dalam mempertahankan kualitasnya, bahan hasil pertanian yang baru saja dipanen dapat disimpan pada suhu dingin (Mareta & Nur, 2011). Penyimpanan suhu dingin pada prinsipnya dapat menekan laju respirasi, sehingga umur simpan buah dapat dipertahankan (Muhajir *et al.*, 2014). Penyimpanan pada suhu dingin dapat mempertahankan mutu produk tetap dalam

kondisi yang segar (Sari & Hadiyanto, 2013).

Sejauh ini penelitian untuk produk hasil pertanian pada umumnya menggunakan pendekatan statistik serta kurva-kurva regresi linier untuk memprediksi kadar suatu bahan selama penyimpanan. Penggunaan kurva non linier diharapkan dapat memberikan pendekatan baru dan dapat melengkapi khasanah penelitian dalam aspek penyimpanan atau pasca panen.

Pendukung analisis penelitian ini adalah program aplikasi *Excel* dan *Sigma Plot* yang dapat digunakan untuk memprediksi terhadap tren kurva-kurva non linier yang sangat kompleks selain kurva linier, seperti kurva *sigmoidal*, *power*, *hyperbola*, logaritmik dan sebagainya.

Penelitian ini bertujuan mengkaji seberapa besar perubahan kadar gula dan kadar pati lepas panen selama dalam berbagai suhu penyimpanan dengan mempelajari besarnya laju penurunan yang ditunjukkan dengan suatu nilai konstanta ($K=1/waktu$). Nilai konstanta tersebut dapat digunakan untuk memprediksi atau menduga kadar gula atau kadar pati berbagai suhu penyimpanan.

Model yang dikembangkan sebagai analogi dari hukum Newton untuk proses pendinginan (Lewis (1921) dalam Brooker, D.B. *et.al*, 1992). Asumsi yang digunakan berupa laju penurunan kadar gula (G_t) yang akan proporsional terhadap perbedaan antara kadar gula dengan kondisi kadar gula setimbang (G_e). Persamaan tersebut juga berlaku untuk kadar pati, dengan mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dG_t}{dt} = K(G_t - G_e) \dots\dots\dots (1)$$

Dengan pemisahan variabel dan pengintegralan diperoleh persamaan :

$$\frac{(\bar{G}_t - G_e)}{(G_o - G_e)} = \exp(-K.t) \dots \dots \dots (2)$$

Selanjutnya diperoleh :

$$\ln \left[\frac{(\bar{G}_t - G_e)}{(G_o - G_e)} \right] = -K.t \dots \dots \dots (3)$$

Sehingga diperoleh :

$$K = \frac{\ln \left[\frac{(\bar{G}_t - G_e)}{(G_o - G_e)} \right]}{-(t)_-} \dots \dots \dots (4)$$

Adapun :

$\frac{(\bar{G}_t - G_e)}{(G_o - G_e)}$ disebut sebagai rasio kadar gula (GR), dan dalam hal ini nilai konstanta (K) dimaksud adalah nilai konstanta hasil pengamatan atau observasi (K_{Obs}).

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cooler merek Modena, thermocouple merek Lutron Model TM-946 (4 channels), botol timbang, universal oven merek Binder, spatula, deksikator, neraca analitik merek Sartorius, peralatan gelas untuk analisis, pendingin balik, waterbath dan Spektrofotometer merek Spechtronic 20.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung manis yang lahannya beralamat di Dusun Saran, Gondosuli, Muntilan, Magelang. Waktu untuk memanen jagung manis yaitu 70 hari atau 2 bulan 10 hari dengan varietas sweet boy.

