

PERUBAHAN KUALITAS FISIK DAN KIMIA DAGING IKAN KARPER (*Cyprinus carpio*) AKIBAT *TREATMENT* KEJUT LISTRIK VOLTASE TINGGI

*Changes In Physical and Chemical Quality of Carp (*Cyprinus carpio*) Meat Due To High-Voltage Electric Shock Treatment*

Apri Dwi Anggo*, Slamet Suharto, Putut Har Riyadi

Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

Email: aprianggo78@gmail.com

Diserahkan tanggal 11 Oktober 2022, Diterima tanggal 8 Maret 2023

ABSTRAK

Kandungan nutrisi daging ikan karper (*Cyprinus carpio*) membuatnya mudah mengalami kerusakan. Berbagai upaya untuk mempertahankan kualitas daging ikan dan mempunyai masa simpan yang lebih lama telah dilakukan diantaranya dengan metode nonthermal seperti penggunaan kejut listrik voltase tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh pemberian kejut listrik voltase tinggi terhadap perubahan sifat fisik dan kimia daging ikan karper. Alat utama yang digunakan adalah seperangkat alat kejut listrik voltase tinggi dan materi yang diamati adalah daging ikan karper. Metode penelitian bersifat *eksperimental laboratoris* menggunakan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan adalah perbedaan kekuatan voltase listrik yaitu 30 kV, 60 kV, dan 90 kV dan tanpa perlakuan kejut listrik. Parameter yang diamati berupa kandungan TVB-N, aw, *storage loss*, *water holding capacity* (WHC) serta perubahan warna daging ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daging yang diberikan perlakuan kejut listrik voltase tinggi mempunyai perbedaan nyata antara kontrol dengan perlakuan terhadap kualitas daging pada parameter TVB-N, WHC dan *whiteness* serta nilai *L** (*lightness*) pada indikator warna, sedangkan parameter Aw, *storage loss* dan nilai *a** dan nilai *b** pada indikator warna, tidak terjadi perbedaan nyata antara kontrol maupun antar perlakuan. Nilai TVB-N dan nilai *L** (*lightness*) semakin rendah sedangkan nilai *storage loss*, WHC dan indikator *whiteness* semakin tinggi seiring dengan kenaikan voltase kejut listrik. Dalam penelitian ini, perlakuan dengan kejut listrik voltase tinggi bisa mempengaruhi kualitas fisik dan kimiawi daging ikan karper dengan voltase 60 kV paling banyak memberikan perubahan pada kualitas daging ikan karper..

Kata kunci: ikan segar; daging putih; kejut listrik; nonthermal; pengawetan

ABSTRACT

*The nutritional content in the carp meat makes the meat easier to spoil. Various methods to maintain the quality of fish meat and to have a longer shelf life have been carried out, including non-thermal methods such as the use of high-voltage electric shocks. The purpose of this study was to examine the effect of high-voltage electric shock on changes in the physical and chemical properties of carp meat. The main equipment used is a set of high-voltage electric shocks and the material being observed is carp fish. The research method is an experimental laboratory using a research design that is a completely randomized design (CRD). The treatment was the difference in electric voltage strength of 30 kV, 60 kV, and 90 kV and untreated with electric shock. The parameters determined are TVB-N, aw, Storage loss, water holding capacity (WHC) and changes in the color of fish flesh. The results showed that the meat that was given high-voltage electric shock treatment had a significant difference between the control and the treatment of meat quality on the TVBN, WHC and whiteness parameters as well as the *L** (*lightness*) value on the color indicator, while the parameters Aw, storage loss and the *a** and *b** values in color indicators did not show a significant difference between the control and between treatments. The TVB-N and *L** (*lightness*) values are getting lower while the storage loss, WHC and whiteness indicators are getting higher along with the increase in the electric shock voltage. In this study, treatment with high-voltage electric shock could affect the physical and chemical quality of carp meat with a voltage of 60 kV giving the most changes to the quality of carp meat.*

Keywords: Fresh fish; white meat; electric shock; nonthermal; preservation

PENDAHULUAN

Ikan karper (*Cyprinus carpio* L.) adalah ikan air tawar yang bisa hidup di berbagai belahan dunia dan relatif mudah dibudidayakan (Serlina, *et al.*, 2022) serta merupakan produk yang banyak dikonsumsi (Junguo Ma, *et al.*, 2019). Daging ikan karper banyak mengandung nutrisi esensial yang tinggi seperti vitamin, mineral, PUFA dan asam amino

esensial (Sun *et al.*, 2019). Ikan karper dianggap sebagai ikan yang banyak mengandung lemak dalam jaringan dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya (Kuvendziev, *et al.*, 2018). Dengan kondisi tersebut, daging ikan karper menjadi bahan pangan yang mudah rusak dan mundur mutu.

Kemunduran mutu pada daging ikan diakibatkan oleh terjadinya reaksi enzimatik, kondisi psikokimia daging serta aktivitas mikroba. Dalam proses preservasi daging ikan,

diperlukan proses penanganan yang baik untuk mencegah atau memperlambat terjadinya pembusukan daging ikan karena faktor-faktor diatas. Berbagai macam cara telah dilakukan untuk bisa memperpanjang daya awet daging ikan dan mempertahankan nilai nutrisinya.

