



## Pengaruh Tingkat Kematangan Dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Mutu Fisik Buah Lemon Lokal (*Citrus X Limon*) Pada Kondisi Penyimpanan Dingin

Ferlando Jubelito Simanungkalit<sup>1\*</sup>, Hotman Manurung<sup>1</sup>, Donna Borntri Juli Sihotang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas HKBP Nommensen

<sup>2</sup>Alumni Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas HKBP Nommensen

\*E-mail: [ferlandosimanungkalit@uhn.ac.id](mailto:ferlandosimanungkalit@uhn.ac.id)

### Abstrak

Studi ini bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik buah lemon lokal (*Citrus x limon*) yang disimpan pada kondisi penyimpanan dingin karena pengaruh tingkat kematangan dan lama penyimpanan. Kondisi penyimpanan dingin ditujukan untuk mensimulasikan kondisi penyimpanan buah lemon lokal di supermarket/swalayan di Kota Medan. Rancangan acak lengkap faktorial digunakan sebagai metode dalam merancang penelitian ini. Tingkat kematangan buah lemon lokal dengan warna hijau (H), hijau-kuning (HK), dan kuning (K) adalah faktor pertama. Faktor kedua adalah lama penyimpanan (hari), yang berjumlah 0, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 hari. Parameter yang dianalisis termasuk susut kekerasan, susut ukuran, dan susut bobot. Susut bobot diukur dengan metode penimbangan. Susut ukuran diukur menggunakan jangka sorong. Kekerasan diukur dengan menggunakan penetrometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah lemon lokal (*Citrus x limon*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap susut bobot yang berkisar antara 8,9388% - 10,6499%, susut ukuran buah (membujur) 3,16 mm - 4,94 mm dan kekerasan 4,65 - 5,53 kg/cm<sup>2</sup>. Lama penyimpanan buah lemon lokal (*Citrus x limon*) juga mempengaruhi penurunan susut bobot secara signifikan yang berkisar antara 0,0000% - 17,0168%; susut ukuran buah (membujur) 0,00 mm - 7,19 mm; susut ukuran buah (melintang) 0,00 mm - 4,08 mm. Kekerasan buah lemon lokal (*Citrus x limon*) dipengaruhi secara signifikan oleh tingkat kematangan dan lama penyimpanan.

**Kata kunci:** Lama penyimpanan, lemon lokal, mutu fisik, tingkat kematangan, penyimpanan dingin.

## **The Effect Of Maturity Level And Storage Duration On The Physical Quality Of Local Lemon (Citrus X Limon) Under Cold Storage Conditions**

**Ferlando Jubelito Simanungkalit<sup>1</sup>, Hotman Manurung<sup>1</sup>, Donna Borntri Juli Sihotang<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, University of HKBP Nommensen

<sup>2</sup>Alumni of Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, University of HKBP Nommensen

\*E-mail: [ferlandosimanungkalit@uhn.ac.id](mailto:ferlandosimanungkalit@uhn.ac.id)

### **Abstract**

This study aims to determine the physical quality of local lemons (Citrus x limon) stored in cold storage conditions due to the influence of ripeness level and storage duration. Cold storage conditions are intended to simulate the storage conditions of local lemons in supermarkets in Medan City. A factorial completely randomized design was used as a method in designing this study. The ripeness level of local lemons with green (H), green-yellow (HK), and yellow (K) colors was the first factor. The second factor was storage duration (days), which amounted to 0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 days. The parameters analyzed included hardness loss, size loss, and weight loss. Weight loss was measured by the weighing method. Size loss was measured using a vernier caliper. Hardness was measured using a penetrometer. The results showed that the level of ripeness of local lemons (Citrus x limon) had a significant effect on weight loss ranging from 8.9388% - 10.6499%, fruit size loss (longitudinal) 3.16 mm - 4.94 mm and hardness 4.65 - 5.53 kg / cm<sup>2</sup>. The storage period of local lemons (Citrus x limon) also significantly affected the decrease in weight loss ranging from 0.0000% - 17.0168%; fruit size loss (longitudinal) 0.00 mm - 7.19 mm; fruit size loss (transverse) 0.00 mm - 4.08 mm. The hardness of local lemons (Citrus x limon) was significantly influenced by the level of ripeness and storage period.

**Keywords:** Cold storage, local lemon, physical quality, ripeness level, storage period.

### **PENDAHULUAN**

Tanaman lemon (Citrus x limon), juga disebut jeruk sitrun atau jeruk limun dapat tumbuh di wilayah Indonesia, dimana Provinsi Sumatera Utara merupakan salah satu daerah penghasil. Buah lemon mulai banyak diusahakan di Sumatera Utara, meskipun sebarannya belum merata (Rahmadani, 2017). Mengingat tingginya permintaan pasar untuk jeruk lemon, dan karena jeruk lemon dapat dipanen setiap minggu, budidaya jeruk lemon menjadi menguntungkan. Desa Sekoci, salah satu daerah di Sumatera Utara, rata-rata memproduksi 14.796 kilogram buah lemon per tahun. Dalam setahun terakhir, sentra produksi lokal ini dapat bersaing dan memenuhi permintaan konsumen (Sipayung, 2019). Peningkatan produksi lemon lokal juga dilakukan di Kecamatan Medan Selayang (Rahmadani, 2017). Tujuan pengembangan lemon lokal adalah untuk memastikan kualitas, ketersediaan, dan kelanjutan produksi buah lemon (Ridho, 2020).

Buah lemon berbentuk membulat seperti tabung dengan ukuran sekitar lima puluh hingga enam puluh milimeter dan memiliki tonjolan pada bagian ujungnya (Lase, 2019) juga memiliki aroma dan rasa asam yang khas (Bahri et al., 2020). Kulit jeruk lemon biasanya berkilau. Lemon yang masih mentah berwarna hijau, lemon yang sudah matang

berwarna kuning cerah, dan lemon yang sudah tua berwarna kuning tua, keriput, dan lembek apabila ditekan (Lase, 2019). Lemon dipilih sebagai bahan komersil karena kandungannya, serta rasa asam dan aromanya yang khas. Sebagai sumber antioksidan dan vitamin C, buah lemon sangat bermanfaat bagi kesehatan (Kartikawati & Yudi, 2020). Flavonoid juga ditemukan dalam buah lemon, dikenal sebagai quersetin, yang berfungsi sebagai antioksidan yang melawan radikal bebas, serta memiliki kandungan serat, beta-karoten serta zat gizi mikro lainnya. Karena manfaatnya, buah lemon banyak dikonsumsi sebagai bahan masak, minuman, makanan segar dan pengawet (Di Matteo et al., 2021).