Tahapan pelaksanaan penelitian diawali dengan pemetikan jagung manis dilahan pada jam 6 pagi dengan ciri-ciri jagung manis tangkai dan daun masih segar (bewarna hijau kekuningan) serta tidak layu. Kemudian dilakukan pengangkutan ketempat penyimpanan di kampus Institut Pertanian (INTAN) Yogyakarta. Jagung

manis disimpan pada wadah plastik dan diberi nama sesuai jagung yang akan dilaksanakan penelitian pada suhu 32°,16°,6°C. Peletakan jagung manis disusun sejajar pada wadah plastik dan disimpan selama 0, 1, 2, 3, 5, 7, 12, 48 jam. Parameter yang diuji yaitu kadar gula total (Metode *Spectrophotometry*, Nelson-Somogyi) dan kadar pati (Metode Hidrolisis Asam : AOAC, 1970).

Penelitian ini memanfaatkan analisis data dengan pendekatan matematis, dengan memanfaatkan beberapa data *time series* untuk menentukan nilai konstanta laju perubahan kadar gula dan kadar pati pada tiga aras suhu, yakni suhu 32°C (suhu kamar), suhu 16°C dan suhu 6°C. Penentuan konstanta ini penting untuk memprediksi atau memperkirakan kondisi kadar gula atau kadar pati pada suatu suhu penyimpanan terhadap umur simpan.

Hasil pengamatan diperoleh dalam bentuk kurva linier dengan nilai kelerengan sebagai nilai konstantanya (tanpa tanda negatif). Aplikasi dari hubungan antara waktu penyimpanan (sumbu x) dan parameter mutu untuk kadar gula dan kadar pati (sumbu y) pada berbagai suhu penyimpanan dalam bentuk persamaan kurva regresi non linier. Untuk analisisnya digunakan program aplikasi *Microsoft Excel* dan *Sigma Plot*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai konstanta kadar gula (K_G) maupun kadar pati (K_P) merupakan suatu konstanta yang dihasilkan dari hasil pemisahan dan pengintegralan pada persamaan (1) sehingga dihasilkan persamaan dalam bentuk kurva linier. Namun demikian dari nilai konstanta persamaan linier (K_{Obs}) tersebut dapat dibangun suatu persamaan nilai konstanta

non linier (K_{Pred}) yang selanjutnya merupakan hasil penyusunan model konstanta laju penurunan kadar gula maupun kadar pati untuk berbagai suhu penyimpanan.

Kadar Gula Total

Jagung manis merupakan hasil pertanian yang masih hidup, setelah dipetik masih berlangsung proses fisiologis, yakni respirasi. Kader (1995) menyatakan adanya respirasi dapat menyebabkan bahan kehilangan substrat. Pengurangan substrat dalam respirasi menyebabkan hilangnya sumber energi dan menurunkan kualitas flavor, terutama rasa manis. Respirasi dipengaruhi oleh suhu, jika suhu rendah respirasi berlangsung secara lambat sehingga dapat mencegah terjadinya proses perombakan gula. Data pada tabel 1 dan 2 terlihat bahwa pada penyimpanan dingin (6°C) konstanta laju penurunan kadar gula $0,049753/\text{jam}$ lebih rendah dibandingkan dengan konstanta laju penurunan kadar gula pada suhu 16°C ($0,075188/\text{jam}$) dan 32°C ($0,100666/\text{jam}$).

Penyimpanan jagung manis pada suhu rendah sangat disarankan sebab jagung manis pada umumnya dikonsumsi dengan memperhitungkan kesegarannya. Pada Tabel 1 terlihat bahwa penyimpanan suhu 6°C setelah 48 jam, kadar gula jagung manis $5,7322\%$ lebih tinggi dibandingkan penyimpanan pada suhu 16°C yaitu $5,2524\%$ dan suhu 32°C yaitu $4,8884\%$. Penelitian lain menunjukkan bahwa kadar gula jagung manis setelah hari kedua pengamatan pada suhu ruang ($28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) diperoleh kadar gula $3,394\%$ dari kadar gula awal $5,6\%$ (Zainah Mardhiana, 2022).

Konsumen cenderung memilih komoditas jagung manis yang segar dengan asumsi bahwa jagung manis pada kondisi segar masih memiliki kandungan gula yang tinggi. Perlakuan suhu dingin merupakan

cara paling umum memperpanjang masa simpan produk hortikultura (Pantastico, 1986).