Dari sisi aktivitas mikroba, terdapat cara yang efektif untuk menekan pertumbuhan mikrobia pembusuk dengan cara menggunakan panas. Tetapi suhu panas bisa memberikan dampak menurunkan kualitas khususnya parameter sensori dan kandungan nutrisi produk. Oleh karena itu, banyak peneliti mencoba untuk mengembangkan metode pengawetan tanpa menggunakan pemanasan atau *nonthermal* proses seperti yang dilakukan oleh Arroyo, *et al.*, (2015) yang mempelajari tentang penggunaan *Pulsed Electric Field* (PEF) pada daging sapi. Begitu juga Bhat, *et al.*, (2019) yang mempelajari tentang potensi penggunaan PEF untuk meningkatkan kualitas daging. Juga oleh Bekhit, *et al.*, (2016) yang mempelajari tentang pengaruh pemberian PEF berulang terhadap kualitas *beef loin*, serta masih banyak lagi peneliti yang lainnya.

Penggunaan teknologi elektrik seperti *Pulsed Electric Field* (PEF) dalam pengolahan daging masih secara intensif dilakukan sampai saat ini dan terus berkembang (Ekezie, *et al.*, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Ma, *et al.*, (2016), menunjukkan perubahan komponen volatil potongan daging domba setelah diberi perlakuan teknologi PEF. Faridnia, *et al.*, (2015), menunjukkan bahwa PEF memberikan perubahan mikrostruktural dari jaringan daging sapi. Alahakoon, *et al.*, (2017) telah menunjukkan bahwa *pulse electric field* bisa mendestabilisasi struktur kolagen sehingga bisa mempercepat proses pencampuran bahan.

Metode non thermal dengan *electric field* didasarkan pada aplikasi denyut pendek pada voltase tinggi ke bahan makanan yang ditempatkan diantara dua elektroda selama beberapa detik untuk memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh pemanasan. Satu unit proses *pulsed electric field* meliputi generator gelombang voltase tinggi, tempat perlakuan, cairan untuk sistem penanganan dan peralatan kontrol atau monitor (Wan, *et al.*, 2009). Tergantung dari jenisnya, sistem PEF mempunyai parameter intensitas yang berbeda-beda. Beberapa model kinerja sistem elektrikal mirip dengan PEF sering disebut dengan nama lain seperti *High Voltage Electrostatic Field* (HVEF) dimana oleh Ching Ko, *et al.*, (2016) alat ini mampu menghasilkan voltase tinggi sampai 900 kV/m untuk perlakuan pada daging ikan nila dan dilaporkan dapat memperpanjang *selflife* daging ikan tanpa meninggalkan sisa bahan kimia atau radiasi. Wang, *et al.*, (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan *Moderate Electric Field* (MEF) menunjukkan terjadi kerusakan berat pada membran mikroba pada medan listrik berkekuatan 15kV/cm. Oliu, *et al.*, (2009) menyebutnya dengan *High-Intensity Pulsed Electric Field* (HIPEF) dan menerapkannya pada jus semangka. Sesuai dengan perkembangan teknologi, tujuan penerapan PEF semakin berkembang untuk kepentingan lainnya seperti optimasi proses ekstraksi, optimasi kualitas, pengeringan, pengasinan dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini, penggunaan voltase tinggi disebut dengan *High Voltage Electric Shock* (HVES) yang juga mempunyai kinerja mirip dengan *pulsed electric field*.

Proses pengolahan yang diterapkan pada bahan pangan, baik proses thermal maupun non thermal bisa

mengakibatkan perubahan pada kondisi bahan pangan, baik perubahan yang dikehendaki maupun yang tidak dikehendaki. Walaupun tujuan utamanya adalah untuk inaktivasi mikroba atau enzim dalam bahan pangan, kemungkinan juga akan memberikan efek lain terhadap bahan pangan tersebut. Pemberian kejut listrik voltase tinggi (*High voltage electric shock* (HVES)) terhadap daging ikan selama penanganan ikan segar, kemungkinan juga akan mengakibatkan perubahan terhadap kualitas daging ikan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perubahan atribut mutu daging ikan karper sebagai akibat diberikannya kejut listrik voltase tinggi pada daging ikan tersebut terutama dari parameter kimia dan fisika daging ikan karper.

METODE PENELITIAN

Preparasi Sampel

Penelitian dilakukan dalam skala *eksperimental laboratories* di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Diponegoro pada Bulan Agustus-Oktober 2019. Sampel ikan karper (*Cyprinus carpio*) dengan berat sekitar 0.5 kg perekor dengan panjang total ± 30 cm diperoleh dari wilayah Semarang, Indonesia. Ikan langsung dimatikan dan disiangi dengan cara dibuang isi perutnya kemudian dicuci bersih dan difillet. Daging ikan dipotong seragam berukuran 4 cm x 2 cm x 1 cm untuk perlakuan, dengan berat sekitar 10 g perpotong. Daging ikan kemudian disimpan selama dua hari dalam refrigerator bersuhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ sampai dilakukan *treatment*.

