

EFEKTIVITAS PERLAKUAN OZON TERHADAP MUTU KANGKUNG KHAS LOMBOK YANG DIBUDIDAYAKAN PADA DUA LOKASI BERBEDA

[The Quality of Lombok Swamp Cabbage Cultivated in Two Different Area and Treated with Ozone]

I Wayan Sweca Yasa¹⁾, Zainuri¹⁾ dan M. Abbas Zaini¹⁾

¹⁾Staf Edukatif Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram
Email: swecayasa@gmail.com

ABSTRACT

*The aimed of this research was to investigate the methode of ozone application for maintaining the quality of Lombok swamp cabbage cultivated on two different area. The main focus of this research was to identify the heavy metal and pathogen contamination on swamp cabbage those were cultivated in different area of Jangkok riverside. The experiments were conducted in laboratory of food microbiology of faculty of food science and technology and laboratory analitical chemistry of science faculty, university of Mataram. The experiments were arranged with completely randomized disign. The treatment design was factorial with three replications. The first factor was the length of rinsing with ozonized water: 3, 5, and 7 minutes, and the other was swamp cabbage cultivation area: upper stream and down stream area of riversides. Parameter for observation were moisture, ash, Pb content, weight loss, color, texture, appearence and total bacteria especially *Escherichia coli* of swamp cabbage samples. The result showed that the longer time of rinsing with ozonized water, the lower Pb content of swamp cabbage. The Pb content of swamp cabbage of upper stream area reduced significantly, however the Pb content was higher than that of lower stream. The total bacteria of swamp cabbage of lower stream was higher than that of upper stream. Rinsing swamp cabbage for 7 minutes enable total bacteria contaminant reduce significantly, and effective for swamp cabbage with lower Pb content.*

Keywords : heavy metal, ozone, pathogen bacteria, swamp cabbage

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode aplikasi ozon yang paling tepat untuk mempertahankan mutu kangkung segar yang dibudidayakan di pulau Lombok dan secara khusus untuk mengetahui jenis kontaminan dan waktu kontak larutan ozon terhadap penurunan residu cemaran logam Pb dan bakteri *Escherichia coli* pada kangkung Lombok yang dibudidayakan pada lokasi berbeda. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Pangan Fatepa dan laboratorium Kimia Analitik FMIPA Universitas Mataram. Percobaan ditata menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor, yaitu lama perendaman dengan air ozon selama 0, 3, 5, dan 7 menit dan lokasi budidaya kangkung sepanjang daerah aliran sungai (DAS) Jangkok, yaitu DAS hulu dan DAS hilir. Setiap kombinasi perlakuan dibuat tiga ulangan. Variabel pengamatan meliputi kadar Pb, kandungan *E.coli*, susut bobot, kadar air, warna daun dan batang kangkung segar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Lama perendaman dengan air berozon dan lokasi budidaya berpengaruh terhadap kadar Pb dan total mikroba *E.coli* kangkung segar khas Lombok. Kadar Pb makin menurun dengan makin lamanya waktu perendaman menggunakan air berozon. Kadar Pb. terendah ditunjukkan pada kangkung segar yang direndam dalam air berozon selama 7 menit. Kadar Pb kangkung segar yang dibudidayakan pada DAS hulu lebih tinggi daripada DAS hilir. Sebaliknya dengan jumlah mikroba patogen *E. coli*, kangkung segar dari DAS hilir mengandung mikroba lebih tinggi daripada DAS hulu. Perendaman air berozon efektif menekan jumlah mikroba patogen *E coli* pada kangkung dengan kandungan logam berat rendah

