PENGARUH *HYDROCOOLING* UNTUK MEMPERTAHANKAN MASA PENYIMPANAN PADA KANGKUNG DARAT (*Ipomoea reptans Poir*)

FAIRIZA INDAH NURRAHMA

G041181502

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN

DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

PENGARUH *HYDROCOOLING* UNTUK MEMPERTAHANKAN MASA PENYIMPANAN PADA KANGKUNG DARAT (*Ipomoea reptans Poir*)

FAIRIZA INDAH NURRAHMA
G041181502

Skripsi
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
Pada
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH *HYDROCOOLING* UNTUK MEMPERTAHANKAN MASA PENYIMPANAN PADA KANGKUNG DARAT (*Ipomoea reptans Poir*)

Disusun dan diajukan oleh

FAIRIZA INDAH NURRAHMA

G041181502

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 9 Desember 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.	**Dr. Ir. Mahmud Achmad, M.P.**
NIP. 19810129 200912 2 003	**NIP. 19700603 199403 1 003**

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian

Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fairiza Indah Nurrahma

NIM : G041181502

Program Studi : Teknik Pertanian

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Pengaruh *Hydrocooling* untuk Mempertahankan Masa Penyimpanan Pada Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*) adalah karya seni sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melaggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 18 Januari 2023

Yang Menyatakan,

Fairiza Indah Nurrahma

ABSTRAK

FAIRIZA INDAH NURRAHMA (G041181502). Pengaruh *Hydrocooling* untuk Mempertahankan Masa Penyimpanan Pada Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*). Pembimbing: DIYAH YUMEINA dan MAHMUD ACHMAD.

Kangkung (*Ipomoea reptans Poir*) merupakan sayuran yang tidak asing bagi masyarakat Indonesia karena mudah didapatkan serta memiliki kandungan yang baik bagi tubuh. Sayuran ini tidak hanya ditanam pada media tanah tetapi dapat juga ditanam pada media hidroponik. Buah maupun sayuran yang setelah dipanen menyimpan panas luar ruangan (*field heat*) sehingga mengalami kerusakan yang cepat. Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan pasca panen yang tepat berupa *hydrocooling* yaitu dengan merendam produk di air es. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh *hydrocooling* yang dilakukan untuk mempertahankan masa penyimpanan pada hasil produksi kangkung yang ditanam di media tanah dan media hidroponik. Metode penelitian ini dengan 3 perlakuan yaitu kontrol, KKH (kangkung konvensional *hydrocooling*) dan KHH (kangkung hidroponik *hydrocooling*) dengan 3 kali pengulangan. Sampel nantinya akan disimpan di lemari pendingin selama 14 hari dan diambil data pada hari ke-5, 10 dan 14. Adapun parameter yang diambil yaitu susut bobot, kadar air dan menganalisis warna. Hasil penelitian yang didapatkan bahwa kangkung media tanah memiliki kuantitas yang baik pada parameter susut bobot sedangkan kangkung media hidroponik lebih dapat mempertahankan warnanya yang dilihat dari hasil analisis warna. Dari hasil uji ANOVA menunjukkan perlakuan *hydrocooling* dapat mempertahankan masa penyimpanan hingga hari ke-10.

Kata kunci: Kangkung, *Hydrocooling,* Pasca Panen

ABSTRACT

FAIRIZA INDAH NURRAHMA (G041181502). The Effect of *Hydrocooling* to Maintain Period Storage on Kangkung (*Ipomoea reptans Poir*). *Supervisor:* DIYAH YUMEINA *and* MAHMUD ACHMAD.

Kangkung (Ipomoea reptans Poir) is a vegetable that is familiar to the people of Indonesia because it is easy to obtain and has good nutrition for the body. These vegetables are not only grown in soil media but can also be grown in hydroponic media. After harvesting, fruits and vegetables store outdoor heat (field heat) so that they are quickly damaged. Therefore, proper post-harvest handling is needed in the form of hydrocooling, by immersing the product in ice water. The purpose of this research was to analyze the effect of hydrocooling carried out to maintain the storage period of Kangkung production grown on soil media and hydroponic media. This research method with 3 treatments, namely control, KKH (conventional kangkung hydrocooling) and KHH (hydroponic kangkung hydrocooling) with 3 repetitions. The samples will be stored in the refrigerator for 14 days and taking data on the 5th, 10th and 14th days. The parameters taken are weight loss, moisture content and analyzing color. The results showed that soil media kangkung has a good quantity in the weight loss parameter while hydroponic media kangkung is more able to maintain its color as seen from the results of color analysis. The ANOVA test results show that hydrocooling treatment can maintain the storage period until the 10th day.