Perlakuan High Voltage Electric Shock (HVES)

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangkaian alat *high voltage electric shock* (HVES). Bagian alat terdiri dari bagian generator pembangkit voltase tinggi yang mampu menghasilkan kekuatan voltase dari 0 sampai 100 kV pada frekuensinya tetap 50 Hz, kuat arus sebesar 0,032 A dengan lebar pulsa 0,4 s. Bagian kedua adalah *chamber* sebagai tempat perlakuan menggunakan sistem *bachth* yang dilengkapi dengan dua buah *plate* konduktor sebagai *fasa* dan *ground* yang berbahan *stainless steel* berukuran 21 cm x 11 cm x 0,3 cm dan disusun secara paralel. *Stainless steel* merupakan salah satu konduktor yang baik sehingga mampu menghantarkan listrik dengan baik. Sampel daging ikan diletakkan dalam *chamber* mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ma, *et al.*, (2016). Sampel diatur sedemikian rupa agar kejut listrik mengena pada seluruh bagian sampel. Penelitian dilakukan dengan memberikan perlakuan kejut listrik dengan voltase 30 kV, 60 kV dan 90 kV dan tanpa pemberian kejut listrik atau 0 kV (*untreated sampel*) sebagai kontrol. Jumlah pulsa yang diberikan sebanyak 600 pulsa seperti hasil penelitian dari Arroyo *et al.*, (2015). Daging ikan yang telah di-*treatment* kemudian disimpan dalam refrigerator dengan suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ untuk melihat adanya perubahan daging ikan (Faridnia, *et al.*, 2015) sampai dilakukan pengujian.

Pengujian TVB-N

Uji TVB-N dilakukan setelah penyimpanan dua hari dengan menggunakan acuan SNI-2354-8-2009. Sampel sebanyak 10 gram, ditambahkan 90 mL PCA 6% dan dihomogenkan. Filtrat disaring. 50 mL filtrat dimasukkan ke tabung destilasi. Kemudian dilakukan penambahan 2-3 tetes

indikator fenoltalein (PP), beberapa tetes *silicon anti-foaming* dan ditambahkan 10 mL NaOH 20% sehingga warna menjadi merah muda. Erlenmeyer yang berisi 100 mL H₃BO₄ 3% disiapkan. Ditambahkan 3-5 tetes indikator Tashiro hingga warna berubah menjadi ungu. Sampel didestilasi hingga volume 200 mL dan larutan menjadi berwarna hijau, dilakukan titrasi dengan HCl 0,02 N sehingga warna berubah menjadi ungu. Perhitungan dengan formula:

$$TVBN \text{ (mg/100g)} = \frac{(A-B) \times N \times 14,007 \times 100 \times 2}{\text{Berat Sampel}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana, A adalah volume larutan HCl pada titrasi contoh; B adalah volume larutan HCl pada titrasi blanko; N adalah normalitas larutan HCl; 14,007 adalah berat atom nitrogen; dan 2 adalah faktor pengenceran.

Aktivitas Air (Aw).

Pengukuran Aktivitas air (Aw) mengikuti prosedur dari O'Dowd, *et al.*, (2013), menggunakan peralatan The Rotronic tipe HP23_Aw. Sampel yang telah dipotong kecil-kecil (2 g) ditempatkan pada *sealed air-tight containers* dan dibiarkan beberapa saat untuk pengkondisian udara pada suhu 25°C sebelum perlakuan. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali, kemudian dibuat rerata untuk analisa data.

Pengukuran Warna

Warna daging ikan diukur dengan alat chromameter Instruments UK Ltd.Portable Colour Meter NH310 for quality control, Warna daging dinyatakan sebagai *L** mewakili *lightness*, kemerahan (*+a**), kehijauan (*-a**), kuningan (*+b**) dan kebiruan (*-b**). Nilai chromameter dihitung mengikuti penelitian dari Arroyo, *et al.*, (2015).

Ikan karper adalah termasuk ikan berdaging putih, untuk itu perlu dilakukan pengukuran derajat putihnya sebagai akibat perlakuan yang diberikan. Pengukuran derajat putih (*Whiteness*) mengacu pada formula dari Benjakul *et al.* (2009), dengan formula $Whiteness \text{ (\%)} = 100 - [(100-L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$.

Pengukuran Storage Loss

Sampel dibungkus dengan plastik dan disimpan dingin pada refrigerator bersuhu sekitar 4°C. Setelah 6 hari, sampel diambil dan ditimbang kembali untuk pengujian *storage loss*. *Storage loss* dihitung berdasarkan berat sampel sebelum disimpan dikurangi berat sampel setelah disimpan dibagi dengan berat sampel sebelum disimpan kemudian dikalikan seratus (Arroyo, *et al.*, 2015).

Pengujian Water Holding Capacity (WHC)

Daya ikat air diukur dengan metode sentrifugasi dari O'Dowd, *et al.*, (2013). 10 g sampel daging cacah halus dimasukkan ke dalam tabung sentrifus 50 ml yang telah diketahui beratnya. Akuades sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam tabung. Setelah itu, tabung disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Cairan dipisahkan dari campuran dan diukur volumenya. Persen daya ikat air diukur dengan formula $DIA \text{ (\%)} = (\text{volume (ml) air yang diserap/berat (g) daging})$, dimana DIA merupakan daya menahan air yang menunjukkan kemampuan daging untuk mengikat air bebas.