Untuk memenuhi kebutuhan pasar, buah lemon biasanya dipanen pada berbagai tingkat kematangan. Kualitas serta daya simpan buah lemon dipengaruhi oleh berbagai transformasi biokimia dan fisiologis yang terjadi selama proses pertumbuhan, perkembangan dan kematangan buah (Mukhim et al., 2015). Kematangan buah lemon saat pemanenan akan mempengaruhi kualitas pascapanen buah selama penyimpanan (Sun et al., 2019).

Tingkat kematangan buah jeruk saat dipanen akan mempengaruhi parameter kualitas buah seperti warna (Alós et al., 2006); kapasitas antioksidan total (Huang et al., 2007); asam organik dan masa simpan (Erickson, 1968). Kondisi penyimpanan dan lama penyimpanan secara signifikan memberikan pengaruh terhadap parameter kualitas pascapanen buah lemon seperti susut bobot (Eaks, 1961).

Selama proses penyimpanan dan transportasi, buah lemon mengalami perubahan fisiologi yang mengurangi masa simpannya. Masa simpan buah lemon dapat ditingkatkan dengan menyimpannya pada kondisi suhu yang lebih rendah serta mengontrol laju transpirasi dan respirasi buah (Nasrin et al., 2020a). López-Gómez et al., (2023), menunjukkan bahwa lama penyimpanan serta penggunaan suhu dingin berdampak pada berbagai atribut kualitas buah lemon seperti: pH, ketegasan/kekerasan buah, asam tertitrasi (ATT), warna eksternal, kandungan fenolik total, padatan terlarut (TPT), aktivitas antioksidan dan vitamin C.

Lemon biasanya dapat disimpan selama enam bulan pada suhu 10 hingga 13 derajat Celcius. (Lo'ay & Dawood, 2019). Kualitas buah lemon dipengaruhi oleh suhu penyimpanan yang juga menentukan seberapa lama buah dapat disimpan. Kekerasan buah lemon mengalami penurunan pada kondisi penyimpanan dingin pada suhu 8 derajat Celcius selama 35 hari (López-Gómez et al., 2023a), serta penurunan tingkat kecerahan warna lemon dan aktivitas enzim antioksidan pada suhu  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  selama penyimpanan 60 hari (Lo'ay & Dawood, 2019).

Karakteristik fisik buah lemon dipengaruhi oleh berbagai variabel seperti lama penyimpanan, tingkat kematangan dan suhu penyimpanan. Untuk mendapatkan kualitas fisik terbaik dari buah lemon, penelitian terkait harus dilakukan. Pada penelitian terdahulu belum ada penelitian yang mengkaji pengaruh tingkat kematangan buah lemon lokal (*Citrus x limon*) dan lama penyimpanan secara bersamaan. Penelitian ini mengkombinasikan faktor lama penyimpanan dan tingkat kematangan buah lemon lokal sebagai faktor dalam penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi petani serta pedagang buah lemon lokal untuk menentukan waktu penyimpanan pascapanen dan tingkat kematangan buah lemon pada saat dipanen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari karakteristik mutu fisik buah lemon lokal pada kondisi penyimpanan dingin akibat pengaruh tingkat kematangan dan lama penyimpanan. Pemilihan kondisi penyimpanan dingin sebagai kondisi suhu penyimpanan adalah untuk menyerupai kondisi pemasaran buah lemon di supermarket atau swalayan di Kota Medan yang biasanya disimpan di dalam lemari/mesin pendingin.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan waktu penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisa dan Pengolahan Pangan, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas HKBP Nommensen pada bulan September – November 2023.

### **Alat**

Penelitian ini menggunakan alat-alat seperti: keranjang buah, kertas label, petridish, tisu, lemari es, dan nampan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik Sartorius BSA224S-CW, jangka sorong digital Vernier Mitutoyo 150mm 500-196-20, penetrometer buah model GY-3 dan alat tulis.

### **Bahan**

Bahan penelitian adalah buah lemon lokal dari kebun di Desa Tanjung Anom, Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang. Buah lemon kemudian dipanen dari kebun pada tiga tingkat kematangan, yaitu: hijau (H), hijau-kuning(HK), dan kuning (K).

### **Rancangan percobaan**

Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) yang terdiri dari dua faktor perlakuan digunakan sebagai rancangan percobaan dalam penelitian ini. Faktor pertama adalah tingkat kematangan buah lemon lokal, yang terdiri dari tiga taraf perlakuan: T<sub>0</sub> adalah hijau, T<sub>1</sub> adalah hijau-kuning dan T<sub>2</sub> adalah kuning. Faktor kedua adalah lama penyimpanan (hari), yang terdiri dari tujuh taraf perlakuan: P<sub>0</sub> adalah 0 hari, P<sub>1</sub> adalah 2 hari, P<sub>2</sub> adalah 4 hari, P<sub>3</sub> adalah 6 hari, P<sub>4</sub> adalah 8 hari, P<sub>5</sub> adalah 10 hari, dan P<sub>6</sub> adalah 12 hari. Jumlah ulangan sebanyak tiga kali. Dengan demikian, secara total ada 63 satuan percobaan.

### **Pelaksanaan penelitian**

Penelitian dimulai dengan memanen buah lemon lokal (Citrus x limon) dari kebun di sekitar Kota Medan. Buah ini diperoleh dari kebun di Desa Tanjung Anom, Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang. Buah lemon yang dipanen terdiri dari tiga tingkat kematangan yaitu hijau, hijau-kuning dan kuning. Buah yang telah dipanen kemudian dibersihkan, kemudian diberi label penomoran sampel, lalu diukur (bobot awal dan ukuran awal) kemudian dimasukkan ke dalam lemari es (chilling) dengan suhu pendinginan  $7 \pm 1$  °C untuk disimpan. Tiga buah lemon dari masing-masing tingkat kematangan diambil dari dalam lemari es dan didiamkan selama tiga puluh menit pada suhu ruang untuk diukur dan diperiksa di laboratorium, hal ini dilakukan sesuai dengan faktor lama penyimpanan (0, 4, 6, 8, 10, dan 12 hari). Selanjutnya, hasil pengukuran serta analisis laboratorium dicatat dan dikumpulkan sebagai data untuk keperluan analisis statistik yang akan menganalisis hubungan antar faktor perlakuan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan program SPSS 29.