Keywords: Kangkung, *Hydrocooling*, *Post Harvest*

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa-doa serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **dr. Awaluddin** dan Ibunda **Masita** atas segala doa, nasehat maupun dukungan walaupun berada di pulau yang berbeda tetapi tak henti diberikan kepada penulis dari sebelum dilakukannya penelitian hingga skripsi terselesaikan dengan baik.
2. **Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.** dan **Dr. Ir. Mahmud Achmad, M.P.** selaku dosen pembimbing yang menyempatkan waktunya memberikan saran, kritik dari penyusunan proposal, penelitian, penyusunan hasil hingga skripsi ini terselesaikan.
3. **Dr. Abdul Azis S, S.TP., M.Si.** selaku dosen pembimbing akademik serta **Dosen-Dosen Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pembelajaran secara online maupun offline selama perkuliahan.
4. **ST. Salma Salam** selaku ketua Kelompok Wanita Tani Az-Zahrah di Kapasa yang telah mengizinkan melakukan pemanenan kangkung konvensional di kebun KWT Az-Zahrah sebagai bahan penelitian.
5. **Ach. Syaifuddin** selaku penanggung jawab kangkung hidroponik di *greenhouse* yang telah mengizinkan pengambilan kangkung hidroponik sebagai bahan penelitian.
6. Teman-teman seperjuangan yaitu **Siska, Indar, Feriani, Ira, Amperiani, Nurasia, Siti, Afni, Fitri dan Fitra** yang telah membantu selama penelitian berlangsung.
7. Teman-teman SMA yang berada Di Bekasi yaitu **Dea, Theresia, Musu, Rina** dan **Santri** yang selaku orang terdekat yang telah memberikan banyak dukungan.
8. **Spektrum 18** yang telah membantu baik berupa dukungan, ide serta bantuan selama penelitian berlangsung.

Semoga segala kebaikan mereka yang diberikan kepada saya akan berbalik kepada mereka dan semoga Allah SWT. senantiasa membalas segala kebaikan mereka. Aamiin.

Makassar, 18 Januari 2023

Fairiza Indah Nurrahma

RIWAYAT HIDUP

Fairiza Indah Nurrahma, lahir di Kota Bekasi pada tanggal 10 Juni 2000, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara oleh pasangan dr. Awaluddin dan Masita. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak Islam Ananda Bekasi pada tahun 2005 sampai tahun 2006.
2. Melanjutkan pendidikan di SDS Cindera Mata Bekasi pada tahun 2006 sampai 2012.
3. Melanjutkan pendidikan di SMPS Cindera Mata Bekasi pada tahun 2012 sampai tahun 2015.
4. Melanjutkan pendidikan di SMAS Cindera Mata Bekasi pada tahun 2015 sampai tahun 2018.
5. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2018 sampai tahun 2022.

Selama dipendidikan perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai pengurus di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA) periode 2020-2021, penulis juga pernah menjadi asisten pada matakuliah dibawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (TSC). Selama itu, penulis juga pernah mengikuti Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) pada tahun 2022 dan mengikuti acara Lomba Essay Nasional pada tahun 2022.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
PERSANTUNAN vii
RIWAYAT HIDUP viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
1. PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan dan Kegunaan 2
2. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Kangkung (*Ipomoea reptans Poir*) 3
2.2 *Hydrocooling* 4
2.3 Aktivitas Tanaman Setelah Panen 5
2.4 Penyimpanan Dingin 6
2.5 Perubahan Kualitas 7
3. METODE PENELITIAN
3.1 Waktu dan Tempat 9
3.2 Alat dan Bahan 9
3.3 Metode Penelitian 9
3.4 Prosedur Penelitian 9
3.5 Parameter Pengamatan 10
3.6 Pengolahan Data 11
3.7 Diagram Alir Penelitian 12

4. HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Susut Bobot 13
4.2 Kadar Air 15
4.3 Warna 16
5. PENUTUP
Kesimpulan 27
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram alir penelitian.....12
Gambar 2. Hasil pengukuran susut bobot.....13
Gambar 3. Hasil pengukuran kadar air.....15
Gambar 4. Hasil pengukuran warna nilai L* batang.....17
Gambar 5. Hasil pengukuran warna nilai L* daun.....18
Gambar 6. Hasil pengukuran warna nilai a* batang.....19
Gambar 7. Hasil pengukuran warna nilai a* daun.....21
Gambar 8. Hasil pengukuran warna niali b* batang.....22
Gambar 9. Hasil pengukuran warna nilai b* daun.....24
Gambar 10. Perubahan warna pada batang.....25
Gambar 11. Perubahan warna pada daun.....26
Gambar 12. Sampel kontrol pada hari ke-5, 10 dan 14.....50
Gambar 13. Sampel media tanah pada hari ke-5, 10 dan 14.....50
Gambar 14. Sampel media hidroponik pada hari ke-5, 10 dan 14.....51
Gambar 15. Perlakuan *hydrocooling*.....51
Gambar 16. Proses penimbangan sampel.....51
Gambar 17. Pengemasan sampel dengan plastik polietilen.....52
Gambar 18. Penyimpanan sampel di lemari pendingin.....52
Gambar 19. Proses memasukkan sampel ke dalam oven.....52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan zat gizi daun kangkung per 100 gram.....4
Tabel 2. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas susut bobot kangkung.....14
Tabel 3. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas kadar air kangkung.....16
Tabel 4. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas warna nilai L* batang.....17
Tabel 5. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas warna nilai L* daun.....18
Tabel 6. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas warna nilai a* batang.....20
Tabel 7. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas warna nilai a* daun 22
Tabel 8. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas warna niali b* batang 23
Tabel 9. Hasil Uji DMRT dan Uji Normalitas warna nilai b* daun 24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Berat awal kangkung 30
Lampiran 2. Hasil presentase susut bobot dalam setiap pengulangan 30
Lampiran 3. Hasil pengukuran presentase rata-rata susut bobot.....31
Lampiran 4. Hasil presentase kadar air dalam setiap pengulangan 31
Lampiran 5. Hasil pengukuran presentase rata-rata kadar air.....31
Lampiran 6. Hasil pengukuran warna nilai L* dalam setiap pengulangan.....31
Lampiran 7. Hasil pengukuran rata-rata warna nilai L* 32
Lampiran 8. Hasil pengukuran warna niali a* dalam setiap pengulangan.....32
Lampiran 9. Hasil pengukuran rata-rata warna nilai a*.....33
Lampiran 10. Hasil pengukuran warna niali b* dalam setiap pengulangan 33
Lampiran 11. Hasil pengukuran rata-rata warna nilai b*.....34
Lampiran 12. *Output* SPSS susut bobot 34
Lampiran 13. *Output* SPSS kadar air.....36
Lampiran 14. *Output* SPSS warna nilai L*.....37
Lampiran 15. *Output* SPSS warna nilai a*.....41
Lampiran 16. *Output* SPSS warna nilai b* 45
Lampiran 17. Dokumentasi sampel penelitian.....49
Lampiran 18. Dokumentasi penelitian.....50

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kangkung merupakan sayuran yang dapat tumbuh dalam jangka waktu 4-6 minggu sejak penanaman hingga panen. Memiliki ciri tanaman dengan batang yang bulat, daun berwarna hijau, bunga terompet dan bunga warna putih. Saat ini tanaman kangkung ditanam tidak hanya pada media tanah tetapi dapat menggunakan budidaya hidroponik. Budidaya secara hidroponik merupakan sarana media tanam sederhana untuk melakukan penanaman jika tidak memiliki lahan yang luas dan membuat sayuran tetap hidup dengan baik. Budidaya secara hidroponik yang bisa membantu tetap melakukan penanaman didalam ruang yang sempit dan dapat memberikan nilai design interior yang menarik. Oleh karena itu, sayuran kangkung dapat ditanam di berbagai media tanam yaitu tanah dan hidroponik. Pada saat pemberian nutrisi dan pemanenan disetiap media tanam memiliki perlakuan yang berbeda sehingga kualitas yang dihasilkan bisa saja berbeda.