Analisa Data

Data dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% (P < 0,05) kemudian dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk melihat

adanya perbedaan antar perlakuan (Gomez and Gomez (2007). Analisis data menggunakan software SPSS seri 12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang pemberian *perlakuan* kejut listrik voltase tinggi sebagai upaya untuk mempertahankan kualitas daging ikan karper (*Cyprinus carpio*) segar telah dilakukan dengan data hasil penelitian yang diperoleh seperti berikut ini.

Hasil Uji Parameter Kimia Daging Ikan Karper

Hasil uji dari beberapa parameter kimia meliputi nilai TVB-N, Aw dan WHC. Data yang diperoleh menunjukkan hasil yang berbeda-beda dan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Beberapa Parameter Kimia pada Sampel Daging Ikan Karper yang Diberikan Perlakuan HVES.

Perlakuan	TVB-N (mg/100g)	WHC (%)	Aw
0 kV	12.73±1.19 ^b	6.67±3.06 ^a	0.94±0.00 ^a
30 kV	12.14±1.25 ^b	8.88±2.37 ^{ab}	0.94±0.01 ^a
60 kV	10.48±1.19 ^a	9.65±1.77 ^{ab}	0.92±0.03 ^a
90 kV	11.03±0.20 ^a	12.00±1.29 ^b	0.93±0.02 ^a

- Rata-rata dari 3 kali ulangan ± standar deviasi.
- Data yang diikuti tanda huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (p < 0,05).

Hasil uji TVB-N pada semua perlakuan menunjukkan bahwa daging ikan karper semuanya masih mempunyai nilai yang rendah atau belum terjadi proses pembusukan daging. Hal ini disebabkan karena daging ikan baru disimpan selama dua hari sehingga semua nilai TVB-N masih dibawah nilai ambang batas TVB-N yaitu antara 10–20 mg/100g yang mana menurut Anissah, *et al.*, (2019) termasuk kriteria ikan segar. Kemunduran mutu ikan sebagai akibat aktivasi mikroorganisme, protein, dan senyawa yang mengandung nitrogen akan terdegradasi menjadi *Volatile Basic Nitrogen* (VBN), terutama terdiri dari amonia dan amina sekunder dan tersier dimana nilai mencapai 35-40 mg/100 g adalah standar untuk evaluasi kerusakan (Ching Ko, *et al.*, 2016).

Teknologi *electric field* mempunyai potensi besar untuk inaktivasi mikroba patogen, mikroba pembusuk atau enzim yang berkaitan dengan mutu dan keamanan pangan (Al Awwaly, 2016). Toepfl, *et al.*, (2014) menjelaskan bahwa efek utama *Pulsed electric field* pada sel biologis terkait dengan perubahan struktural dan pemecahan membran penghalang semipermeabel yang bertanggung jawab untuk transfer massa serta banyak aktivitas metabolisme lain yang kompleks. Vega-Mercado, *et al.*, (2007) menjelaskan tentang mekanisme *lysis* pada dinding sel yang menyebabkan sel menjadi inaktif sebagai akibat dari *electric field*. Teknologi *electric field* memiliki kelebihan dibandingkan pemanasan konvensional terutama dalam mencegah kehilangan sifat-sifat sensori dan sifat fisik. Metode ini sangat menjanjikan dan bisa menghindari perubahan yang tidak diinginkan dalam pangan (Sitzmann, *et al.*, 2016).

Semakin besar voltase yang diberikan, maka terlihat nilai TVB-N semakin kecil. Secara statistik (P<0.05) terlihat 0 kV dengan perlakuan 30kV tidak terjadi perbedaan yang nyata, begitu juga dengan perlakuan 60 kV dan 90kV. Pada perlakuan 0 dan 30 kV nilai TVB-N terlihat lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan nilai TVB-N dari perlakuan 60 dan 90 kV.

Hal ini menunjukkan bahwa senyawa-senyawa volatile seperti amoniak, histamine, hidrogen sulfide dan trimetilamin hasil degradasi protein atau turunannya dalam proses pembusukan masih sangat sedikit. Dari data tersebut, menunjukkan bahwa treatment kejut listrik bisa mengurangi resiko kemunduran mutu daging ikan, dimana nilai TVB-N merupakan salah satu indikator untuk menentukan kesegaran ikan.

Parameter WHC menunjukkan berapa banyak air bebas yang mampu diserap oleh daging akibat treatment yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi perlakuan voltase pada daging, semakin tinggi air yang bisa diserap kembali oleh daging. Hasil uji statistik ($P < 0.05$) menunjukkan bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan yang diberikan perlakuan 90kV, sedangkan dengan perlakuan 30 kV dan 60kV hasilnya tidak berbeda nyata. Hasil yang sama juga diperoleh penelitian dari O'Dowd, *et al.*, (2013) yaitu perlakuan *electric field* tidak memberikan perbedaan nyata pada *water holding characteristics* dan Aw sampel daging sapi. Perubahan ini menunjukkan bahwa dengan perlakuan HVES akan memberikan perubahan terhadap parameter kimiawi selain berkurangnya mikroorganisme.