### **Susut bobot**

Timbangan analitik Sartorius BSA224S-CW digunakan untuk mengukur susut bobot buah. Buah lemon yang akan diukur bobotnya kemudian diletakkan pada timbangan. Hasil penimbangan yang tertera pada timbangan kemudian dicatat sebagai hasil pengukuran bobot buah (Ladaniya, 2023). Pengukuran susut bobot dihitung dengan membandingkan bobot awal buah (sebelum penyimpanan) dengan bobot akhir buah (pada saat pengamatan) (Widodo et al., 2019). Rumus yang digunakan untuk menghitung susut bobot yaitu:

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

### Susut ukuran

Untuk mengukur susut ukuran buah, jangka sorong Mitutoyo Digital Vernier Caliper 150mm 500-196-20 digunakan sebagai alat ukur. Tempatkan buah lemon yang akan diukur di antara dua rahang pengukur jangka sorong. Pengukuran dilakukan untuk mengukur diameter melintang (bagian tengah ekuator buah lemon) dan diameter membujur (bagian dari ujung nipple atas hingga ujung nipple bawah buah lemon). Hasil pengukuran diameter kemudian dicatat dengan satuan milimeter (Ladaniya, 2023). Pengukuran susut ukuran dihitung dengan membandingkan diameter awal buah (sebelum penyimpanan) dengan diameter akhir buah (pada saat pengamatan). Rumus yang digunakan yaitu:

$$\text{Susut ukuran (mm)} = \text{Ukuran awal} - \text{ukuran akhir} \dots\dots\dots (2)$$

### Kekerasan

Penetrometer buah model GY-3 digunakan untuk mengukur kekerasan buah lemon. Pengukuran dilakukan dengan menusuk daging buah lemon yang telah dikupas kulitnya pada bagian ujung, tengah, dan pangkal buah lemon. Pergerakan jarum penunjuk akan menunjukkan hasil pengukuran penetrometer. Hasil pengukuran kekerasan dicatatkan dengan satuan kg/cm<sup>2</sup> (Widodo et al., 2019). Nilai kekerasan buah lemon merupakan hasil rata-rata dari hasil pengukuran penetrometer pada bagian ujung, tengah, dan pangkal buah lemon.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis statistik dari data hasil penelitian:

Tabel 1. Pengaruh tingkat kematangan dan lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik buah lemon lokal.

No	Kode Perlakuan Penelitian	Perlakuan		Susut Bobot (%)	Parameter Fisik		Kekerasan (Kg/cm <sup>2</sup> )
		Tingkat Kematangan Buah Lemon	Lama Penyimpanan Buah Lemon (Hari)		Susut Ukuran (mm)		
					Membujur	Melintang	
1	T1P1	Hijau	0	0,00 ± 0,00 <sup>ba</sup> <sub>a</sub>	0,00 ± 0,00 <sup>be</sup> <sub>a</sub>	0,00 ± 0,00 <sup>ad</sup> <sub>a</sub>	7,72 ± 0,61 <sup>bb</sup> <sub>c</sub>
2	T1P2	Hijau	2	6,42 ± 0,42 <sup>bb</sup> <sub>a</sub>	2,13 ± 1,73 <sup>bd</sup> <sub>a</sub>	1,87 ± 1,15 <sup>ac</sup> <sub>a</sub>	5,53 ± 1,11 <sup>bb</sup> <sub>ab</sub>
3	T1P3	Hijau	4	10,24 ± 0,92 <sup>bc</sup> <sub>a</sub>	2,73 ± 1,11 <sup>bd</sup> <sub>a</sub>	2,39 ± 0,49 <sup>acd</sup> <sub>a</sub>	4,74 ± 0,28 <sup>ba</sup> <sub>ab</sub>
4	T1P4	Hijau	6	10,00 ± 0,92 <sup>bd</sup> <sub>a</sub>	3,80 ± 0,81 <sup>bc</sup> <sub>a</sub>	2,26 ± 1,72 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>	5,07 ± 1,44 <sup>ba</sup> <sub>ab</sub>
5	T1P5	Hijau	8	13,49 ± 1,39 <sup>be</sup> <sub>a</sub>	4,56 ± 0,78 <sup>bb</sup> <sub>a</sub>	3,83 ± 0,35 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>	5,53 ± 0,20 <sup>bab</sup> <sub>ab</sub>
6	T1P6	Hijau	10	17,18 ± 0,86 <sup>bf</sup> <sub>a</sub>	6,04 ± 0,82 <sup>bb</sup> <sub>a</sub>	4,61 ± 0,18 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>	5,48 ± 0,82 <sup>bab</sup> <sub>ab</sub>
7	T1P7	Hijau	12	17,22 ± 1,87 <sup>bg</sup> <sub>a</sub>	5,26 ± 1,30 <sup>ba</sup> <sub>a</sub>	5,09 ± 0,68 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>	4,64 ± 0,66 <sup>ba</sup> <sub>ab</sub>
8	T2P1	Hijau - Kuning	0	0,00 ± 0,00 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>	0,00 ± 0,00 <sup>be</sup> <sub>a</sub>	0,00 ± 0,00 <sup>abd</sup> <sub>a</sub>	4,40 ± 0,22 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>
9	T2P2	Hijau - Kuning	2	4,39 ± 0,34 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>	1,68 ± 0,44 <sup>bd</sup> <sub>a</sub>	1,59 ± 1,33 <sup>abc</sup> <sub>a</sub>	6,00 ± 1,50 <sup>ab</sup> <sub>b</sub>
10	T2P3	Hijau - Kuning	4	6,59 ± 1,43 <sup>ac</sup> <sub>a</sub>	1,77 ± 0,44 <sup>bd</sup> <sub>a</sub>	1,36 ± 0,37 <sup>abcd</sup> <sub>a</sub>	4,89 ± 0,93 <sup>aa</sup> <sub>ab</sub>
11	T2P4	Hijau - Kuning	6	8,92 ± 0,82 <sup>ad</sup> <sub>a</sub>	2,99 ± 0,78 <sup>bc</sup> <sub>a</sub>	2,09 ± 1,09 <sup>abb</sup> <sub>a</sub>	4,73 ± 0,69 <sup>aa</sup> <sub>ab</sub>
12	T2P5	Hijau - Kuning	8	12,36 ± 1,42 <sup>ae</sup> <sub>a</sub>	4,74 ± 1,45 <sup>bb</sup> <sub>a</sub>	3,49 ± 1,10 <sup>aba</sup> <sub>a</sub>	5,20 ± 0,55 <sup>aab</sup> <sub>ab</sub>
13	T2P6	Hijau - Kuning	10	13,98 ± 1,45 <sup>af</sup> <sub>a</sub>	4,29 ± 1,21 <sup>bb</sup> <sub>a</sub>	3,81 ± 0,43 <sup>aba</sup> <sub>a</sub>	5,44 ± 0,55 <sup>aab</sup> <sub>ab</sub>
14	T2P7	Hijau - Kuning	12	17,94 ± 1,46 <sup>ag</sup> <sub>a</sub>	6,67 ± 0,65 <sup>ba</sup> <sub>a</sub>	4,72 ± 0,61 <sup>aba</sup> <sub>a</sub>	4,84 ± 0,42 <sup>aa</sup> <sub>ab</sub>
15	T3P1	Kuning	0	0,00 ± 0,00 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>	0,00 ± 0,00 <sup>ae</sup> <sub>a</sub>	0,00 ± 0,00 <sup>bd</sup> <sub>a</sub>	4,54 ± 0,40 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>
16	T3P2	Kuning	2	5,04 ± 0,85 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>	2,42 ± 0,35 <sup>ad</sup> <sub>a</sub>	0,81 ± 1,43 <sup>bc</sup> <sub>a</sub>	5,50 ± 0,41 <sup>ab</sup> <sub>ab</sub>
17	T3P3	Kuning	4	6,65 ± 1,53 <sup>ac</sup> <sub>a</sub>	4,05 ± 0,19 <sup>ad</sup> <sub>a</sub>	2,10 ± 0,58 <sup>bcd</sup> <sub>a</sub>	4,47 ± 0,20 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>
18	T3P4	Kuning	6	9,26 ± 0,24 <sup>ad</sup> <sub>a</sub>	5,44 ± 1,05 <sup>ac</sup> <sub>a</sub>	2,83 ± 0,16 <sup>bb</sup> <sub>a</sub>	4,32 ± 0,35 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>
19	T3P5	Kuning	8	12,03 ± 1,50 <sup>ae</sup> <sub>a</sub>	7,23 ± 0,89 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>	3,74 ± 1,91 <sup>ba</sup> <sub>a</sub>	4,80 ± 0,09 <sup>aab</sup> <sub>ab</sub>