Setelah panen, tingginya kandungan air yang dimiliki dan laju respirasi yang tinggi menyebabkan penurunan mutu pada penyimpanan sehingga sayuran menjadi tidak segar. Mencitrakan mutu seperti yang diinginkan konsumen pada produk sayuran sangatlah penting. Indikator produk yang layak dibeli oleh konsumen bergantung pada parameter warna, kesegaran dan berat. Sayuran bersifat *perishable* (mudah rusak), sehigga banyak produk yang rusak sebelum sampai di tangan konsumen. Setelah panen, sayuran berupa daun dari produk hortikultura sangat mudah mengalami proses pelayuan yang akan bertahan selama 1 hari dengan temperatur ideal 25-30 ℃ dan bertahan selama 2-3 hari pada penyimpanan dingin. Proses metabolisme seperti respirasi dan transpirasi yang menyebabkan kerusakan yang terjadi pada sayuran dan proses tersebut akan terjadi secara terus menerus. Agar sayuran setelah dipanen tidak mudah rusak maka diperlukan penanganan pasca panen yang baik salah satunya dapat dilakukan dengan perlakuan *hydrocooling*. *Hydrocooling* adalah metode menurunkan suhu komponen makanan secara cepat hingga mendekati suhu penyimpanan dingin dengan menggunakan air dingin. Air dingin tersebut bisa dimasukkan ke dalam pengemasan yang berisi produk ataupun merendam produk di air dingin. Penggunaan air dianggap

konduktor yang cocok dari udara dan energi panas menjadi metode yang efektif untuk membuang panas (*sensible*). Cara sederhana ini dianggap penanganan pasca panen yang tepat dalam mengembalikan kualitas kangkung (Sarasulistian dkk., 2022).

Penyimpanan dengan suhu rendah dapat secara efektif untuk menghambat kerusakan dan penguapan akibat aktivitas mikroorganisme. Penyimpanan ini tidak hanya berfokus untuk menghindari kerusakan yang disebabkan mikroba saja tetapi menghindari dari sifat fisiologis dari sayuran tersebut. Penyimpanan yang cocok untuk produk hortikultura yaitu suhu 10-15 ℃. Respirasi terjadi secara cepat dikarenakan tingginya suhu yang menyebabkan penguraian makromolekul sehingga terjadi proses pembusukan berjalan cepat. Bahan yang didinginkan akan memiliki pengaruh seperti perubahan warna dan kehilangan berat. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan *hydrocooling* pada hasil produksi kangkung media tanah dan kangkung media hidroponik dengan proses penyimpanan di suhu dingin.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh *hydrocooling* yang dilakukan untuk mempertahankan masa penyimpanan pada hasil produksi kangkung yang ditanam di media tanah dan media hidroponik.

Adapun kegunaan dari penelitian ini untuk mengetahui teknik pendinginan sederhana yang lebih cepat dan ramah pada kangkung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kangkung (*Ipomoea reptans Poir*)

Kangkung *(Ipomoea reptans Poir*) tanaman yang dapat dipastikan bahwa masyarakat Indonesia sudah mengenalnya dan tidak ditemukannya informasi pasti atau data kapan sayuran kangkung masuk di Indonesia, tetapi berbagai daerah di seluruh nusantara sudah melakukan penanamannya. Kangkung merupakan tanaman yang dikategorikan tanaman yang dapat dipanen berulang kali, dimana pemanenannya dapat dilakukan lebih dari satu kali dan biasanya dibongkar apabila pemanenan sudah tidak memungkinkan lagi. Tanaman lain yang termasuk dikategori ini adalah bayam, buncis, jamur, kacang panjang dan cabe rawit (Taufik dkk., 2015).