Selama proses penyimpanan sebagian gula dalam biji jagung manis akan diubah menjadi pati dan sebagian lagi hilang karena respirasi yang akan menghasilkan air, carbon dioksida dan energi.

Penyimpanan pada suhu dingin pada prinsipnya bertujuan untuk menekan kecepatan respirasi dan transpirasi sehingga proses ini berjalan dengan lambat dan sebagai akibatnya ketahanan masa simpannya cukup panjang dengan susut bobot minimal, mutu masih baik, dan pasaran tetap tinggi (Kader, 1992).

Data hasil penelitian yang telah dianalisis dan diperoleh nilai konstanta kadar gula jagung manis pada berbagai suhu penyimpanan seperti ditunjukkan pada kadar Tabel 1. Selanjutnya dianalisis untuk memperoleh nilai konstanta untuk pendekatan atau prediksinya dengan suatu persamaan *power, 2 parameter* dengan mengikuti persamaan : $K_{Pred} = aT^b$ dengan tingkat validitas cukup tinggi yakni dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,97$ seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rerata hasil pengamatan kadar gula (%) jagung manis selama penyimpanan pada berbagai suhu.

t (jam)	Suhu 32°C	Suhu 16°C	Suhu 6°C
0	6,4679	6,2651	6,5409
1	6,2940	6,1362	6,5016
2	6,0690	6,1332	6,4490
3	5,8558	6,0380	6,4173
5	5,8287	5,8986	6,3566
7	5,6675	5,8553	6,2670
12	5,3542	5,5635	6,1799
48	4,8884	5,2524	5,7322

Tabel 2. Hasil analisis konstanta laju penurunan kadar gula jagung manis pada berbagai suhu penyimpanan.

T (°C)	a	B	K_Pred. (/jam)	K_Obs. (/jam)
32	0,0234	0,421	0,100666	0,10045
16	0,0234	0,421	0,075188	0,07615
6	0,0234	0,421	0,049753	0,05055

Tabel 3. Hasil analisis pendekatan kadar gula jagung manis (%) pada berbagai suhu penyimpanan.

a. Suhu Penyimpanan 32°C:

t (jam)	Go	Ge	K _{G_pred}	Gt _{pred}
0	6,4679	4,8884	0,100666	6,4679
1	6,4679	4,8884	0,100666	6,3166
2	6,4679	4,8884	0,100666	6,1799
3	6,4679	4,8884	0,100666	6,0562
5	6,4679	4,8884	0,100666	5,8432
7	6,4679	4,8884	0,100666	5,6691
12	6,4679	4,8884	0,100666	5,3603

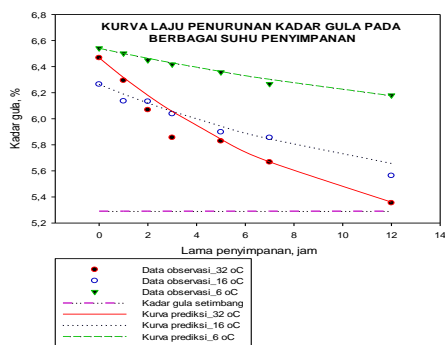
b. Suhu Penyimpanan 16°C:

t (jam)	Go	Ge	K _{G_pred}	Gt _{pred}
0	6,2651	5,2524	0,075188	6,2651
1	6,2651	5,2524	0,075188	6,1917
2	6,2651	5,2524	0,075188	6,1237
3	6,2651	5,2524	0,075188	6,0606
5	6,2651	5,2524	0,075188	5,9477
7	6,2651	5,2524	0,075188	5,8506
12	6,2651	5,2524	0,075188	5,6632

c. Suhu Penyimpanan 6°C:

t (jam)	Go	Ge	K _{G_pred}	Gt _{pred}
0	6,5409	5,7322	0,049753	6,5409
1	6,5409	5,7322	0,049753	6,5016
2	6,5409	5,7322	0,049753	6,4643
3	6,5409	5,7322	0,049753	6,4288
5	6,5409	5,7322	0,049753	6,3628
7	6,5409	5,7322	0,049753	6,3031
12	6,5409	5,7322	0,049753	6,1773

Adapun perbandingan berbagai laju penurunan kadar gula jagung manis antara data pengamatan dan nilai pendugaan ataupun prediksi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan laju penurunan kadar gula jagung manis selama penyimpanan.