20	T3P6	Kuning	10	13,70 ± 1,38 <sup>af</sup> <sub>a</sub>	5,80 ± 1,23 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>	3,85 ± 0,31 <sup>ba</sup> <sub>a</sub>	4,50 ± 0,20 <sup>aab</sup> <sub>a</sub>
21	T3P7	Kuning	12	15,89 ± 3,94 <sup>ag</sup> <sub>a</sub>	9,65 ± 3,89 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>	2,39 ± 1,59 <sup>ba</sup> <sub>a</sub>	4,46 ± 0,46 <sup>aa</sup> <sub>a</sub>

Keterangan:

1. Pengaruh nyata pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama.
2. Pengaruh nyata interaksi perlakuan pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf subskrip yang berbeda pada kolom yang sama.

### Susut bobot

Susut bobot adalah salah satu indikasi penurunan mutu yang juga menunjukkan tingkat kesegaran buah. Proses transpirasi dan respirasi mengurangi jumlah air yang terdapat di dalam buah dan menyebabkan terjadinya susut bobot (Pah et al., 2020). Buah yang susut secara signifikan akan berkurang kesegarannya memiliki kulit yang berkerut dan menjadi lebih kisut. Keadaan ini membuat tampilan buah jadi kurang menarik serta menjadi tidak layak untuk dijual (Riastana et al., 2019).

Tingkat kematangan dan lama penyimpanan masing-masing memberi pengaruh berbeda sangat nyata ( $\text{sig} < 0,01$ ) terhadap susut bobot buah lemon lokal. Interaksi antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap susut buah lemon lokal seperti tersaji pada Tabel 1.

Dari Tabel 2, terlihat bahwa bobot menurun seiring dengan meningkatnya kematangan buah, yakni mulai dari 10,650% pada tingkat kematangan hijau (H) menjadi 8,939 % pada tingkat kematangan kuning (K). Hal ini terjadi akibat dari kehilangan air pada buah lemon akibat proses respirasi. Kehilangan air dari daging buah akibat respirasi menyebabkan terjadinya susut bobot (Murtadha et al., 2012). Buah lemon lokal dengan tingkat kematangan hijau (H) mengalami susut bobot lebih besar dibandingkan buah lemon lokal dengan tingkat kematangan hijau-kuning (HK) dan kuning (K). Hal ini diakibatkan karena buah lemon lokal hijau (H) belum mencapai fase matang buah sehingga respirasi yang terjadi lebih besar dibanding tingkat kematangan lainnya. Menurut Murtadha et al., (2012), karena buah telah melewati puncak klimaterik ketika telah mencapai tingkat kematangan 85 - 90%, respirasi buah akan menjadi lebih rendah. Nilai susut bobot buah berkorelasi positif dengan laju respirasi. Pada umumnya, aktivitas respirasi pada buah sama, CO<sub>2</sub> akan meningkat saat buah menuju pematangan dan kemudian terjadi penurunan aktivitas respirasi pada saat tanaman menjelang matang dan sampai matang sempurna. Buah yang belum mencapai masak fisiologis (mentah) memiliki sel-sel muda yang memiliki laju respirasi yang lebih tinggi daripada sel-sel dewasa yang sudah melewati masak fisiologis. (Aryanti et al., 2017).

Tabel 2. Susut bobot buah lemon lokal akibat pengaruh tingkat kematangan.

Tingkat Kematangan	Rataan Susut Bobot (%)
Hijau (H)	10,650 ± 5,887 <sup>b</sup>
Hijau – Kuning (HK)	9,167 ± 5,873 <sup>a</sup>
Kuning (K)	8,939 ± 5,425 <sup>a</sup>

Keterangan: Pengaruh nyata pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dan ± menandakan standar deviasi.