Kebutuhan mikroorganisme akan air secara khusus dinyatakan dalam istilah Aw (*water activity*) atau aktivitas air. Nilai Aw hasil penelitian berkisar antara 0,92 sampai 0,94, merupakan nilai yang biasa terdapat dalam ikan segar. Leviana dan Paramita (2017), menjelaskan bahwa kapang, khamir, bakteri, dan jamur dapat tumbuh pada bahan yang nilai aktivitas airnya tinggi, misalnya bakteri pada Aw 0,90; khamir pada Aw 0,80 – 0,90; kapang pada Aw 0,60 – 0,70. Karena Aw bahan masih sekitar 0.9 maka dimungkinkan bakteri masih bisa tumbuh pada daging ikan karper tersebut. Hal ini disebabkan sampel masih berupa daging ikan segar. Uji statistik menunjukkan bahwa pemberian kejut listrik, tidak memberikan perubahan terhadap kandungan Aw bahan seperti pada Tabel 1. diatas. Hal ini menunjukkan pula bahwa tidak semua karakter kimiawi daging akan terjadi perubahan sebagai akibat diberikan perlakuan voltase tinggi.

Hasil Uji Storage Loss

Parameter *storage loss* dihitung dari selisih berat sebelum diberi perlakuan dengan setelah perlakuan HVES kemudian disimpan selama 6 hari pada suhu dingin. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter *storage loss* tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) antara yang tidak diberikan perlakuan dengan daging ikan karper yang diberikan perlakuan HVES. Hasil yang sama diperoleh oleh Arroyo, *et al.*, (2015) bahwa dari perlakuan *electric field* sebanyak 300 dan 600 pulsa, tidak memberikan perbedaan nyata pada *storage loss* setelah daging sapi disimpan sampai 24 hari. Hal yang berbeda diperoleh Suwandy, *et al.*, (2015) yang menunjukkan bahwa *purge loss* (%) pada daging sapi ternyata mengakibatkan berbeda nyata setelah penyimpanan sampai 21 hari setelah diberi perlakuan *electric field* dibandingkan dengan yang tidak. Begitu juga dengan hasil penelitian dari Khan, *et al.*, (2017) dimana penerapan PEF *high* telah memberikan perbedaan nyata pada *purge loss* (%) dibandingkan PEF *low* setelah daging sapi disimpan beberapa hari. Hasil uji *storage loss* selama penelitian, seperti terdapat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji *Storage Loss* dari Sampel Daging Ikan Karper yang Diberikan Perlakuan HVES.

Perlakuan	<i>Storage loss</i> (%)
0 kV	5.95±3.25 ^a
30 kV	7.03±1.02 ^a
60 kV	8.25±1.19 ^a
90 kV	9.61±3.47 ^a

- Rata-rata dari 3 kali ulangan ± standar deviasi.
- Data yang diikuti tanda huruf *superscript* yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan.

Proses penyimpanan daging dalam suhu dingin memungkinkan adanya transfer massa air keluar dari daging ataupun diserap daging. Hal ini terbukti dari terlihatnya cairan yang berada disekitar daging dalam plastik. Neri, *et al.*, (2021), menjelaskan bahwa perlakuan *pulsed electric field* efektif untuk mempengaruhi struktur mikro sel dengan menentukan pengurangan volume sel dan merusak beberapa sel. Penelitian dari Faridnia, *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa area putih terlihat pada sampel yang di berikan *electric field* dan jaringan ikat di sekitar sel otot yang menunjukkan tepi bergerigi dan terjadi pemisahan miofibril dari garis-z, sehingga lebih longgar. Gudmundsson dan Hafsteinsson (2005) menunjukkan bahwa perlakuan *pulsed electric field* sebesar 136kV/m sebanyak 60 pulsa secara signifikan mampu menurunkan luasan sel ayam menjadi 61 persennya dan sel salmon menjadi 34 persen. Diduga karena lebih *porous*, daging yang dikenai voltase lebih tinggi, mengeluarkan air bebas yang lebih banyak dari sampel yang lain, tetapi disebabkan secara statistik tidak berbeda nyata sehingga disimpulkan bahwa perubahan berat yang terjadi dianggap sama dan tidak berpengaruh. Salah satu penyebab tidak berbeda nyata, diantaranya adalah sebaran data yang luas sehingga, masing-masing data akan saling mempengaruhi. Hal ini dapat diketahui dari besarnya nilai standar deviasi dari data yang diperoleh.

Perubahan Warna Sampel Daging Ikan Karper

Hasil pengukuran warna seperti terdapat pada Tabel 3. Hasil pengukuran warna menunjukkan bahwa nilai a^* dan b^* tidak terjadi perbedaan nyata antar perlakuan sedangkan pada nilai L^* (*lightness*) dan derajat putih, terlihat ada perbedaan yang nyata pada perlakuan yang diberikan. Pada analisa nilai L^* (*lightness*) terlihat nilainya semakin menurun akibat diberikan treatment HVES dibandingkan kontrol. *Lightness* menunjukkan kecerahan daging ikan, maka nilai yang semakin menurun diasumsikan bahwa daging ikan semakin berwarna lebih gelap. Perubahan tersebut secara statistik memberikan perbedaan yang nyata terutama perlakuan 60 kV berbeda dengan kontrol, sedangkan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan 30 kV.

