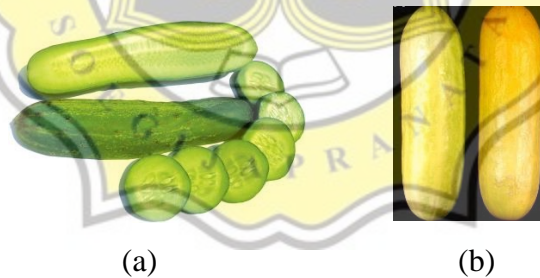


5. Efektivitas dan Efisiensi Metode Sanitasi Ozonisasi dan *Ultrasound* Terhadap Jenis Sayuran

5.1. Sayuran Segar

5.1.1. Mentimun

Pada jurnal perlakuan dari metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 10 gram jenis sayuran mentimun dengan konsentrasi ozon 0,4 mg/L selama 20 menit dan dalam suhu 21°C merupakan perlakuan yang efektif dalam mengurangi residu pestisida jenis *Bifenthrin* dibandingkan dengan jenis residu pestisida lainnya. Perlakuan ini dapat mengurangi residu pestisida *Bifenthrin* sebanyak 49%. Pada penelitian Wu *et al.* (2019), tidak terdapat perubahan visual karena jumlah konsentrasi ozon yang rendah. Dalam perlakuan metode sanitasi *ultrasound*, perlakuan pada 100 gram jenis sayuran mentimun dengan densitas daya 400 W/L dan frekuensi 20 kHz selama 10 menit tanpa menggunakan larutan pembersih merupakan perlakuan yang paling efektif dalam mengurangi bakteri *E. coli* sebanyak 73%. Dalam penelitian Fan *et al.* (2019), terdapat sedikit penurunan warna pada mentimun dikarenakan efek dari kavitasi yang dapat menyebabkan penurunan laju metabolisme.



Gambar 4. Contoh Perbandingan Warna Pada Mentimun

a. Warna Segar; b. Penurunan Warna

(Sumber: sciencedirect.com)

Hasil dari kedua metode sanitasi tersebut, metode ozonisasi dalam waktu yang cukup lama dan konsentrasi yang rendah dapat mengurangi residu pestisida pada 10 gram mentimun dengan persentase yang tidak terlalu tinggi yaitu 49%. Hasil dari sanitasi ini menunjukkan tidak adanya perubahan visual. Sedangkan pada metode sanitasi *ultrasound* dalam waktu cukup singkat dengan daya dan frekuensi yang tidak tinggi pada 100 gram mentimun dapat

mengurangi bakteri *E. coli* dengan persentase yang tinggi 73%. Hasil dari sanitasi ini menunjukkan adanya sedikit penurunan warna dibanding dengan kontrolnya. Jika dilihat dari efektivitas dan efisiensinya, maka metode sanitasi *ultrasound* lebih unggul dibandingkan dengan metode ozonisasi dalam menghilangkan bakteri *E. coli*.

5.1.2. Paprika

Pada jurnal perlakuan dari metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 200 gram jenis sayuran paprika dengan konsentrasi ozon 0,5 mg/L selama 30 menit dan dalam suhu 15-17°C merupakan perlakuan yang paling efektif dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan ini dapat mengurangi bakteri *Listeria sp.* sebanyak 95,61%. Elisabete *et al.* (2011) menyatakan bahwa pada menit ke-25 paprika mengalami sedikit penyusutan yang kemungkinan disebabkan karena lamanya waktu perlakuan sehingga kulit paprika mengalami kelunakan akibat oksidasi. Dalam perlakuan metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 20 gram jenis sayuran paprika dengan konsentrasi ozon 2 mg/L selama 3 menit dalam suhu 15°C dapat mengurangi bakteri *L. innocua* sebanyak 50%. Alexandres *et al.* (2011) menyatakan bahwa pada tampilan visualnya jenis sayuran paprika mengalami kekerutan di beberapa bagian sehingga beberapa paprika mengalami permukaan yang tidak segar dibandingkan dengan kontrol. Pada perlakuan dari metode sanitasi *ultrasound*, perlakuan pada 160 gram jenis sayuran paprika dengan densitas daya 120 W/L dan frekuensi 35 kHz selama 15 menit tanpa menggunakan larutan pembersih dapat mengurangi bakteri *L. innocua* sebanyak 67,58%. Dalam penelitian Alexandre *et al.* (2013), terdapat dampak negatif pada warna paprika yang menjadi sedikit lebih muda karena kavitasi dari *ultrasound* tersebut.