López-Gómez et al., (2023), menyatakan bahwa penurunan bobot lemon yang masih dapat diterima pada tahap komersial berkisar antara 5 % sampai dengan 9 %. Berdasarkan Tabel 2, penyusutan bobot buah lemon lokal pada tingkat kematangan hijau (H) dan hijau-kuning (HK) dapat menyebabkan buah lemon lokal menjadi tidak dapat diterima oleh pasar.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa susut bobot buah lemon lokal meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Mulai dari 0,000% selama 0 hari penyimpanan hingga 17,017% selama 12 hari penyimpanan. López-Gómez et al., (2023b), menyatakan bahwa semakin lama buah lemon lokal disimpan, buah akan terus mengalami penyusutan

disebabkan oleh proses transpirasi dan respirasi. Semakin lama buah disimpan maka proses respirasi semakin lama terjadi, akibatnya semakin banyak air yang hilang dari buah lemon. Selama penyimpanan, kadar air pada buah akan menguap dan berkurang (Andhika et al., 2021). Proses transpirasi mengangkut air yang terkandung di dalam buah keluar menuju ke lingkungan, mengakibatkan penyusutan bobot buah (Novita et al., 2012). Tak hanya proses transpirasi, tetapi laju respirasi juga memicu penurunan susut bobot selama penyimpanan. Selama proses pematangan buah respirasi tetap berlangsung, yang kemudian mengakibatkan penurunan bobot buah (Widodo et al., 2019). Selama proses pematangan, buah lemon lokal juga mengalami proses penyimpanan. Dengan demikian, proses respirasi juga terus berlanjut selama proses penyimpanan. Pembakaran gula dan bahan lain dalam proses respirasi menghasilkan transformasi gas CO<sub>2</sub> (hilang menguap), energi, dan uap air (Andhika et al., 2021).

Tabel 3. Susut bobot buah lemon lokal akibat pengaruh lama penyimpanan.

Lama Penyimpanan (Hari)	Rataan Susut Bobot (%)
0	0,000 ± 0,000 <sup>a</sup>
2	5,286 ± 1,032 <sup>b</sup>
4	7,825 ± 2,142 <sup>c</sup>
6	9,394 ± 0,790 <sup>d</sup>
8	12,625 ± 1,409 <sup>e</sup>
10	14,951 ± 1,999 <sup>f</sup>
12	17,017 ± 2,471 <sup>g</sup>

Keterangan: Pengaruh nyata pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dan ± menandakan standar deviasi.

Pengaruh tidak berbeda nyata (sig. > 0,05) terhadap susut bobot buah lemon lokal terjadi pada interaksi antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan seperti pada Tabel 1, sehingga uji Duncan tidak dilakukan. Penurunan berat atau susut bobot merupakan konsekuensi dari dehidrasi buah akibat perubahan resistensi transfer permukaan buah terhadap uap air, laju respirasi, dan terjadinya retakan kecil yang menghubungkan atmosfer internal dan eksternal pada buah (Nasrin et al., 2020b). Laju susut bobot buah semakin meningkat seiring dengan tingkat kematangan dan lama penyimpanan tetapi tidak menunjukkan adanya interaksi. Hal ini dikarenakan seiring lama penyimpanan, peningkatan susut bobot mengalami perubahan yang sangat kecil. Penyimpanan pada suhu dingin dapat memperlambat terjadinya penuaan dan pelayuan pada buah karena dengan menurunnya laju respirasi dan transpirasi (Djafar et al., 2022).

### Susut ukuran

Tingkat kematangan menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata (sig. < 0,01) terhadap susut ukuran membujur buah lemon lokal, namun tidak berpengaruh nyata terhadap ukuran melintang buah lemon lokal. Lama penyimpanan menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata (sig. < 0,01) terhadap susut ukuran membujur dan ukuran melintang buah lemon lokal. Interaksi antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata (sig. > 0,05) terhadap susut ukuran membujur dan ukuran melintang buah lemon lokal seperti tersaji pada Tabel 1.

Tabel 4 menunjukkan bahwa penyusutan ukuran membujur buah lemon lokal cenderung mengalami peningkatan seiring tingkat kematangan buah, mulai dari 3,16 mm pada tingkat kematangan hijau-kuning (HK) menjadi 4,94 mm pada tingkat kematangan kuning (K). Semakin matang buah lemon maka penyusutan ukuran membujur buah lemon lokal semakin besar. Sejalan dengan penelitian Riastana et al., (2019) yang menyatakan buah dengan tingkat kematangan kuning memiliki penurunan diameter lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat kematangan lainnya. Penurunan diameter maupun ukuran

buah membujur diikuti dengan persentase kerusakan buah menjadi layu dan keriput. Buah yang telah masak atau fase fisiologis memiliki persentase kemunduran mutu lebih tinggi dibandingkan dengan buah dengan tingkat kematangan sebelum fase fisiologis atau mentah.

Tabel 4. Pengaruh tingkat kematangan terhadap susut ukuran membujur dan melintang buah lemon lokal.

Tingkat Kematangan	Rataan Susut Ukuran (mm)	
	Membujur	Melintang
Hijau (H)	3,503 ± 2,147 <sup>b</sup>	2,863 ± 1,822 <sup>a</sup>
Hijau – Kuning (HK)	3,163 ± 2,244 <sup>b</sup>	2,436 ± 1,705 <sup>ab</sup>
Kuning (K)	4,940 ± 3,295 <sup>a</sup>	2,244 ± 1,646 <sup>b</sup>

Keterangan: Pengaruh nyata pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dan ± menandakan standar deviasi.

Berdasarkan Tabel 5, penyusutan ukuran membujur buah lemon lokal mengalami peningkatan selama penyimpanan yakni mulai dari 0,000 mm pada lama penyimpanan 0 hari menjadi 7,192 mm pada lama penyimpanan 12 hari. Penyusutan ukuran melintang buah lemon lokal juga mengalami peningkatan selama penyimpanan yakni mulai dari 0,000 mm pada lama penyimpanan 0 hari menjadi 4,066 mm pada lama penyimpanan 12 hari. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka ukuran membujur dan ukuran melintang buah lemon lokal akan semakin menurun. Penurunan bobot buah selama waktu penyimpanan juga berkaitan dengan penurunan ukuran membujur dan melintang buah lemon lokal. Penurunan susut bobot buah lemon lokal disebabkan oleh proses respirasi dan transpirasi. Selama penyimpanan, terjadi kehilangan air karena proses respirasi dan transpirasi. Kondisi ini juga menjadi penyebab diameter buah menurun (Pangestuti et al., 2004).

Tabel 5. Pengaruh lama penyimpanan terhadap susut ukuran membujur dan melintang buah lemon lokal.