Tanaman kangkung dikenal memiliki dua tipe yaitu kangkung air dan kangkung darat. Kangkung memiliki banyak nama seperti *swamp cabbage*, *water convovulus* dan *water spinach*. Akar yang dimiliki kangkung berjenis berserabut dan menjalar kesegala arah sehingga bisa menerobos tanah hingga kedalaman 50 cm atau lebih. Akar pada kangkung darat lebih kuat dan panjang dibandingkan dengan kangkung air. Pada warna akar yang dimiliki kangkung darat lebih terang dibandingkan akar kangkung air. Sayuran ini dapat dengan mudah dibudidayakan karena penanamannya dilakukan dalam jangka pendek dan harga yang relatif murah. Oleh karna itu, kangkung termasuk sayuran yang populer karena memiliki banyak peminatnya (Suroso dan Antoni, 2016).

Bagian kangkung muda yang sering dimanfaatkan yaitu pada batang dan daun. Dilihat dari kelebihannya, kangkung memerlukan pembudidayaan yang sederhana dan bisa dilakukan di kebun atau di rumah dengan menggunakan media ataupun perlakuan yang lebih cepat dipanen tetapi kualitas yang dihasilkan tidak berbeda dengan kangkung yang diperjual belikan di pasaran. Masalah pada penanaman kangkung yaitu berada pada media tanam terutama jika tidak memiliki lahan yang luas. Oleh karena itu, diperlukan kaidah yang tepat dengan penanaman yang tidak mengambil banyak tempat menggunakan media penanaman sederhana. Kangkung merupakan tumbuhan semusim yang termasuk memiliki kandungan zat gizi yang baik untuk masyarakat (Nitasari dan Wahidah, 2020).

Tabel 1. Kandungan zat gizi daun kangkung per 100 gram.

Zat Gizi	Jumlah
Energi (kal)	29
Protein (g)	3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	5,4
Serat (g)	1,0
Kalsium (mg)	73
Fosfor (mg)	50
Zat Besi (mg)	2,5
Vit A (IU)	6300
Vit B1 (mg)	0,07
Vit C (mg)	32
Klorofil (mg/l)	25
Air (g)	89,7

(Sumber : Suroso dan Antoni, 2016).

Pembudidayaan sayuran kangkung dengan hidroponik sedang populer saat ini, terutama pada minimnya lahan yang dimiliki masyarakat perkotaan membuat banyak orang tertarik untuk menyalurkan hobinya dengan sistem ini. Tanaman ini cocok di tanam dengan sistem hidroponik karena dapat tumbuh pada daratan rendah sampai dengan ketinggian 1000 m diatas permukaan laut, intensitas cahaya matahari sekitar 10 jam, pH 5,5-6,5 dan suhu 20-30 ℃. Penggunaan media hidroponik merupakan pemanfaatan teknik penanaman dengan air tanpa tanah. Dalam sistem ini, aspek lingkungan udara dan akar sekitar tanaman dapat dikontrol (Aminah dkk., 2020).

2.2 *Hydrocooling*

Indonesia menjadi salah satu negara dengan potensi besar pada sektor pertanian yang dilihat dari iklim, geografi dan sumber daya. Tetapi hal tersebut belum tepat dikarenakan penanganan pasca panen yang belum maksimal menyebabkan sayur maupun buah mengalami penurunan kualitas sehingga petani memiliki keuntungan yang rendah. Hal lain yang perlu diperhatikan berupa ciri fisik, ciri kimia, distribusi penyimpanan, perhitungan energi untuk pendinginan dan lain sebagainya. Buah maupun sayuran yang dipanen menyimpan panas luar ruangan (*field heat*) sebagai hasil metabolisme yang menjadi ciri terjadinya proses respirasi dan transpirasi. Hal tersebut berpengaruh pada penurunan kualitas menjadi layu, pertumbuhan mikroorganisme dan berpengaruh pada kurangnya cita rasa. Oleh karena itu, cara

yang dilakukan untuk memperlambat proses respirasi dengan bentuk pendinginan (Fransiska dkk., 2017).

Sayuran hortikultura adalah tanaman yang akan rusak jika tidak ditangani dengan benar setelah panen. Perubahan fisik dan perubahan kimiawi yang menjadi hal utama dalam kerusakan pada sayuran. Kerusakan yang terjadi dapat dipercepat apabila selama dan setelah panen tidak ditangani dengan baik. Beberapa contoh kerusakan yaitu tergores, robek dan bisa juga oleh pemicu lain sebagai pertumbuhan mikroba. Penjelasan ini menjadi deskripsi penanganan pasca panen dan pengaruhnya terhadap kualitas sayuran hortikultura. Khususnya pada sayuran kangkung mengalami perubahan fisik ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi terang dan menjadi layu, hal ini menjadi contoh kurang maksimalnya dalam penanganan pasca panen (Samad, 2006).