Gambar 5. Contoh Kekerutan dan Penurunan Warna Pada Paprika

(Sumber: DocPlayer.info)

Hasil yang paling efektif dalam menghilangkan bakteri *L. innocua* adalah metode sanitasi *ultrasound* jika dibandingkan dengan metode sanitasi ozonisasi. Dilihat dari segi efisiensi, metode ozonisasi membutuhkan waktu 3 menit dengan konsentrasi yang sedikit tinggi dapat mengurangi setengah dari populasi bakteri *L. innocua* dalam paprika dengan massa 20 gram. Hasil dari metode ozonisasi ini mempengaruhi penampilan tekstur pada paprika, sehingga paprika tampak tidak segar. Sedangkan pada metode *ultrasound*, dalam waktu yang lebih lama dengan daya dan frekuensi yang tidak terlalu tinggi dapat mencapai hasil persentase pengurangan bakteri yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode ozonisasi. Tetapi hasil dari metode ini berdampak pada warna paprika yang menjadi memudar. Dalam mengurangi bakteri *Listeria sp.*, metode ozonisasi memerlukan waktu yang cukup lama dengan konsentrasi yang rendah dapat mengurangi populasi bakteri di dalam 200 gram paprika dengan persentase yang sangat tinggi tetapi terdapat penyusutan pada kulit paprika tersebut. Jika kedua metode tersebut dibandingkan berdasarkan efektivitas dan efisiensinya, maka untuk menghilangkan bakteri *L. innocua* lebih baik menggunakan metode sanitasi *ultrasound*.

5.1.3. Parsley

Hasil jurnal perlakuan dari metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 10 gram jenis sayuran parsley dengan konsentrasi ozon 0,5 mg/L selama 30 menit dalam suhu 23°C merupakan perlakuan yang paling efektif, perlakuan ini dapat mengurangi bakteri *E. coli* sebanyak 33,70%. Pada perlakuan metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 10 gram jenis sayuran parsley dengan konsentrasi ozon 0,5 mg/L selama 30 menit dalam suhu 23°C dapat mengurangi bakteri *L. innocua* sebanyak 24,46%. Pada penelitian Karaca *et al.* (2020) klorofil, asam askorbat dan kandungan total fenolik dan aktivitas antioksidan tidak terpengaruh oleh perlakuan ini. Tetapi hasil pengurangan bakteri pada *E. coli* dan *L. innocua* tidak mencapai pengurangan lebih dari 50% dan persentase yang dicapai rendah. Perlakuan dari metode sanitasi *ultrasound*, perlakuan pada 35 gram jenis sayuran parsley dengan densitas daya 30 W/L dan frekuensi 45 kHz selama 10 menit dengan menggunakan larutan pembersih *Peracetic acid* dapat mengurangi bakteri *Listeria sp.* sebanyak 87,48%. Pada

penelitian São José *et al.* (2015), terdapat penghilangan warna karena bahan kimia *Peracetic acid* karena bahan kimia ini termasuk dalam golongan oksidator.



Gambar 6. Contoh Daun Parsley Segar

(Sumber: fda.gov)

Hasil yang paling efektif dalam menghilangkan bakteri *Listeria sp.* adalah metode sanitasi *ultrasound* jika dibandingkan dengan metode sanitasi ozonisasi. Dilihat dari segi efisiensi, metode ozonisasi membutuhkan waktu yang cukup lama dengan konsentrasi ozon yang rendah dapat mengurangi populasi bakteri *E. coli* dan *L. innocua* dalam 10 gram parsley dengan persentase yang rendah. Tetapi penampakan dari parsley tersebut tidak menimbulkan perubahan. Sedangkan pada metode *ultrasound*, dalam waktu 10 menit dengan daya dan frekuensi yang rendah ditambah larutan pembersih *peracetic acid* dapat mengurangi bakteri *Listeria sp.* dalam 35 gram parsley dengan persentase yang tinggi dan dari hasil tersebut terdapat pengurangan pigmen warna klorofil pada parsley. Jika kedua metode sanitasi dibandingkan berdasarkan efektivitas dan efisiensinya, maka bakteri *Listeria sp.* yang dapat juga dibandingkan dengan *L. innocua* lebih baik menggunakan metode sanitasi *ultrasound*.