Lama Penyimpanan (Hari)	Rataan Susut Ukuran (mm)	
	Membujur	Melintang
0	0,000 ± 0,000 <sup>e</sup>	0,000 ± 0,000 <sup>d</sup>
2	2,074 ± 0,967 <sup>d</sup>	1,421 ± 1,229 <sup>c</sup>
4	2,851 ± 1,161 <sup>d</sup>	1,952 ± 0,623 <sup>b<sup>bc</sup></sup>
6	4,078 ± 1,326 <sup>c</sup>	2,390 ± 1,075 <sup>b</sup>
8	5,510 ± 1,595 <sup>b</sup>	3,686 ± 1,126 <sup>a</sup>
10	5,376 ± 1,260 <sup>b</sup>	4,088 ± 0,480 <sup>a</sup>
12	7,192 ± 2,842 <sup>a</sup>	4,066 ± 1,566 <sup>a</sup>

Keterangan: Pengaruh nyata pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dan ± menandakan standar deviasi.

### Kekerasan

Salah satu sifat fisik yang mempengaruhi kualitas buah adalah kekerasan buah (Riastana et al., 2019). Pengaruh sangat berbeda nyata ( $\text{sig} < 0,01$ ) terhadap kekerasan buah lemon dihasilkan oleh perlakuan lama penyimpanan, tingkat kematangan buah dan interaksi antara keduanya seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 6. Pengaruh tingkat kematangan terhadap kekerasan buah lemon lokal.

Tingkat Kematangan	Rataan Susut Bobot (%)
Hijau (H)	5,532 ± 1,205 <sup>b</sup>
Hijau – Kuning (HK)	5,073 ± 0,832 <sup>a</sup>
Kuning (K)	4,656 ± 0,468 <sup>a</sup>

Keterangan: Pengaruh nyata pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dan ± menandakan standar deviasi.

Berdasarkan Tabel 6, tingkat kekerasan menurun dari 5,532 Kg/cm<sup>2</sup> pada tingkat kematangan hijau (H) menjadi 4,656 Kg/cm<sup>2</sup> pada tingkat kematangan kuning. Penurunan tingkat kekerasan ini disebabkan karena terjadinya perombakan komponen karbohidrat menjadi senyawa sederhana yang mengakibatkan tekstur menjadi lunak. Selama proses pematangan, dinding sel mengalami perubahan, yang menyebabkan penurunan nilai kekerasan buah (kelunakan). Komponen penyusun dinding sel seperti selulosa, hemiselulosa, dan pektin mengalami perombakan. Hal ini yang menyebabkan buah menjadi lebih lunak (Aprilliani et al., 2021). Aktivitas enzim mengubah kandungan pektin dalam buah selama proses pemasakan sehingga buah semakin lunak yang juga mengakibatkan penurunan nilai kekerasan buah (Julianti, 2011). Selama tahap pemasakan buah, serangkaian peristiwa akan terjadi, termasuk polisakarida yang terurai lebih banyak, yang menyebabkan buah menjadi lebih lunak. Senyawa penyusun dinding sel awalnya terbentuk dari protopektin yang tidak larut akan berubah menjadi pektin yang larut (Kusumiyati et al., 2018). Kekerasan buah terkait dengan kematangan buah, yang sejalan dengan pernyataan Hasibuan et al., (2015), bahwa selama pematangan, buah menjadi lebih lunak karena perubahan protopektin menjadi pektin larut. Menurunnya kekerasan buah menunjukkan bahwa buah semakin masak hingga mencapai waktu sense (Riza, 2019). Semakin rendah nilai kekerasan, maka buah akan menjadi semakin lunak. Kondisi ini tampak pada penetrasi jarum penetrometer pada buah yang mendekati nilai terkecil (Widodo et al., 2019).

Dari Tabel 7, nilai kekerasan buah lemon lokal cenderung menurun seiring lama penyimpanan. Perubahan yang terjadi di dalam buah, seperti pecahnya rantai polisakarida pada buah, menyebabkan tingkat kekerasan menurun. Semakin banyak rantai polisakarida yang terputus berarti semakin tinggi penurunan tingkat kekerasan (Latriyanto et al., 2022). Selama proses respirasi, karbohidrat dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mengakibatkan terpecahnya jaringan pada buah, menyebabkan buah menjadi lunak. Selama proses transpirasi, sebagian air pada buah menguap, menyebabkan buah layu dan mengerut serta menjadi lunak (Gurning et al., 2019).

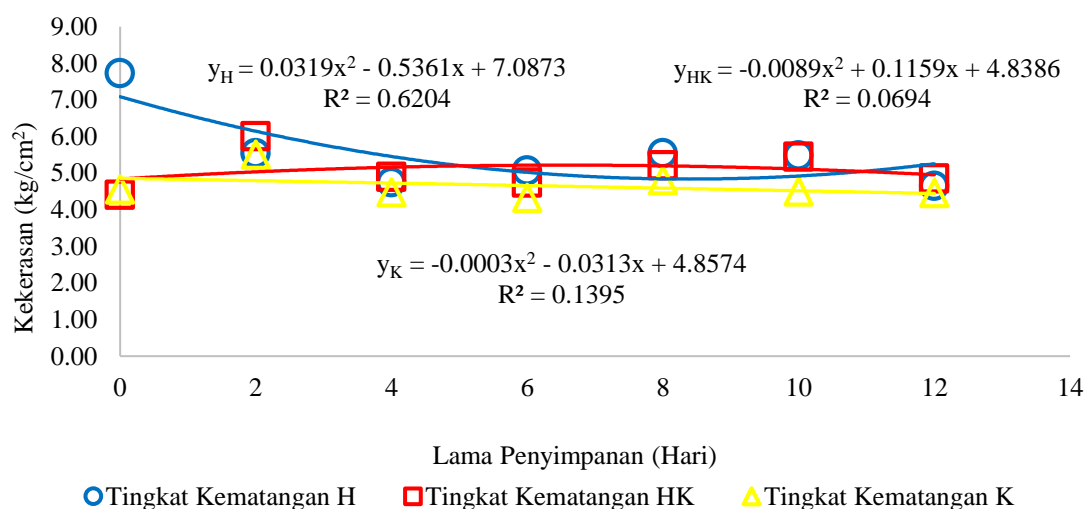
Tabel 7. Nilai kekerasan buah lemon lokal akibat pengaruh lama penyimpanan.

Lama Penyimpanan (Hari)	Rataan Susut Bobot (%)
0	5,556 ± 1,670 <sup>b</sup>
2	5,678 ± 0,986 <sup>b</sup>
4	4,700 ± 0,528 <sup>a</sup>
6	4,707 ± 0,878 <sup>a</sup>
8	5,178 ± 0,434 <sup>ab</sup>
10	5,141 ± 0,696 <sup>ab</sup>
12	4,648 ± 0,482 <sup>a</sup>

Keterangan: Pengaruh nyata pada taraf 5% ditunjukkan oleh variasi huruf superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dan ± menandakan standar deviasi.