Kata kunci: bakteri patogen, kangkung, logam berat, ozon

PENDAHULUAN

Kangkung Lombok umumnya dibudidayakan di areal persawahan dan tegalan dengan pengairan berasal dari air sungai. Saat ini pertumbuhan penduduk di daerah NTB khususnya pulau Lombok dan laju pertumbuhan ekonomi daerah yang cukup tinggi tanpa dibarengi dengan peningkatan mutu lingkungan berdampak pada penurunan mutu badan-badan air termasuk sungai. Air sungai yang telah tercemar limbah buangan rumah tangga, industri kecil dan beberapa diantaranya dekat dengan jalan raya. Kondisi seperti ini dapat berdampak kepada penurunan mutu dan keamanan kangkung Lombok untuk dikonsumsi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kangkung dapat tercemar logam berat seperti Hg (Sofyan, 2012), Cd (Asmawati *et al.*, 2009; Koraag, 2005), Pb (Mulyani *et al.*, 2012; Triani *et al.*, 2011) dan Cu (Kohar *et al.*, 2004). Hasil penelitian Prasetyawati (2007) menunjukkan bahwa kangkung mampu menyerap logam berat merkuri (Hg) dan terakumulasi pada bagian batang 0,69 ppm, daun tua 0,61 ppm dan pada daun muda 0,1 ppm. Kangkung juga dapat tercemar oleh bakteri penyebab penyakit asal pangan seperti *Campylobacter jejuni* (Sahilah *et al.*, 2010), *Clostridium sp* dan *Bacillus sp* (Anshari, 2010), *Escherichia coli* dan *Salmonella* (Misgiyarta, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode aplikasi ozon yang paling tepat untuk mempertahankan mutu kangkung segar yang dibudidayakan di pulau Lombok dan secara khusus untuk mengetahui konsentrasi dan waktu kontak larutan ozon terhadap penurunan residu cemaran logam Pb dan bakteri *E. coli*

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber informasi tentang pemanfaatan ozon pada sayuran segar dan metode yang tepat dalam pengendalian mutu kangkung segar khas Lombok.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kangkung air (*Ipomoea aquatica*) kultivar Lombok yang dibudidayakan petani di lahan persawahan sepanjang daerah aliran sungai Jangkuk yang membelah kota Mataram dan Lingsar kabupaten Lombok Barat.

Peralatan yang digunakan adalah ozon generator jinjing untuk melakukan proses ozonisasi, *chromameter* Minolta CR-200 untuk mengukur warna daun, spektrometer AAS untuk mengukur kadar logam berat, timbangan, oven, ruang pendingin, kaca pembesar, dus pengemas dan berbagai alat bantu lainnya.