Perendaman dengan air dingin adalah pilihan yang mudah untuk turunkan suhu dengan cepat mendekati suhu penyimpanan dan dapat juga menjaga kualitas warnanya. Cara ini dianggap sebagai cara yang paling efisien untuk menghilangkan panas dan juga air menjadi konduktor yang tepat dari energi panas dan udara. Tujuan lain *hydrocooling* juga untuk mengganti sejumlah air pada buah akibat proses transpirasi. Perlakuan ini dilakukan dengan cara menghancurkan es menjadi bagian-bagian kecil lalu dicampur dengan air. Air dingin tersebut bisa dimasukkan ke dalam pengemasan yang berisi produk ataupun merendam produk di air dingin. Perlakuan *hydrocooling* setelah panen, dapat menjaga kualitas dan memperlambat metabolisme atau meminimalkan kerusakan produk melalui metode penyimpanan, teknik perawatan yang berbeda dan dapat menguntungkan untuk sayuran segar. Perlakuan ini biasa dilakukan dengan suhu 3-5 ℃ yang dapat memberi pengaruh laju respirasi terhadap penyimpanan (Sarasulistian dkk., 2022).

2.3 Aktivitas Tanaman Setelah Panen

Pelayuan yang terjadi pada kangkung selain faktor internal dan eksternal, ada faktor lain yaitu proses tanaman menyerap air setelah panen. Hal ini terjadi di lentisel dan stomata mengalami proses mekanisme membuka dan menutup sehingga mengakibatkan terjadinya proses penguapan air yang cepat. Suhu produk mempengaruhi mekanisme membuka dan menutup alami pada permukaan produk.

Bukaan alami pada sayuran cenderung terbuka ketika suhu produk relatif tinggi dan bukaan menutup apabila suhu relatif rendah. Mengatur proses membuka dan menutup dengan pemberiaan air dalam jumlah banyak dapat menyegarkan kembali produk. Kandungan gizi yang ada pada sayuran sangat sensitif sehingga jika terjadi kerusakan maka hilangnya kandungan tersebut. Menurut laporan sebelumnya menyatakan jumlah kerusakan relatif tinggi sekitar 35-40%. Karena hal ini penanganan setelah panen yang dilakukan petani di Indonesia kurang baik (Manuhutu, 2012).

2.4 Penyimpanan Dingin

Penyimpanan dingin adalah metode yang populer saat menangani produk yang mudah rusak pada saat pemrosesan dalam jumlah besar. Hal ini merupakan salah satu metode mempertahankan produk agar tetap dalam keadaan segar lebih lama sebab kontrol suhu dan kelembaban selama penyimpanan. Setiap kelompok produk yang mudah rusak memiliki parameter penyimpanan tersendiri, karena jika tanpa pengawasan akan berbahaya bagi kesehatan konsumen. Pengelompokan produk yang mudah rusak seperti sayuran berdaun dan buah-buah (5-13 ℃), produk susu (4 ℃), ikan dan hasil laut lainnya (-18 ℃) dan lain sebagainya. Dalam penyimpanan dingin dilakukan pada produk yang mudah rusak setidaknya sekali pada suatu produk. Telah terbukti bahwa suhu menjadi peran penting saat menyimpan produk di lemari pendingin karena pengontrolan suhu adalah bagian penting yang secara langsung mempengaruhi tingkat aktivitas metabolisme, menjaga kualitas dan mempengaruhi umur simpan (Ahmad et al., 2020).

Pada produk hortikultura dilakukan penyimpanan dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas dengan memberikan keuntungan bagi petani dan produsen. Berbagai variabel lingkungan selama penyimpanan produk pertanian memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas produk. Perubahan fisiologis seperti suhu setelah dilakukannya pemanenan merupakan bagian yang terpenting. Penyimpanan dengan suhu rendah dapat mencegah fisiologis, penguapan dan aktivitas mikroba yang merusak mutu sayuran ataupun buah sejak masa panen hingga diterima konsumen. Pada pendinginan, pengemasan merupakan salah satu metode untuk

memperlambat penurunan mutu setelah panen. Selain itu akan menghambat proses biologis pada sayuran (Blongkod dkk., 2016).