Pengaruh berbeda sangat nyata (sig. < 0,01) terhadap kekerasan buah lemon lokal juga ditunjukkan oleh interaksi antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan seperti

pada Tabel 2. Kekerasan buah lemon lokal cenderung menurun akibat interaksi antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan. Nilai tertinggi terdapat pada tingkat kematangan hijau (H) selama penyimpanan 0 hari dan nilai terendah pada tingkat kematangan kuning (K) selama penyimpanan 6 hari seperti pada Gambar 1. Penurunan nilai kekerasan buah dapat disebabkan karena protopektin yang terdapat pada buah menurun jumlahnya yang disebabkan perubahan menjadi pektin yang bersifat larut dalam air (Hasibuan et al., 2015). Pada tahap pemasakan, proses respirasi akan menyebabkan polisakarida terurai lebih banyak, yang membuat buah lebih lunak. Senyawa dinding sel yang awalnya berupa protopektin tidak larut akan berubah menjadi pektin yang larut (Kusumiyati et al., 2018). Saat penyimpanan perubahan protopektin terus berlangsung yang mengakibatkan nilai kekerasan buah menurun seiring penyimpanan. Semakin banyak rantai polisakarida yang terputus artinya semakin tinggi penurunan tingkat kekerasan (Lastriyanto et al., 2022). Semakin matang buah dan semakin lama proses penyimpanan buah lemon, maka nilai kekerasan buah akan semakin menurun.



Gambar 1. Menunjukkan hubungan antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan dengan kekerasan buah lemon lokal.

## KESIMPULAN

Tingkat kematangan buah lemon lokal (*Citrus x limon*) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (sig. < 0,01) terhadap penurunan susut bobot yang berkisar antara 8,9388% - 10,6499%; susut ukuran buah (membujur) 3,16 mm – 4,94 mm; kekerasan 4,656 – 5,532 kg/cm<sup>2</sup>. Namun tidak memberikan pengaruh nyata terhadap susut ukuran buah (melintang). Lama penyimpanan buah lemon lokal (*Citrus x limon*) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (sig. < 0,01) terhadap susut bobot yang berkisar antara 0,0000% - 17,0168%; susut ukuran buah (membujur) 0,00 mm -7,19 mm; susut ukuran buah (melintang) 0,00 mm - 4,08 mm; kekerasan 4,648 – 5,556 kg/cm<sup>2</sup>. Parameter kekerasan buah juga dipengaruhi sangat nyata (sig. < 0,01) oleh interaksi antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan buah lemon lokal (*Citrus x limon*). Namun, parameter fisik lainnya seperti susut bobot dan susut ukuran buah (membujur dan melintang) tidak dipengaruhi secara nyata oleh interaksi antara tingkat kematangan dan lama penyimpanan. Untuk mempertahankan mutu fisik buah dan susut bobot tidak lebih dari 10% pada kondisi penyimpanan dingin, buah lemon lokal dengan tingkat kematangan hijau (H), hijau-kuning (HK) dan kuning (K) sebaiknya disimpan tidak lebih dari 6 hari.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas HKBP Nommensen Medan atas Hibah Penelitian Internal Tahun Akademik 2022/2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alós, E., Cercós, M., Rodrigo, M. J., Zacarías, L., & Talón, M. (2006). Regulation of color break in citrus fruits. Changes in pigment profiling and gene expression induced by gibberellins and nitrate, two ripening retardants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4888–4895. <https://doi.org/10.1021/jf0606712>
- Andhika, G. F. P., Yulianingsih, W., & Handoko, Y. A. (2021). Pengaruh Pelapisan Ekstrak Daun Bunga Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) dan Kemasan Plastik Wrap terhadap Masa Simpan Buah Jeruk Lemon (*Citrus lemon*) pada Suhu Dingin. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 4(2), 200–207. <https://doi.org/10.37637/AB.V4I2.703>
- Aprilliani, F., Atmiasih, D., & Ristiono, A. (2021). The Evaluation of Avocado (*Persea americana* Mill.) Maturity Level Using Image Processing Technology. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 18(1), 1–7.
- Aryanti, N. P., Semarajaya, C. G. A., Sukewijaya, I. M., & Rai, I. N. (2017). Kajian Fisiko-Kimia Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) pada Perbedaan Tingkat Kematangan Selama Penyimpanan. *AGROTROP*, 7(1), 51–59.
- Bahri, M. A., Dwiloka, B., & Setiani, B. E. (2020). Perubahan derajat kecerahan, kekenyalan, vitamin C, dan sifat organoleptik pada permen jelly sari jeruk lemon (*Citrus limon*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(2), 96–102. <https://doi.org/10.14710/JTP.2020.23492>
- Di Matteo, A., Di Rauso Simeone, G., Cirillo, A., Rao, M. A., & Di Vaio, C. (2021). Morphological characteristics, ascorbic acid and antioxidant activity during fruit ripening of four lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 276. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2020.109741>
- Djafar, P. A., Nunu, N., Pakaya, A., Adam, M. F., Loa, S. R. T., & Bait, Y. (2022). Pengaruh Karakteristik Kimia dan Organoleptik Terhadap Irisan Buah Pepaya Beku Selama Penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 1(1), 6–20. <https://ejournal.ung.ac.id/index.php/semasetwa/article/view/16892>
- Eaks, I. L. (1961). Effect of temperature and holding period on some physical and chemical characteristics of lemon fruits. *Journal of Food Science*, 26(6), 593–599.
- Erickson, L. C. (1968). The general physiology of citrus. In W. Reuther, L. D. Batchelor, & H. J. Webber (Eds.), *The Citrus Industry, Vol. II, Anatomy, Physiology, Genetics and Reproduction: Vol. II* (pp. 86–126). University of California.
- Gurning, A. F. K., Utama, I. M. S., & Yulianti, N. L. (2019). Pengaruh Pelapisan Emulsi Minyak Wijen dan Minyak Sereh terhadap Mutu dan Massa Simpan Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* lour). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 7(2), 236–244. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2019.V07.I02.P03>
- Hasibuan, E. P., Winarso, D., & Widodo, D. (2015). Pengaruh Aplikasi KMnO<sub>4</sub> dengan Media Pembawa Tanah Liat terhadap Umur Simpan Pisang Mas (*Musa sp* AA Group.). *Buletin Agrohorti*, 3(3), 387–394. <https://doi.org/10.29244/AGROB.V3I3.15818>