5.1.4. Selada

Hasil jurnal perlakuan dari metode sanitasi ozonisasi jika dibandingkan dengan yang lain, perlakuan dengan massa 200 gram pada konsentrasi ozon 0,5 mg/L selama 30 menit dalam suhu 15-17°C merupakan perlakuan yang paling efisien dalam mengurangi bakteri *Listeria sp.* sebanyak 81,28%. Penelitian Alexopoulos *et al.* (2013) menyatakan, efek pada sifat sensori tidak terlalu diperhatikan tetapi dalam pengamatan tidak terdapat perubahan signifikan pada penampilannya. Perlakuan metode sanitasi, perlakuan pada 20 gram selada

dengan konsentrasi ozon 4,3 mg/L selama 5 menit dalam suhu ruang dapat mengurangi bakteri *E. coli* O157:H7 sebanyak 64,35%. Di dalam Trinetta *et al.* (2011), tidak terdapat perubahan visual pada selada dikarenakan waktu yang berlangsung tidak terlalu lama. Perlakuan sanitasi *ultrasound* dengan daya 30 W/L dan frekuensi 40 kHz selama 5 menit dengan menggunakan *Lactic, citric, malic acid* 2% dapat mengurangi bakteri *L. monocytogenes* sebanyak 38,93% pada 25 gram selada. Penelitian dari Sagong *et al.* (2011), tidak terdapat perubahan karakteristik pada produk. Hasil jurnal perlakuan dari metode *ultrasound*, pada 67 gram selada dengan daya 280 W/L dan frekuensi 20 kHz selama 53 menit tanpa menggunakan larutan pembersih dapat mengurangi bakteri *E. coli* O157:H7 sebanyak 74,45%. Pada penelitian Elizaquível *et al.* (2012), terdapat kerusakan di bagian ujung produk dikarenakan kavitasi yang terus menerus mengenai produk dalam jangka waktu yang lama.

Perlakuan ozonisasi dengan konsentrasi ozon 2 mg/L selama 5 menit dalam suhu ruang dapat mengurangi residu pestisida *Fenitrothion* (FT) sebanyak 67% pada 20 gram selada. Dalam jurnal Ikeura *et al.* (2011), terdapat sedikit penurunan warna pada produk. Pada perlakuan dari sanitasi *ultrasound* jika dibandingkan dengan yang lain, perlakuan pada jenis sayuran yang memiliki massa 70 gram dengan perlakuan densitas daya 100 W/L dan frekuensi 25 kHz selama 60 menit dengan kombinasi air ozon merupakan perlakuan yang paling efisien dalam mengurangi residu pestisida *Methamidophos* sebanyak 80%. Pada penelitian Fan *et al.* (2015), setelah melewati menit ke-40 pada beberapa selada terdapat bolong di bagian ujungnya. Hal ini disebabkan karena waktu yang terlalu lama dalam perlakuan sehingga efek oksidasi dari ozon semakin lama bereaksi dan juga gelombang kavitasi yang terus menerus menghantam permukaan selada.



Gambar 7. Contoh Kerusakan dan Penurunan Warna Pada Selada
(Sumber: fda.gov)