Pengemasan pada penyimpanan dingin dengan menggunakan plastik polietilen membantu ketahanan produk dengan menekan serendah mungkin proses transpirasi pada produk selepas panen. Dalam pengemasan perlu diperhatikan karena bahan pengemasan yang bagus dapat menjaga produk tetap aman dan menjaga kelembaban lingkungan sekitar. Pada kemasan produk hortikultura berbahan polietielen memiliki ciri fleksibel, transpan dan elastis. Dengan bahan pengemasan yang tepat pada penyimpanan dingin diharapkan bisa memperlambat laju kerusakan pada produk. Plastik ini banyak digunakan karena memiliki harga yang relatif murah serta tidak mendatangkan reaksi kimia pada makanan (Tampubolon dkk., 2022).

2.5 Perubahan Kualitas

Sayuran merupakan salah satu faktor penting untuk memenuhi nutrisi manusia, sehingga setelah panen sayuran harus memenuhi serangkaian penanganan pasca panen yang tepat agar tidak mempengaruhi kualitas sayuran tersebut. Perubahan kualitas yang tidak dapat dihentikan bisa dengan memilih cara yang efektif untuk mengurangi kerugian dalam menjaga ketahanan produk hortikultura. Suhu adalah satu-satunya faktor yang menentukan kualitas pasca panen sayuran berdaun hijau. Warna hijau pada tumbuhan hijau disebabkan oleh klorofil. Klorofil yang berarti zat hijau daun berasal dari bahasa Inggris yaitu *chlorophyll*. Tingginya proses transpirasi dapat mempercepat pembusukan yang akan memudarkan warna hijau dan menguning, hal ini dikaitkan dengan adanya enzim peroksidase yang menyebabkan degredesi klorofil. Buah dan sayuran menunjukkan tanda-tanda pematangan dengan mengubah warna hijau menjadi kuning, selanjutnya berubah warna coklat tua dan menjadi kehitaman dapat dihambat dengan penyimpanan pada suhu dingin (Manolopoulou dan Varzakas, 2016).

Indikator produk yang diperjual belikan berupa sayuran yang segar, tidak layu dan memiliki warna hijau tua. Produk hortikultura seperti sayuran berdaun akan dikirimkan oleh petani atau *supplier* yang memiliki berat berkisar 150-200 gram dan akan dilakukan penyortiran kembali sebelum diletakkan di *open chiller* atau

etalase penjualan. Suhu yang digunakan dalam penyimpanan tersebut 4-10 ℃. Jika beberapa daun pada sayuran layu maka akan dihilangkan dengan cara mencabut daun tersebut dan apabila sayuran sudah mengalami kelayuan secara keseluruhan maka tidak diperjualkan tetapi akan dihancurkan. Produk yang diletakkan di *open chiller* akan bertahan selama 1 hari penyimpanan (Handayani, R., komunikasi pribadi, 4 November 2022).

Konsumen memilih buah dan sayuran berdasarkan penampilannya, salah satu parameter penting dari tampilannya adalah warna. Penentuan warna ditentukan menggunakan pengelompokan segmentasi warna L*, a* dan b* dengan mengidentifikasi warna secara digital. Pada nilai L* yaitu mendefinisikan kecerahan warna, L* = 0 yaitu hitam dan L* = 100 yaitu putih. Nilai a* mendefinisikan warna hijau-merah, negatif a* = warna hijau dan positif a* = warna merah. Nilai b* mendefinisikan warna biru-kuning, negatif b* = biru dan positif b* = warna kuning. Posisi warna pada sistem warna dengan sistem ini ditentukan menggunakan nilai koordinat, nilai L* menyatakan pantulan yang menghasilkan warna putih akromatik, abu-abu dan hitam. Nilai a* positif dari 0 sampai +80 menghasilkan warna merah dan a* negatif dari 0 sampai -80 menghasilkan warna hijau. Nilai b* positif dari 0 sampai +70 menghasilkan warna kuning dan nilai b* negatif dari 0 sampai -70 menghasilkan warna biru (Sinaga, 2019).