- Huang, R., Xia, R., Hu, L., Lu, Y., & Wang, M. (2007). Antioxidant activity and oxygen-scavenging system in orange pulp during fruit ripening and maturation. *Scientia Horticulturae*, 113(2), 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.03.010>
- Julianti, E. (2011). Pengaruh tingkat kematangan dan suhu penyimpanan terhadap mutu buah terong belanda (*Cyphomandra betacea*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 2(1), 14–20. <https://doi.org/10.29244/JHI.2.1.14-20>
- Kartikawati, E., & Yudi, Y. H. C. (2020). Pengaruh waktu dan suhu penyimpanan terhadap kadar vitamin C infused water buah lemon (*Citrus lemon* (L.) Burm.f.). *Jurnal Sabdariffarma: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 8(1), 28–34. <https://doi.org/10.53675/JSFAR.V1I1.19>
- Kusumiyati, K., Farida, F., Sutari, W., Hamdani, J. S., & Mubarak, S. (2018). Pengaruh waktu simpan terhadap nilai total padatan terlarut, kekerasan dan susut bobot buah mangga arumanis. *Kultivasi*, 17(3), 766–771. <https://doi.org/10.24198/KULTIVASI.V17I3.18698>
- Lase, T. N. (2019). *Skrining Dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Jeruk Lemon (Citrus limon (L.) Burm.fil.) Terhadap Staphylococcus aureus* [Institut Kesehatan Helvetia]. <http://repository.helvetia.ac.id>
- Lastriyanto, A., Bintoro, B. I., Hawa, L. C., Wibowo, S. A., Pertanian, J. K., Pertanian, T., Brawijaya, U., Teknologi, J., & Pertanian, I. (2022). Pengawetan Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.) Segar dengan Teknologi Hypobaric Storage. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 10(1), 55–65. <https://doi.org/10.21776/UB.JKPTB.2022.010.01.07>
- Lo'ay, A. A., & Dawood, H. D. (2019). Chilling injury, fruit color maturity stages, and antioxidant enzyme activities of lemon “baladi CV” fruits under cold storage stress. *Scientia Horticulturae*, 257, 108676. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2019.108676>
- López-Gómez, A., Navarro-Martínez, A., & Martínez-Hernández, G. B. (2023a). Effects of essential oils released from active packaging on the antioxidant system and quality of lemons during cold storage and commercialization. *Scientia Horticulturae*, 312, 111855. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2023.111855>
- López-Gómez, A., Navarro-Martínez, A., & Martínez-Hernández, G. B. (2023b). Effects of essential oils released from active packaging on the antioxidant system and quality of lemons during cold storage and commercialization. *Scientia Horticulturae*, 312, 111855. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2023.111855>
- Mukhim, C., Nath, A., Deka, B. C., & Swer, T. L. (2015). Changes in physico-chemical properties of assam lemon (*Citrus limon burm.*) at different stages of fruit growth and development. *The Bioscan*, 10(2), 535–537. [www.thebioscan.in](http://www.thebioscan.in)
- Murtadha, A., Julianti, E., & Suhaidi, I. (2012). Pengaruh jenis pemacu pematangan terhadap mutu buah pisang barangan (*Musa paradisiaca* L.). *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 1(1), 47–56.
- Nasrin, T. A. A., Rahman, M. A., Arfin, M. S., Islam, M. N., & Ullah, M. A. (2020a). Effect of novel coconut oil and beeswax edible coating on postharvest quality of lemon at ambient storage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100019. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2019.100019>

- Nasrin, T. A. A., Rahman, M. A., Arfin, M. S., Islam, M. N., & Ullah, M. A. (2020b). Effect of novel coconut oil and beeswax edible coating on postharvest quality of lemon at ambient storage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2(2020), 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2019.100019>
- Novita, M., Rohaya, S., & Hasmarita, E. (2012). Pengaruh pelapisan kitosan terhadap sifat fisik dan kimia tomat segar (*Lycopersicum pyriforme*) pada berbagai tingkat kematangan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3), 1–8. <https://doi.org/10.17969/JTIPI.V4I3.736>
- Pah, Y. I., Mardjan, S. S., & Darmawati, E. (2020). Aplikasi Coating Gel Lidah Buaya Pada Karakteristik Kualitas Buah Alpukat Dalam Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(3), 105–112.
- Pangestuti, R., Supriyanto, A., & Cahyono, A. (2004). *Pengaruh suhu penyimpanan terhadap perubahan kualitas dan umur simpan buah jeruk keprok soe (Citrus reticulata Blanco) pada umur petik yang berbeda.*
- Rahmadani. (2017). *Prospek Pengembangan Usaha Pembibitan Jeruk Lemon (Citrus X Limon ) (Studi Kasus : Kelurahan Sempakata, Kecamatan Medan Selayang, Kota Medan)* [Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara]. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/13144>
- Riastana, I. K., Astiari, N. K. A., & Sulistiawati, N. P. A. (2019). Kualitas Buah Jeruk Siam (*Citrus nobillis* var *microcarva* L) Selama Penyimpanan Pada Berbagai Tingkat Kematangan Buah. *Gema Agro*, 24(1), 22–28. <https://doi.org/10.22225/ga.24.1.1696.22-28>
- Ridho, R. (2020). *Pengaruh Bauran Pemasaran Terhadap Keputusan Jeruk Lemon Impor (Studi Kasus : Berastagi Supermarket Kota Medan).* Universitas Islam Sumatera Utara.
- Riza, M. K. (2019). *Pengaruh Lama Waktu Penambahan Gas CO<sub>2</sub> Terhadap Susut Bobot, Kekerasan, Betakaroten, Total Padatan Terlarut, Kadar Air, Kadar Abu dan Organoleptik Pada Buah Belimbing Manis (Averrhoa carambola L.)*. Universitas Semarang.
- Sipayung, Y. A. (2019). *Analisis Pendapatan Usahatani Jeruk Lemon (Citrus Limon) Studi Kasus : Desa Sekoci Kecamatan Besitang Kabupaten Langkat* [Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara]. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/6929>
- Sun, Y., Singh, Z., Tokala, V. Y., & Heather, B. (2019). Harvest maturity stage and cold storage period influence lemon fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 249, 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.056>
- Widodo, W. D., Suketi, K., & Rahardjo, R. (2019). Evaluasi kematangan pascapanen pisang barangan untuk menentukan waktu panen terbaik berdasarkan akumulasi satuan panas. *Buletin Agrohorti*, 7(2), 162–171.