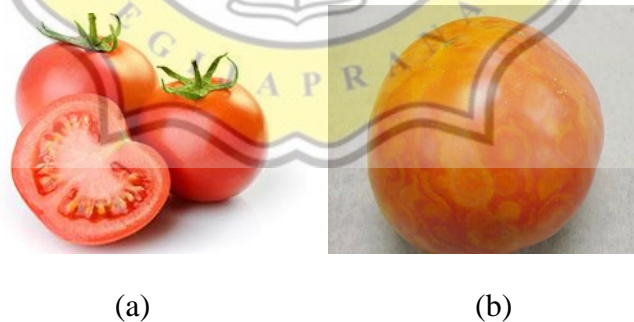
Hasil yang paling efektif dalam menghilangkan bakteri *Listeria sp.* adalah metode sanitasi ozonisasi jika dibandingkan dengan metode sanitasi *ultrasound*. Sedangkan dalam menghilangkan bakteri *E. coli* O157:H7 dan residu pestisida metode *ultrasound* lebih efektif. Dalam segi efisiensi, dalam menghilangkan bakteri *Listeria sp.* metode ozonisasi memerlukan waktu yang cukup lama dengan konsentrasi yang rendah dapat menghilangkan bakteri pada 200 gram selada dengan persentase yang tinggi dan tidak terdapat perubahan visual. Dalam menghilangkan bakteri *E. coli* O157:H7 dan residu pestisida dengan metode ozonisasi, memerlukan waktu yang cukup singkat dengan konsentrasi yang cukup tinggi dapat menghilangkan bakteri pada 20 gram selada dengan persentase yang cukup tinggi dan terdapat sedikit penurunan warna. Sedangkan pada metode *ultrasound*, dalam waktu 5 menit dengan daya dan frekuensi yang rendah ditambah larutan pembersih *Lactic, citric, malic acid* 2% dapat mengurangi bakteri *L. monocytogenes* dalam 25 gram dengan hasil persentase yang tidak terlalu tinggi dan tidak terdapat perubahan karakteristik. Dalam mengurangi bakteri *E. coli* O157:H7 dan residu pestisida, metode ini membutuhkan waktu yang sangat lama dengan daya yang tinggi dan frekuensi yang rendah dapat mengurangi *E. coli* O157:H7 pada 67 gram selada dan mengurangi residu pestisida pada 70 gram selada dengan persentase yang tinggi tetapi terdapat kerusakan produk di bagian ujungnya. Jika kedua metode sanitasi dibandingkan berdasarkan efektivitas dan efisiensinya, maka bakteri *Listeria sp.* yang dapat juga dibandingkan dengan *L. monocytogenes* dan juga perbandingan antara bakteri *E. coli* O157:H7 dan residu pestisida pada kedua metode lebih baik menggunakan metode sanitasi ozonisasi.

5.1.5. Tomat

Hasil jurnal perlakuan pada metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 50 gram tomat dengan konsentrasi ozon 4,3 mg/L selama 5 menit dalam suhu ruang dapat mengurangi bakteri *Salmonella sp.* sebanyak 68,26%. Terdapat dalam penelitian Trinetta *et al.* (2011), adanya pemudaran warna pada beberapa bagian dari produk. Hasil dari perlakuan *ultrasound* dengan densitas daya 30 W/L dan frekuensi 45 kHz selama 10 menit dengan menggunakan larutan pembersih *peracetic acid* dapat mengurangi bakteri *Salmonella typhimurium* sebanyak 50,39% pada 50 gram tomat. Dilihat dari penelitian Jackline *et al.* (2012), tidak terdapat

perubahan bentuk dan warna dari produk dikarenakan frekuensi yang rendah dengan waktu yang cukup singkat.

Pada perlakuan dari metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 20 gram jenis sayuran tomat dengan konsentrasi ozon 3 mg/L selama 30 menit dalam suhu 10 °C merupakan perlakuan yang lebih efektif dibandingkan yang lainnya dalam mengurangi residu pestisida *Chlorothalonil* sebanyak 90%. Pada penelitian Rodrigues *et al.* (2019), pada perlakuan ini memberikan efek yang positif karena adanya penurunan kadar air yang lebih rendah dari kontrol sehingga dapat meningkatkan umur simpannya. Pengurangan dari residu pestisida *Chlorothalonil* ini disebabkan karena pestisida ini sebagai fungisida non-sistemik yang lebih mudah dihilangkan dari tomat dibandingkan dengan fungisida sistemik seperti senyawa *Azoxystrobin* dan *Difenoconazole* yang memiliki kelarutan yang tinggi sehingga cepat terserap pada lilin kulit tomat yang menyebabkan pestisida sedikit sulit dihilangkan (Aguilera *et al.*, 2012). Pada perlakuan dari metode sanitasi *ultrasound*, perlakuan pada 20 gram jenis sayuran tomat dengan densitas daya 40 W/L dan frekuensi 38 kHz selama 15 menit tanpa menggunakan larutan pembersih dapat mengurangi residu pestisida *Chlorpyrifos* sebanyak 65%. Dalam penelitian Iizuka *et al.* (2013) tidak terdapat perubahan visual pada tomat hal ini dapat disebabkan karena perlakuan yang tepat pada massa jenis sayur yang tepat.