Nilai indikator warna a^* (*redness*) dan b^* (*yellowness*) tidak terlihat terjadi perbedaan yang nyata antar perlakuan. Beda nilai yang dihasilkan tidak sampai menunjukkan adanya perbedaan nyata karena nilai notasi statistiknya tidak berbeda. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian dari Moody, *et al.*, (2014) yaitu penerapan teknologi nonthermal *electric field* pada inaktivasi *Escherichia coli* menunjukkan hasil terjadi perbedaan yang signifikan pada indikator warna L^* dan b^* values, sedangkan indikator (a^+)

redness dan (a-) greenness dari sampel terlihat hampir konstan dan tidak ada perbedaan signifikan yang diamati. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian dari Mok, *et al.*, (2017) dimana perlakuan dengan *electric field* pada daging ayam menunjukkan bahwa setelah diproses lanjutan tidak terjadi perbedaan L^* dan b^* values setelah penyimpanan 12 jam, sedangkan pada nilai a^* memberikan perbedaan yang nyata. Hasil penelitian Arroyo, *et al.*, (2015) juga menunjukkan bahwa setelah disimpan sampai 26 hari, perlakuan *electric field* tidak memberikan efek signifikan terhadap perubahan warna baik L^* , a^* maupun b^* , justru yang tidak diberikan perlakuan *electric field* terjadi perbedaan nyata. Hasil yang sedikit berbeda adalah penelitian dari Ching Ko, *et al.*, (2016) dimana daging ikan nila menunjukkan nilai L^* (*lightness*), a^* (*redness*) dan b^* (*yellowness*) telah mengalami perubahan sejak hari ke-2 sampai ke-8 setelah perlakuan *electric field*.

Tabel 3. Hasil Uji Chromameter Terhadap Sampel Daging Ikan Karper yang Diberikan Perlakuan HVES.

Perlakuan	L^*	a^*	b^*
0kV	54.98±1.13 ^b	1.80±1.03 ^a	-0.02±1.08 ^a
30 kV	53.99±3.08 ^b	2.67±1.61 ^a	1.75±1.60 ^a
60 kV	43.89±2.36 ^a	2.64±3.10 ^a	2.94±1.54 ^a
90 kV	48.87±4.35 ^{ab}	1.06±0.27 ^a	1.48±0.35 ^a

- Rata-rata dari 3 kali ulangan ± standar deviasi.
- Data yang diikuti tanda huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

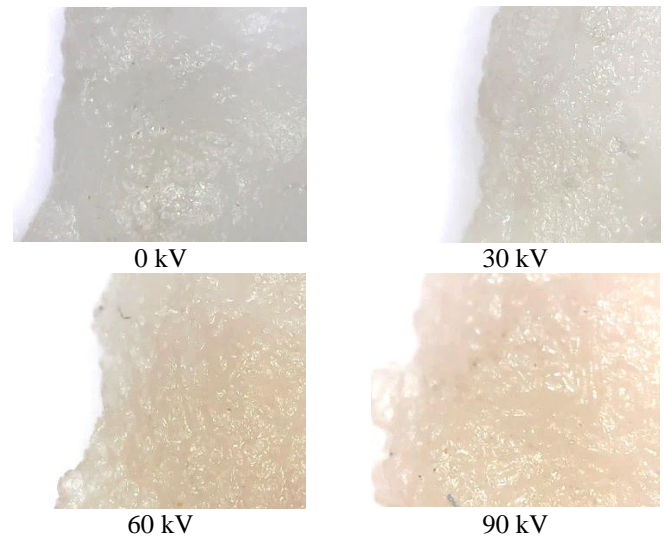
Hasil analisa derajat putih (*whiteness*) terlihat tidak terjadi perbedaan yang nyata antara kontrol dengan perlakuan 30 kV dan 90 kV sedangkan dengan perlakuan 60 kV terjadi perbedaan yang nyata. Gambar 1 menunjukkan perubahan warna daging ikan karper yang terjadi, dengan nilai kuantitatifnya terdapat dalam Tabel 3 yang menunjukkan bahwa voltage sebesar 60kV mampu untuk merubah kondisi warna daging. Perubahan ini diduga karena adanya perbedaan jumlah komponen-komponen terlarut karena *lysis* dari daging ikan sebagai akibat perlakuan HVES yang dapat mempengaruhi nilai derajat putih dari daging ikan.

Tabel 4. Hasil Analisa *Whiteness* terhadap Sampel Daging Ikan Karper yang Diberikan Perlakuan HVES.

Perlakuan	<i>whiteness</i>
0 kV	50.45±1.18 ^a
30 kV	51.32±2.92 ^a
60 kV	61.25±2.36 ^b
90 kV	56.56±4.35 ^{ab}

- Rata-rata dari 3 kali ulangan ± standar deviasi.
- Data yang diikuti tanda huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Ketika daging ikan diberikan perlakuan HVES, adanya struktur *porous* dari daging mengakibatkan air bebas yang ada dalam daging akan keluar. Keluarnya air dari daging ini, kemungkinan juga membawa zat warna otot (*myoglobin*) atau hemoglobin dari darah sehingga warnanya akan sedikit berubah. Hal ini mengakibatkan, derajat putihnya menjadi berbeda. Dari data yang diperoleh, perlakuan pada kekuatan voltase 60 kV, bisa memberikan perubahan terhadap penilaian warna terutama derajat putih dan *lightness*.