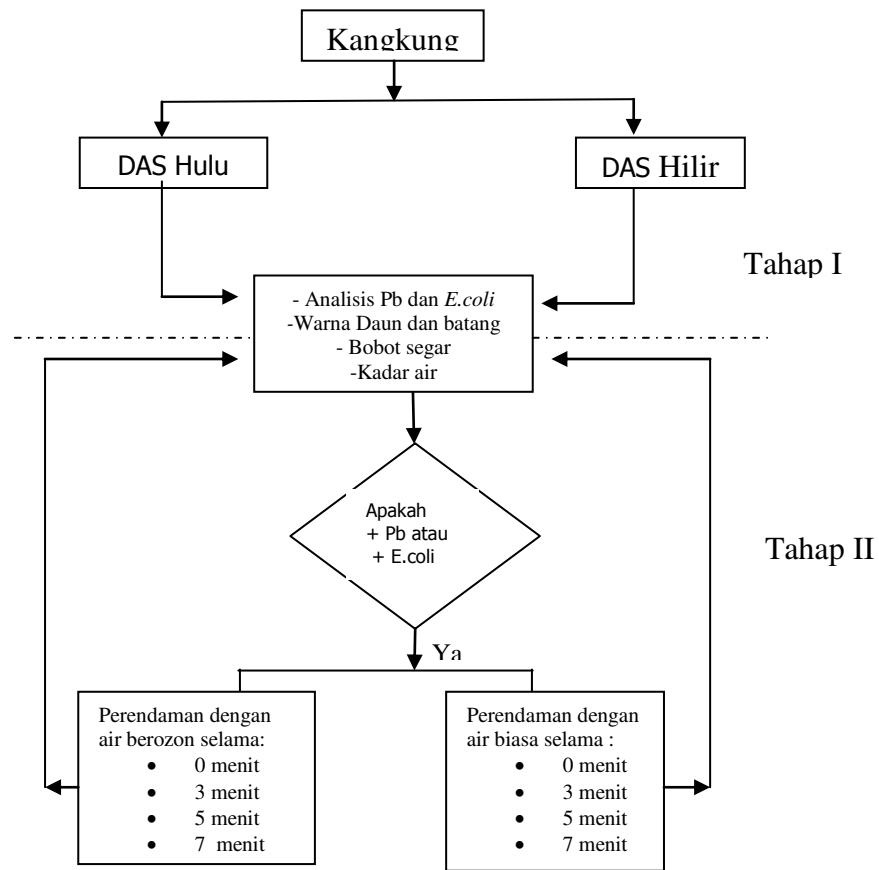
Metode

Tahap I : Penentuan tingkat cemaran Pb dan *E. coli* pada kangkung

Penelitian tahap I bertujuan untuk mengetahui tingkat cemaran logam berat Pb dan bakteri *E. coli* penyebab diare. Sampel kangkung diambil dari lahan petani pada 3 lokasi berbeda, yaitu hulu, tengah dan hilir sungai Jangkuk dan sungai Ancar. Daerah aliran sungai (DAS) hulu di ambil di desa Lingsar kecamatan Lingsar kabupaten Lombok Barat. DAS hilir di desa Pejeruk Ampenan. Pada masing-masing lokasi diambil sampel sebanyak 100 g kangkung segar dengan panjang 30-40 cm. Sampel dikemas dengan keranjang plastik berlubang dan dibawa ke laboratorium untuk diamati apakah positif tercemar logam berat Pb dengan metode spektrometri menurut Kohar *et al.* (2005) dan atau *E.coli* dengan metode MPN (Fardiaz, 1993). Analisa kadar logam berat Pb menggunakan spektrometer AAS perkin elmer tipe AA-400 sedangkan jumlah *E. coli* diuji dengan metode MPN merk Merck. Diagram alir percobaan ditampilkan pada Gambar 1.

Tahap II. Pengaruh Sanitizer Ozon terhadap mutu kangkung

Kangkung dibawa dari lokasi pemanenan menggunakan keranjang plastik berlubang yang dialasi kertas koran untuk mencegah terjadinya kerusakan mekanis dan diangkut menggunakan mobil. Setiba di laboratorium dilakukan sortasi untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Lalu kangkung dicuci dengan air biasa untuk menghilangkan getah dan kotoran yang menempel pada permukaan kulit dan selanjutnya direndam dengan air berozon sesuai dengan perlakuan. Setelah proses perlakuan ozon kangkung segera dikeringkan dengan cara mengangin-anginkannya. Setelah kering kemudian dilakukan pengemasan dan dianalisa kandungan Pb dan kontaminan *E. coli*. Diagram alir proses perlakuan ozon diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir percobaan Tahap I dan II.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Faktorial RAL dengan faktor tunggal lama perendaman dengan air ozon selama 0, 3, 5, dan 7 menit. Sebagai perlakuan kontrol sampel direndam dengan aquades. Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali ulangan. Untuk melihat pengaruh perlakuan dilakukan analisis keragaman (anova) dengan program SPSS versi 17. Jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ pada taraf nyata 5 persen.

Parameter yang diamati adalah: susut bobot, kadar air dengan metode AOAC (1984), warna dengan alat *Chromameter*, kadar logam berat Pb, dan adanya bakteri *E.coli*

Pengamatan mutu

Kangkung yang telah diberi perlakuan disimpan dalam ruang pendingin bersuhu 13-15 °C dengan RH >70%, menggunakan karton yang diberi partisi pada bagian dalamnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada Tabel 1. diperlihatkan bahwa ada interaksi antara perlakuan ozon dan tempat budidaya kangkung (DAS) pada parameter yang diamati. Tabel 2. menunjukkan semakin lama waktu perendaman dalam air berozon pada setiap DAS maka kadar air, abu, dan kadar Pb, serta susut bobot cenderung mengalami penurunan. Hal serupa terjadi pada parameter total mikroba dan organoleptik seperti warna, tekstur dan penampakan secara keseluruhan (Tabel 2). Pada lama perendaman yang sama DAS hulu menunjukkan kadar Pb yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS hilir, namun demikian sebaliknya terjadi pada parameter total mikroba cemaran (Tabel 2)

Tabel 1. Hasil Analisis Keragaman pada Taraf Nyata 5 Persen Pengaruh Perendaman dengan Air ozon dan Lokasi Budidaya Kangkung (DAS)