Kadar Pati

Hasil analisis kadar pati pada Tabel 4 dan 5 menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan dingin atau suhu rendah dapat menekan laju penurunan kadar pati jagung manis. Hal ini disebabkan karena penyimpanan dingin dapat menghambat aktivitas enzim UDPG-fruktosa transglukosilase dan enzim UDPG-glukosiltransferase yang mampu menghambat perubahan gula menjadi pati pada produk jagung manis (Rustiningsih, *et al*; 2005).

Data hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan bahwa konstanta laju penurunan kadar pati pada suhu dingin (6°C) konstanta laju penurunan kadar pati 0,061697/jam lebih rendah dibandingkan dengan konstanta laju penurunan kadar pati pada suhu 16°C (0,076054/jam) dan 32°C (0,088172/jam) sehingga laju penurunan kadar pati menjadi lebih lambat.

Data hasil penelitian yang telah dianalisis dan diperoleh nilai konstanta kadar pati jagung manis pada berbagai suhu penyimpanan, selanjutnya dianalisis guna memperoleh nilai konstanta untuk pendekatan atau prediksinya dengan suatu persamaan *power, 2 parameter* dengan mengikuti persamaan : $K_{Pred} = aT^b$ dengan tingkat validitas sangat tinggi yakni nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,992$ seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Rerata hasil pengamatan kadar pati pada jagung manis selama penyimpanan pada berbagai suhu.

t (jam)	Suhu 32 °C	Suhu 16 °C	Suhu 6 °C
0	13,4366	12,8327	12,4506
1	13,2471	12,4726	12,3103
2	13,0574	12,2030	12,2498
3	13,0028	11,6684	11,9989
5	12,4647	11,1872	11,9514
7	12,4288	10,8564	11,8531
12	12,2936	10,2915	10,2292
48	11,8934	8,4991	8,4716

Tabel 5. Hasil analisis konstanta laju penurunan kadar pati jagung manis pada berbagai suhu penyimpanan.

T (°C)	A	B	K_Pred. (/jam)	K_Obs. (/jam)
32	0,0421	0,2133	0,088172	0,08885
16	0,0421	0,2133	0,076054	0,07500
6	0,0421	0,2133	0,061697	0,06235

Tabel 6. Hasil analisis pendekatan kadar pati (%) jagung manis pada berbagai suhu penyimpanan.

a. Suhu penyimpanan 32 °C :

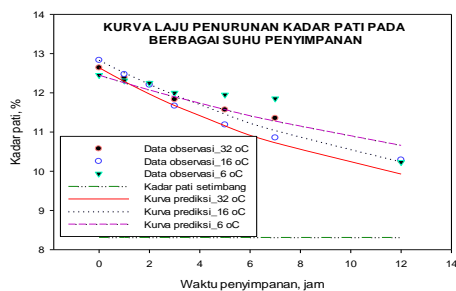
t (jam)	Po	Pe	K _{P_pred}	Pt _{pred}
0	12,6416	8,4853	0,088172	12,6416
1	12,6416	8,4853	0,088172	12,2908
2	12,6416	8,4853	0,088172	11,9697
3	12,6416	8,4853	0,088172	11,6756
5	12,6416	8,4853	0,088172	11,1598
7	12,6416	8,4853	0,088172	10,7274
12	12,6416	8,4853	0,088172	9,9281

b. Suhu penyimpanan 16 °C :