Gambar 8. Contoh Perbandingan Warna Pada Tomat

a. Warna segar; b. Penurunan Warna

(Sumber: researchgate.net)

Hasil yang paling efektif dalam menghilangkan bakteri *Salmonella sp.* dan residu pestisida adalah metode sanitasi ozonisasi jika dibandingkan dengan metode sanitasi *ultrasound*.

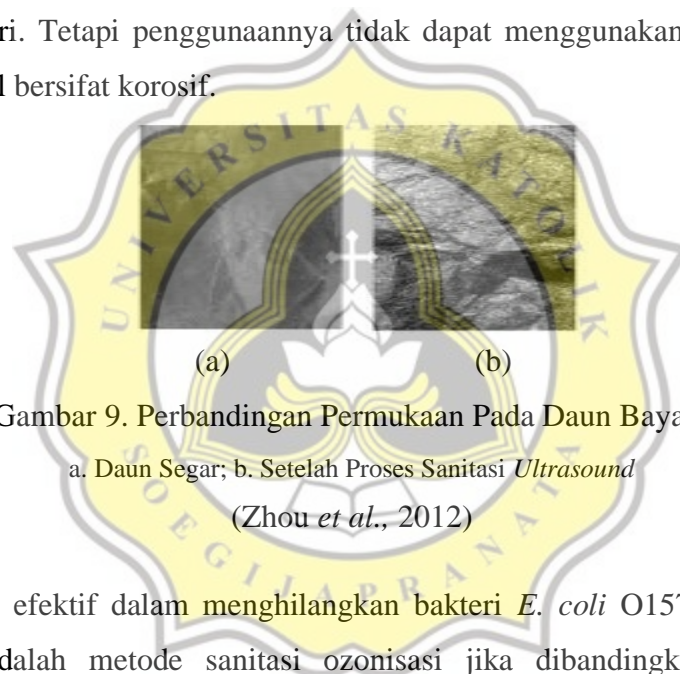
Dalam segi efisiensi, dalam menghilangkan bakteri *Salmonella sp.* metode ozonisasi membutuhkan waktu yang singkat dengan konsentrasi ozon yang cukup tinggi dapat mengurangi bakteri dalam 50 gram tomat dengan persentase yang cukup tinggi dengan adanya pemudaran warna. Untuk menghilangkan residu pestisida, metode ini membutuhkan waktu yang cukup lama dengan konsentrasi ozon yang cukup tinggi dapat mengurangi residu pestisida dalam 20 gram tomat dengan persentase yang tinggi dengan adanya perubahan kadar air. Sedangkan metode *ultrasound*, dalam menghilangkan bakteri *Salmonella typhimurium* memerlukan waktu cukup singkat dengan daya dan frekuensi yang rendah ditambah larutan pembersih *peracetic acid* dapat mengurangi bakteri pada 50 gram tomat dengan persentase yang cukup tinggi dan tidak terdapat perubahan visual. Untuk menghilangkan residu pestisida, metode ini membutuhkan waktu yang cukup lama dengan daya dan frekuensi yang rendah tanpa menggunakan larutan pembersih dapat mengurangi residu pada 20 gram tomat dengan persentase yang cukup tinggi tanpa adanya perubahan visual. Jika kedua metode sanitasi dibandingkan berdasarkan efektivitas dan efisiensinya, maka bakteri *Salmonella sp.* yang dapat juga dibandingkan dengan *Salmonella typhimurium* dan juga perbandingan antara residu pestisida pada kedua metode lebih baik menggunakan metode sanitasi *ultrasound*.