Perlakuan	Kadar air	Kadar Abu	Kadar Pb	Susut Bobot	Cemaran <i>E. coli</i>	Warna	Tekstur	Overall
Lama Perendaman Ozon Lokasi Budidaya (DAS) Interaksi	S ^{*)}	S	S	S	S	S	S	S
	S	S	S	S	S	NS	S	NS
	S	S	S	S	S	S	S	S

Keterangan : S = Berbeda nyata dan NS = Berbeda tidak nyata

Tabel 2. Pengaruh Ozon dan Lokasi Budidaya Terhadap Kadar Air, Abu, Kadar Pb dan Susut Bobot Kangkung Segar

Perlakuan ^{*)}	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Pb (ppm)	Susut Bobot (%)
A0	88,11 a ^{**)}	3,19 c	8,07 d	74,56 e
A3	91,63 b	1,05 ab	6,06 c	71,61 d
A5	91,20 bc	1,16 ab	5,49 c	71,41 d
A7	91,65 b	0,96 ab	2,72 b	67,62 c
B0	90,13 c	1,34 b	3,43 b	59,57 b
B3	93,47 c	1,28 b	2,01 ab	54,22 a
B5	90,78 b	1,17 ab	1,94 a	57,71 b
B7	91,22 b	0,84 a	1,92 a	52,91 a
<i>BNJ 5%</i>	<i>1,89</i>	<i>0,43</i>	<i>0,76</i>	<i>2,43</i>

Keterangan:

*) Perlakuan A0 sampai A7 adalah perendaman kangkung varietas Lokal Lombok yang dibudidayakan di daerah aliran sungai hulu (Lingsar) dengan air berozon selama 0, 3, 5, dan 7 menit, sedangkan B0 sampai dengan B7 adalah kangkung varietas Lokal Lombok yang dibudidayakan di daerah aliran sungai hilir (Rembiga)

***) Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata pada uji BNJ taraf nyata 5%

Tabel 3. Pengaruh Ozon dan Lokasi Budidaya Terhadap Sifat Organoleptik dan Cemaran Coliform Kangkung Segar

Perlakuan ^{*)}	Warna	Tekstur	Penampakan keseluruhan (Overall)	Cemaran <i>E. coli</i> (cfu/g)
A0	3,67 b	2,77 b	2,95 a	1,72 x 10 ⁵ a
A3	4,27 c	3,07 bc	3,49 bc	2,85 x 10 ⁵ a
A5	3,9 b	3,28 c	3,41 b	2,23 x 10 ⁵ a
A7	3,34 ab	2,33 a	2,28 a	1,97 x 10 ⁵ a
B0	3,81 b	4,03 d	4,49 c	9,30 x 10 ⁶ c
B3	3,15 a	3,42 c	3,19 b	4,63 x 10 ⁶ c
B5	4,25 c	3,3 c	2,64 ab	1,10 x 10 ⁶ b
B7	3,65 b	2,44 a	2,29 ab	0,98 x 10 ⁶ b
<i>BNJ 5%</i>	<i>0,36</i>	<i>0,38</i>	<i>1,08</i>	<i>0,21</i>

Keterangan:

*) Perlakuan A0 sampai A7 adalah perendaman kangkung varietas Lokal Lombok yang dibudidayakan di daerah aliran sungai hulu (Lingsar) dengan air berozon selama 0, 3, 5, dan 7 menit, sedangkan B0 sampai dengan B7 adalah kangkung varietas Lokal Lombok yang dibudidayakan di daerah aliran sungai hilir (Rembiga)

***) Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata pada uji BNJ taraf nyata 5%

Pembahasan

Aman merupakan salah satu kriteria yang sangat penting dalam pemilihan pangan untuk dikonsumsi. Mutu dan keamanan pangan berpengaruh langsung terhadap kesehatan masyarakat dan perkembangan sosial. Sayuran merupakan sumber pangan yang mengandung banyak vitamin dan mineral yang secara langsung berperan meningkatkan kesehatan. Oleh karena itu, higienitas dan keamanan sayuran yang dikonsumsi menjadi sangat penting agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan.