t (jam)	Po	Pe	K _{P_pred}	Pt _{pred}
0	12,8327	8,4991	0,076054	12,8327
1	12,8327	8,4991	0,076054	12,5153
2	12,8327	8,4991	0,076054	12,2212
3	12,8327	8,4991	0,076054	11,9486
5	12,8327	8,4991	0,076054	11,4618
7	12,8327	8,4991	0,076054	11,0438
12	12,8327	8,4991	0,076054	10,2388

c. Suhu penyimpanan 6 °C :

t (jam)	Po	Pe	K _{P_pred}	Pt _{pred}
0	12,4506	8,4716	0,061697	12,4506
1	12,4506	8,4716	0,061697	12,2125
2	12,4506	8,4716	0,061697	11,9887
3	12,4506	8,4716	0,061697	11,7783
5	12,4506	8,4716	0,061697	11,3944
7	12,4506	8,4716	0,061697	11,0551
12	12,4506	8,4716	0,061697	10,3693



Gambar 2. Perbandingan laju penurunan kadar pati jagung manis selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa makin rendah suhu penyimpanan nilai konstanta laju penurunan kadar gula dan kadar pati menunjukkan hasil yang makin kecil . Data penyimpanan 12 jam pada suhu 6 °C kadar gula jagung manis mengalami penurunan dari kadar gula awal 6,6409% menjadi 6,1773% dengan konstanta laju penurunan K_G sebesar 0,049753/jam. Untuk kadar pati persentase penurunan sebesar 16,72% dari 12,4506% menjadi 10,3693% dengan konstanta laju penurunan sebesar 0,061697/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, B.S., Atmaka, W. & Rachmawati, D. (2011). Prediksi umur simpan tepung jagung (*Zea mays* L.) instan dalam kemasan plastik. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 4(2), 74-83.
- AOAC. (1970). *Official Methods of Analysis 11 th Edition*. Association of official analytical chemist Inc. Washington D.C.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema & C.W. Hall (1992). *Drying and storage of grains and oilseed*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Kader, A. A. (1992). *Postharvest Biology and Technology an Over View*. In Kader A. Editor. Postharvest Technolog of Horticultural
- Kader. A.A. (1995). *Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural comofities*. Hort. Report, North Carolina State University.
- Mareta, D.T., & Nur, S.(2011).Pengemasan produk sayuran dengan bahan pengemas plastik pada penyimpanan suhu ruang dan suhu

- dingin. *Jurnal Mediagro*, 7(1), 26-40.
- Muhajir, R., Rahim, A., & Hutomo, G.S. (2014). Karakteristik fisik dan kimia susu jagung manis pada berbagai lama perebusan. *Jurnal Agroland*, 21(2), 95-103.
- Nelson, N.A. (1994). Photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *Journal Biological Chemistry*, 6(8), 375-379.
- Nofriati, D., & Asni, N. (2015). Pengaruh jenis kemasan dan tingkat kematangan terhadap kualitas buah jeruk selama penyimpanan. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Pertanian*, 12(2), 37-42.
- Pantastico, E.B. (1986). *Fisiologi Pascapanen*. Penerjemah Kamaryani. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rustiningsih, Utama, N.A. & Rineksane, I.A. (2005). Pengaruh berbagai macam pendinginan dan pengemasan terhadap umur simpan jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Planta Tropika*, 1(2), 55-60.
- Sari, D. A., & Hadiyanto, H. (2013). Teknologi dan metode penyimpanan makanan sebagai upaya memperpanjang self life. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2), 22-28.
- Thompson, H.C & Kelly. (1957). *Vegetable Crops*. 5th edition. New York: Mcgraw-Hill Book Company, Inc.
- Zainah Mardhiana. (2022). Pengaruh suhu penyimpanan dan ketebalan plastik terhadap rasa dan kesegaran jagung manis (*Zea mays var. Saccharata Sturt*). *Jurnal Biogenerasi* 7(2), 148-155.