Gambar 1. Daging Ikan Karper pada Pembesaran 500 x dengan Kondisi Pencahayaan yang Sama.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah daging yang diberikan perlakuan kejutan listrik voltase tinggi mempunyai perbedaan nyata antara kontrol dengan perlakuan terhadap kualitas daging pada parameter TVB-N, WHC dan *whiteness* serta nilai L^* (*lightness*) pada indikator warna, sedangkan pada parameter A_w , *storage loss* dan indikator warna pada nilai a^* dan nilai b^* tidak terjadi perbedaan yang nyata antara kontrol maupun antar perlakuan. Nilai TVB-N dan nilai L^* (*lightness*) terlihat semakin rendah sedangkan nilai *storage loss*, WHC dan indikator *whiteness* semakin tinggi seiring dengan kenaikan voltase kejutan listrik. Dalam penelitian ini, perlakuan dengan kejutan listrik voltase tinggi bisa mempengaruhi kualitas fisik dan kimiawi daging ikan karper dengan voltase 60 kV paling banyak memberikan perubahan pada kualitas daging ikan karper. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan HVES cukup efektif digunakan untuk preservasi mempertahankan mutu daging ikan karper.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro atas pendanaan yang diberikan sehingga penelitian ini bisa dilaksanakan dengan baik melalui program pendanaan selain APBN DPA SUKPA Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Awwaly K U. 2016. Potensi teknologi medan pulsa listrik untuk memperbaiki kualitas daging: sebuah ulasan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, Oktober 2016, Hal 11-22 Vol. 11, No. 2 ISSN : 1978 – 0303.
- Alahakoon, A.U, Oey, I, Bremer. 2017. Understanding the effect of pulsed electric fields on thermostability of connective tissue isolated from beef pectoralis muscle using a model system. *Food Research International*

- 100 (2017) 261–267.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.02>
- Anissah, U., G.R. Barokah dan F. Ariyani. 2019. Pengaruh Penyimpanan terhadap Profil Formaldehida Alami dan Kemunduran Mutu pada Ikan Beloso (*Saurida tumbil*). Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. 22 (3): 535 – 547.
- Arroyo C, Diana Lascorz, Louise O'Dowd, Francesco Noci, Joshua Arimi and James G. Lyng. 2015. Effect of Pulsed Electric Field treatments at various stages during conditioning on quality attributes of beef *longissimus thoracis et lumborum* muscle. Meat Science 99 (2015) 52–59.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.004>
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 2354.8: 2009. Cara Uji Kimia Bagian 8: Penentuan Kadar Total Volatil Base Nitrogen (TVB-N) dan Trimetil Amin Nitrogen (TMA-N) pada Produk Perikanan. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- Bhat Z F, James D. Morton, Susan L. Mason and Alaa El-Din A. Bekhit. 2019. Does pulsed electric field have a potential to improve the quality of beef from older animals and how? Innovative Food Science and Emerging Technologies 56 (2019) 102194.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102194>.
- Bekhit A E A, Via Suwandy, Alan Carne, Remy van de Ven and David L. Hopkins. 2016. Effect of repeated pulsed electric field treatment on the quality of hot-boned beef loins and topsides. Meat Science 111 (2016) 139–146
- Benjakul, S, W. Visessanguan, and Y. Kwalumtharn. 2009. The effect of whitening agents on the gel-forming ability and whiteness of surimi. Journal of Science and Technology. Vol. 39: 773-781
- Ching Ko W, Shang-Yan Yang, Chao-Kai Chang, and Chang-Wei Hsieh. 2016. Effects of adjustable parallel high voltage electrostatic field on the freshness of tilapia (*Oreochromis niloticus*) during refrigeration. LWT - Food Science and Technology. 66 (2016) 151-157.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.019>.
- Ekezie F G C, Cheng J H and Sun D W. 2018. Effects of nonthermal food processing technologies on food allergens: A review of recent research advances. Review. Trends in Food Science & Technology 74 (2018) 12-25.
- Faridnia F, Ma Q L, Bremer P J, Burritt D J, Hamid N and Oey I. 2015. Effect of freezing pre-treatment prior to pulse electric field processing on quality traits of beef muscles. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 29 (2015) 31–40.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2014.09.007>.
- Gomez A, Kwanchai and Gomez A, Arturo. 2007. Statistical procedures for agricultural research. An international rice research institute book a wiley-interscience publication john wiley & sons, New York. Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore. 657 pp
- Gudmundsson M and Hafsteinsson H. 2005. Effect of High Intensity Electric Field Pulses on Solid Foods. Matra, Technological Institute of Iceland Keldnaholt, Reykjavik, Iceland. Emerging technologies for food processing ISBN: 0-12-676757-2.
- Junguo Ma, Jingyi Zhu, Wanying Wang, Panpan Ruan, Sivakumar Rajeshkumar, Xiaoyu Li. 2019. Biochemical and molecular impacts of glyphosate-based herbicide on the gills of common carp. Environmental Pollution 252 (2019) 1288-1300.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.040>
- Kuvendzиеva S. Kiril Lisichkov, Zoran Zeković, Mirko Marinkovski, Zehra H. Musliu. 2018. Supercritical fluid extraction of fish oil from common carp (*Cyprinus carpio* L.) tissues. The Journal of Supercritical Fluids 133 (2018) 528-534.
- Khan A A, Muhammad Atif Randhawa, Alan Carne, Isam A. Mohamed Ahmed, David Barr, Malcolm Reid, and Alaa El-Din A. Bekhit. 2017. Effect of low and high pulsed electric field on the quality and nutritional minerals in cold boned beef *M. longissimus et lumborum*. Innovative Food Science and Emerging Technologies 41 (2017) 135–143.
- Leviana, W., dan V. Paramita. 2017. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Air Dan Aktivitas Air Dalam Bahan Pada Kunyit (*Curcuma Longa*) Dengan Alat Pengereng Electrical Oven. METANA, 13(2), 37-44.
- Ma Q, Hamid N, Oey I, Kantono K, Faridnia F, Yoo M and Farouk M. 2016. Effect of chilled and freezing pre-treatments prior to pulsed electric field processing on volatile profile and sensory attributes of cooked lamb meats. Innovative Food Science and Emerging Technologies 37 (2016) 359-374.
- Mok J H, Jae-Young Her, Taiyoung Kang, Raymond Hoptowitz and Soojin Jun. 2017. Effects of pulsed electric field (PEF) and oscillating magnetic field (OMF) combination technology on the extension of supercooling for chicken breasts. Journal of Food Engineering 196 (2017) 27e35.
- Moody A., Gretchen Marx, Barry G. Swanson, Daniela Bermúdez-Aguirre. 2014. A comprehensive study on the inactivation of *Escherichia coli* under nonthermal technologies: High hydrostatic pressure, pulsed electric fields and ultrasound. Food control 37 (2014) 305-314.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.052>.
- Neri, L., M. Giancaterino, R. Rocchi, U. Tylewicz, L. Valbonetti, M. Faieta, dan P. Pittia. 2021. Pulsed electric fields (PEF) as hot airdrying pre-treatment: Effect on quality and functional properties of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal ScienceDirect., 67: 1-9.
- Oliu G O, Serrano I O, Fortuny R S and Belloso O M. 2009. Effect of high-intensity pulsed electric field processing conditions on lycopene, vitamin C and antioxidant capacity of watermelon juice. Food Chemistry 115 (2009) 1312–1319.
- O'Dowd L P, Joshua M. Arimi, Francesco Noci, Denis A. Cronin, James G. Lyng. 2013. An assessment of the effect of pulsed electrical fields on tenderness and selected quality attributes of post rigour beef muscle. Meat Science 93 (2013) 303–309.
- Serlina, Wahidah, Dahlia. 2022. Performa benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara pada tingkat