Tanaman terutama sayuran yang dikonsumsi segar dapat menjadi mediator penyebaran logam berat pada makhluk hidup karena logam tersebut masuk pada tumbuhan melalui akar dan mulut daun (stoma). Kangkung merupakan jenis tanaman sayuran yang dapat terpapar oleh zat-zat pencemar dalam bentuk partikel maupun gas. Partikel yang banyak dilepaskan oleh industri adalah timbal dan kadmium. Kangkung yang dikonsumsi baik dalam bentuk segar maupun telah diolah dapat menyebabkan berpindahnya logam yang terpapar didalamnya seperti timbal, kadmium, kromium dan seng masuk ke dalam tubuh (Farida, 2004). Selain logam berat, lingkungan yang tercemar terutama kotoran hewan maupun manusia dapat menjadi media yang subur bagi perkembangan mikroba terutama mikroba patogen *E. coli* yang berpotensi menimbulkan penyakit diare pada manusia.

Pengaruh Lama Perendaman Air Berozon dan Lokasi Budidaya terhadap Kadar Logam Berat Pb Kangkung Segar

Kangkung yang dibudidayakan di daerah hulu kota Mataram (DAS Hilir) menunjukkan karakter fisik lebih baik dibandingkan dengan yang dibudidayakan di daerah Hulu (DAS Hulu). Indikator sifat fisik ini dapat dilihat dari susut bobot yang rendah dan penilaian dari skor organoleptik kangkung segar secara keseluruhan (*overall*) seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Susut bobot kangkung segar DAS hilir lebih rendah daripada DAS Hulu. Hal ini mengindikasikan bahwa kangkung dari DAS hilir lebih tahan disimpan lebih lama daripada kangkung DAS hulu. Semakin lama perendaman dengan air berozon maka semakin rendah susut bobot kangkung segar. Susut bobot perendaman dengan air berozon selama 7 menit cenderung memberikan susut bobot terendah baik pada kangkung yang berasal dari DAS hilir maupun DAS hulu. Rendahnya susut bobot diduga ada kaitannya

dengan kadar air dan kadar logam berat kangkung segar. Semakin tinggi kadar air dan logam berat Pb kangkung segar ternyata menunjukkan susut bobot kangkung segar yang tinggi. Tingginya kadar Pb kangkung segar memicu penurunan bobot kangkung segar yang sangat nyata. Perlakuan ozon 7 menit mampu menurunkan kadar Pb kangkung segar yang dibudidayakan pada DAS hulu dari 8,07 ppm menjadi 2,72 ppm, sedangkan pada DAS hilir mampu menurunkan kadar Pb dari 3,43 ppm menjadi 1,92 ppm. Penelitian yang dilakukan Ayu (2002) menunjukkan bahwa pada komoditas kangkung dan bayam yang dijual di pasar-pasar daerah Bogor mempunyai kadar timbal (Pb) di atas ambang batas cemaran logam sesuai yang ditetapkan Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan, yaitu 2 ppm. Dalam kasus ini, jalur distribusi dan cara pengangkutan sangat berpengaruh terhadap bertambahnya kadar cemaran timbal (Pb). Pencemaran timbal (Pb) pada sayuran setelah pasca panen terjadi selama pengangkutan, penjualan, dan distribusi. Data terakhir pada sayuran caisim, kandungan logam berat Pb-nya bisa mencapai 28,78 ppm. Jumlah ini jauh lebih tinggi dibanding kandungan logam berat pada sayuran yang ditanam jauh dari jalan raya ($\pm 0-2$ ppm) (Widaningrum, *et al.*, 2007).

Pengaruh Lama Perendaman Air Berozon dan Lokasi Budidaya terhadap Jumlah Cemaran Mikroba Patogen *E. coli* Kangkung Segar