5.2. Sayuran Segar yang Diproses Lebih Lanjut

5.2.1. Bayam

Hasil jurnal perlakuan dari metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 10 gram jenis sayuran bayam dengan konsentrasi ozon 5 mg/L selama 3 menit dan dalam suhu ruang merupakan perlakuan yang paling efektif, perlakuan ini dapat mengurangi bakteri *E. coli* O157:H7 sebanyak 59,33% dan bakteri *L. monocytogenes* sebanyak 70%. Menurut penelitian Horvitz dan Cantalejo (2014), terlihat adanya perubahan warna pada daun bayam. Tetapi pengamatan sensori ini tidak didukung dengan temuan degradasi klorofil dan terdapat hasil juga bahwa daun muda mengalami kerusakan daun yang cukup besar yang diakibatkan oleh pengoksidasian ozon. Pada perlakuan dari metode sanitasi *ultrasound*, perlakuan pada 25 gram jenis sayuran bayam dengan densitas daya 79,41 W/L dan frekuensi 25 kHz dalam

waktu 1 menit dengan larutan pembersih *Chlorine water* dapat mengurangi bakteri *E. coli* sebanyak 56,76%. Menurut penelitian Zhou *et al.* (2012), tidak terdapat perubahan warna ataupun kerusakan daun. Tetapi seiring meningkatnya frekuensi gelombang, maka tekstur permukaan daun bayam akan perlahan-lahan menjadi cenderung layu dikarenakan kavitasi yang diinduksi *ultrasound* yang meningkat. Perlakuan metode sanitasi *ultrasound* pada 10 gram jenis sayuran bayam dengan densitas daya 400 W/L dan frekuensi 40 kHz dalam waktu 3 menit dengan menggunakan larutan pembersih HCl 6% dapat mengurangi bakteri *L. monocytogenes* sebanyak 38,91%. Penelitian dari Forghani *et al.* (2013) menyatakan bahwa penggunaan dari larutan pembersih HCl 6% merupakan perlakuan yang efisien dalam mengurangi bakteri. Tetapi penggunaannya tidak dapat menggunakan jumlah yang besar karena larutan HCl bersifat korosif.



Gambar 9. Perbandingan Permukaan Pada Daun Bayam

a. Daun Segar; b. Setelah Proses Sanitasi *Ultrasound*

(Zhou *et al.*, 2012)

Hasil yang paling efektif dalam menghilangkan bakteri *E. coli* O157:H7 dan bakteri *L. monocytogenes* adalah metode sanitasi ozonisasi jika dibandingkan dengan metode *ultrasound*. Dalam segi efisiensi, metode ozonisasi membutuhkan waktu 3 menit dengan konsentrasi ozon yang cukup tinggi dapat mengurangi bakteri *E. coli* O157:H7 dan bakteri *L. monocytogenes* dengan persentase tinggi dari bayam yang memiliki massa hanya 10 gram saja. Hasil dari metode sanitasi ini mempengaruhi warna dan juga adanya kerusakan pada daun bayam muda. Sedangkan pada metode *ultrasound* membutuhkan waktu yang sangat singkat, untuk mengurangi bakteri *E. coli* memerlukan daya dan frekuensi yang rendah dengan massa bayam 25 gram. Tetapi daun akan mengalami kelayuan seiring dengan bertambahnya frekuensi. Untuk mengurangi bakteri *L. monocytogenes* diperlukan daya dan

frekuensi lebih tinggi dengan massa 10 gram saja tetapi pengurangan bakteri tidak terlalu efektif dan ada kecenderungan terjadinya reaksi korosif dari larutan pembersih HCl. Dilihat dari efektif dan efisiennya dari kedua terhadap kedua metode, maka dalam mengurangi bakteri *E. coli* lebih baik menggunakan metode *ultrasound* dan dalam mengurangi bakteri *L. monocytogenes* menggunakan metode ozonisasi.