- kepadatan yang berbeda dengan media biofilter. *Agrokompleks* Vol. 22 No.2. Edisi Juli. 2022. <https://ppnp.e-journal/agrokompleks>. DOI 10.51978/japp.v22i2.459.
- Sitzmann W, Vorobiev E, Lebovka N. 2016. Applications of electricity and specifically pulsed electric fields in food processing: Historical backgrounds. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 37 (2016) 302-311. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2016.09.021>
- Sun Q, Xinxin Zhao, Chao Zhang, Xiufang Xia, Fangda Sun and Baohua Kong. 2019. Ultrasound-assisted immersion freezing accelerates the freezing process and improves the quality of common carp (*Cyprinus carpio*) at different power levels. *LWT-Food Science and Technology* 108 (2019) 106-112. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.042>.
- Suwandy A, Alan Carne, Remy van de Ven, Alaa El-Din A. Bekhit and David L. Hopkins. 2015. Effect of pulsed electric field treatment on hot-boned muscles of different potential tenderness. *Meat Science* 105 (2015) 25–31.
- Toepfl S, Claudia Siemer, Guillermo Saldan~a-Navarro, Volker Heinz. 2014. Overview of Pulsed Electric Fields Processing for Food. *Deutsches Institut fu`r Lebensmitteltechnik e.V., Quakenbrueck, Germany. Emerging Technologies for Food Processing*. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-411479-1.00006-1>.
- Vega-Mercado, H., M. Marcela Gongora-Nieto, Gustavo V. Barbosa-Canovas, Barry G. Swanson. 2007. Pulsed Electric Fields in Food Preservation. *Handbook of Food Preservation, Second Edition*. by Taylor & Francis Group, LLC.
- Wan J, Coventry J, Swiergon P, Sanguansri P and Versteeg C. 2009. Advances in innovative processing technology for microbial inactivation an enhancement of food savety-Pulsed electric field and low-temperature plasma. *Trends in Food Science & Technology* 20 (2009). 414-424 pp.
- Wang M S, Wang L H, Bekhit A E A, Yang J, Hou Z P, Wang Y Z, Dai Q Z and Zeng X A. 2018. A review of sublethal effect of pulsed electric field on cell in food processing.. *Journal of Food Engineering*. 223 (2018) 32-41