Total mikroba *E. coli* pada kangkung yang dibudidayakan di daerah aliran sungai (DAS) hulu lebih rendah dibandingkan dengan di DAS hilir sebagaimana tampak pada tabel 6. Semakin tinggi waktu perendaman pada setiap DAS maka total cemaran mikroba cenderung semakin berkurang. Total cemaran mikroba *E. coli* kangkung segar yang dibudidayakan di DAS hulu berkisar antara $1,72 \times 10^5$ dan $2,85 \times 10^5$ cfu/g dan DAS hilir antara $0,98 \times 10^6$ dan $9,3 \times 10^6$ cfu/g (Tabel 3). Tingginya total mikroba pada kangkung segar yang dibudidayakan di DAS hilir mengindikasikan bahwa lokasi budidaya yang sudah mengalami pencemaran limbah organik. Selain itu praktek sanitasi para petani dalam menyiapkan kangkung segar yang siap jual kurang baik sehingga menyebabkan kontaminasi. Selama pemetikan dan pencucian sebelum dijual ke pedagang kemungkinan dapat terjadi kontaminasi silang dari air yang digunakan mencuci. Petani menggunakan air parit mengalir untuk mencuci hasil petikan. Penurunan total mikroba *E. coli* cukup nyata

dengan makin lamanya waktu perendaman menggunakan air berozon pada kangkung yang dibudidayakan di DAS hilir. Sebaliknya dengan total mikroba kangkung dari DAS hulu cenderung meningkat. Hal ini diduga sebagai dampak dari tingginya kadar logam berat Pb sehingga efektivitas air berozon menjadi berkurang.

Lama Perendaman Air Berozon dan Lokasi Budidaya terhadap Sifat Organoleptik Kangkung Segar

Warna

Tabel 3. memperlihatkan bahwa skor warna kangkung secara umum dengan perendaman dalam air berozon selama 0, 3, 5 dan 7 menit. Perendaman kangkung yang dibudidayakan di DAS hulu selama 3 menit memberikan mutu warna kangkung lebih tinggi dibandingkan dengan lama perendaman 5 dan 7 menit atau kontrol (0 menit). Namun pada kangkung yang dibudidayakan di DAS hilir, perendaman dengan air berozon selama 5 menit yang memberikan warna kangkung yang lebih baik daripada 3 atau 7 menit. Skor warna kangkung DAS hulu yang direndam dengan berozon selama 3 menit adalah sebesar 4,27, sedangkan kangkung DAS hilir yang direndam selama 5 menit menunjukkan skor sebesar 4,25. Skor ini mengindikasikan bahwa warna kangkung masih hijau dan memiliki sedikit ketegaran (agak vigor). Perendaman dengan berozon selama lebih dari 5 menit cenderung akan menurunkan nilai skor warna kangkung. Kangkung berwarna agak kuning sebagai dampak dari aktivitas ozon. Ozon memiliki sifat sebagai bahan pengoksidasi yang kuat, sehingga klorofil mengalami degradasi. Sementara, perlakuan lainnya baik kangkung asal DAS hulu dan hilir memiliki skor berkisar antara 3,15 sampai 3,9 (Tabel 3). Skor warna ini menunjukkan bahwa warna kangkung agak kuning dan berpengaruh pada pemasaran.

Tekstur

Proses perendaman ke dalam air berozon dengan lama perendaman berbeda berpengaruh bervariasi terhadap mutu tekstur yang diamati setelah satu hari pematangan. Tekstur kangkung yang dibudidayakan pada DAS hilir cenderung lebih tinggi daripada skor tekstur DAS hulu. Sementara, perendaman kangkung segar yang berasal dari kedua DAS itu dengan air berozon menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman semakin rendah skor teksturnya. Hal ini menunjukkan

bahwa terjadi kerusakan sel terutama penurunan turgor sel akibat terpapar ozon. Perendaman dengan air berozon pada kangkung segar dari DAS hulu menunjukkan kecenderungan skor tekstur tertinggi pada perendaman selama 5 menit. Sementara itu, tekstur kangkung segar yang berasal dari DAS hilir cenderung tertinggi pada perendaman air berozon selama 3 menit (Tabel 3).

Penampakan Keseluruhan (Overall)