5.2.2. Sawi Putih

Pada perlakuan dari metode sanitasi ozonisasi, perlakuan pada 50 gram jenis sayuran sawi putih yang paling efektif dalam menghilangkan residu pestisida adalah perlakuan dengan konsentrasi ozon 8,3 mg/L selama 45 menit dalam suhu ruang yang dapat mengurangi residu pestisida jenis *Permenthrine* sebanyak 40%. Dalam penelitian Chen *et al.* (2013), hilangnya residu pestisida menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu dan dibandingkan dengan jenis residu pestisida yang lain. Pestisida *Permenthrine* lebih efisien dalam pengurangannya karena pestisida ini golongan piretroid yang memiliki kandungan toksisitas dan kadar yang termasuk rendah, tetapi terdapat hasil kerusakan pada ujung produk. Perlakuan dari metode sanitasi *ultrasound*, perlakuan pada 10 gram jenis sayuran sawi putih dengan densitas daya 120 W/L dan frekuensi 40 kHz selama 15 menit dengan menggunakan larutan pembersih NaOCl dapat mengurangi bakteri *Listeria sp.* sebanyak 41,87% dan 35,87%. Dalam penelitian Alenyorege *et al.* (2019), tidak terdapat perubahan pada warna, bentuk dan yang lainnya. Tetapi pengurangan bakteri *Listeria sp.* berbeda karena volume yang menjadi pengantar frekuensi yang berbeda. Pengurangan dari bakteri ini juga tidak lebih dari 50% karena *Listeria sp.* termasuk dalam bakteri gram positif yang biasanya memiliki lapisan peptidoglikan yang jauh lebih padat dan sangat rapat dibandingkan dengan bakteri gram negatif (Drakopoulou *et al.*, 2009).



Gambar 10. Contoh Sawi Putih Segar

(Sumber: sciencedirect.com)

Pada hasil dari kedua metode sanitasi, metode ozonisasi dalam waktu yang lama dan konsentrasi yang tinggi dapat mengurangi residu pestisida pada 50 gram sawi putih dengan persentase yang cukup tinggi. Hasil dari sanitasi ini menunjukkan peningkatan pengurangan residu pestisida seiring dengan berjalannya waktu. Tetapi kerusakan dari sawi putih tidak dapat dihindari karena lamanya waktu perlakuan. Sedangkan pada metode sanitasi *ultrasound*, dalam waktu cukup lama dengan daya dan frekuensi yang tidak tinggi pada 10 gram sawi putih dapat mengurangi bakteri *Listeria sp.* dengan persentase yang cukup tinggi. Hasil dari sanitasi ini tidak menunjukkan adanya perubahan visual dari sawi putih. Jika dilihat dari efektivitas dan efisiensinya, maka metode sanitasi *ultrasound* lebih unggul dibandingkan metode ozonisasi meskipun massa dari sawi putih sangat kecil.

5.2.3. Wortel

Hasil jurnal perlakuan dari metode sanitasi, perlakuan pada 200 gram jenis sayuran wortel dengan konsentrasi ozon 0,8 mg/L selama 3 menit dalam suhu ruang dapat mengurangi residu pestisida *Difenoconazole* dan *Linuron* sebanyak 95%. Terdapat pada penelitian de Souza *et al.* (2017), dengan perlakuan ozon ini wortel memiliki umur simpan yang lebih lama dari kontrol dan perubahan visual tidak terjadi. Pada perlakuan dari metode sanitasi *ultrasound*, perlakuan pada 50 gram jenis sayuran tomat dengan densitas daya 30 W/L dan frekuensi 40 kHz selama 5 menit tanpa menggunakan larutan pembersih dapat mengurangi bakteri *Bacillus* sebanyak 77,35%. Dalam penelitian Sagong *et al.* (2013), jenis sayur wortel ini memiliki efek pada warna yang berubah menjadi pucat jika dibandingkan dengan kontrolnya.



Gambar 11. Contoh Wortel Segar

(Sumber: sciencedirect.com)

Pada hasil dari kedua metode sanitasi, metode ozonisasi dalam waktu yang singkat dan konsentrasi yang rendah dapat mengurangi residu pestisida pada 200 gram wortel dengan persentase yang tinggi. Hasil dari sanitasi ini menunjukkan adanya peningkatan umur simpan dan tidak terdapat perubahan visual. Sedangkan pada metode sanitasi *ultrasound*, dalam waktu cukup singkat dengan daya dan frekuensi yang tidak tinggi pada 50 gram wortel dapat mengurangi bakteri *Bacillus* dengan persentase yang cukup tinggi. Hasil dari sanitasi ini menunjukkan adanya penurunan warna dibanding dengan kontrolnya. Jika dilihat dari efektivitas dan efisiensinya, maka metode sanitasi ozonisasi lebih unggul dibandingkan dengan metode *ultrasound* dalam menghilangkan residu.