Seperti halnya dengan mutu warna, bahwa perendaman air berozon untuk memberikan mutu visual secara keseluruhan lebih baik tampaknya tergantung jenis kangkung dan lokasi budidaya. Kangkung yang dibudidayakan pada DAS hulu cenderung berpenampilan lebih baik dibandingkan dengan kangkung yang di budidayakan di DAS hilir. Perlakuan perendaman air berozon yang makin lama membuat skor *overall* kangkung menurun. Kangkung yang dibudidayakan pada DAS hulu masih memiliki skor terbaik secara keseluruhan dengan perendaman air berozon selama 5 menit. Sementara, untuk DAS hilir, skor terbaik cenderung ditunjukkan dengan perendaman selama 3 menit (Tabel 2).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis hasil dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Lama perendaman dengan air berozon dan lokasi budidaya berpengaruh terhadap kadar Pb dan total mikroba *E.coli* kangkung segar khas Lombok.
2. Kadar Pb makin menurun dengan makin lamanya waktu perendaman menggunakan air berozon. Kadar Pb. terendah ditunjukkan pada kangkung segar yang direndam dalam air berozon selama 7 menit.
3. Kadar Pb kangkung segar yang dibudidayakan pada DAS hulu lebih tinggi daripada DAS hilir. Sebaliknya dengan jumlah mikroba patogen *E. coli*, kangkung segar dari DAS hilir mengandung mikroba lebih tinggi daripada DAS hulu.
4. Perendaman air berozon efektif menekan jumlah mikroba patogen *E coli* pada kangkung dengan kandungan logam berat rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari K. L. O., 2010. Identifikasi Mikroba Dari Jaringan Tanaman Kangkung darat (*Ipomeae reptans* Poir). Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of The Association of Official Agriculture Chemist 14th edition. Virginia. AOAC International
- Asmawati, A., T. Paulina, dan L. Syarifuddin, 2009. Fitoakumulasi Logam Berat Timbal, Krom, Dan Kadmium Dari Tanah Menggunakan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea reptans* Poir). Teknosain. <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/3524>. Diakses tanggal 4 April 2013.
- Ayu, C.C., 2002. Mempelajari Kadar Mineral dan Logam Berat pada Komoditi Sayuran Segar di Beberapa Pasar di Bogor. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Farida WS, Nurjaeni, Mutia R, Diapari D. 2004. Kemampuan cerna kuskus beruang (*Ailurops ursinus*) terhadap pakan alternatif di penangkaran. *Biosmart* 6(1):65-70.
- Kohar, I., Hardjo, P. H., dan Lika, I. I. 2004. Studi Kandungan Logam Pb dalam Batang dan Daun Kangkung (*Ipomoea reptans*) yang Direbus dengan Penambahan NaCl dan Asam Asetat. *Jurnal Kimia Sains*, 8 (3) : 85-88.
- Koraag, M.E., 2005. Bioakumulasi Logam Berat Cd Dan Pb Pada Tanaman Kangkung Air *Ipomoea Aquatica* Di Sungai Code Yogyakarta. Skripsi. <http://sinta.ukdw.ac.id/sinta/resources/sintasarv/nim/31000801>. Diakses tanggal 4 April 2013.
- Misgiyarta, 2008. Menurunkan Kontaminasi Mikroba pada Buah dan Sayuran Segar. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30 (6): 3-5.
- Mulyani, S., I.G.L. Triani dan A. Sujana, 2012. Identifikasi cemaran logam Pb dan Cd pada kangkung yang ditanam di kota Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari* 12 (2) : 345-349.
- Prasetyawati, R., 2007. Uji Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* Forsk) di Taman Wisata Wendet Malang. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas SAINTEK. Universitas Islam Negeri Malang. Malang.
- Sahilah, A.M., T. Suraya, T. S., I. Noraida., A. A. Azuhairi, L.C. Chai and R. Son, 2010. Detection of virulence genes and enterobacterial repetitive intergenic consensus-PCR (ERIC-PCR) analysis among raw vegetables isolates of *Campylobacter jejuni*. *International Food Research Journal* 17: 681-690.
- Sofyan, M. 2012. Pemanfaatan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatic* Forsk.) Sebagai Indikator Perairan Tercemar Merkuri. <http://www.sobatbumi.com/inspirasi/view/543>. Diakses tanggal 4 April 2013.
- Triani, IGA. L. 2010, *Kandungan Pb dan Cd Pada Tanaman Kangkung (Ipomea aquatica Forsk) yang Ditanam di Sekitar Jalan Ida Bagus Mantra menuju Klungkung*. Laporan penelitian Dosen Muda, Universitas Udayana. Bali.
- Widaningrum, Miskiyah dan Suismono, 2007 Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran Dan Alternatif Pencegahan Cemarannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* Vol 3: 16-27.