

Volume 7, Nomor 2, Juni 2018

ISSN 2301-9794

# JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA

Diterbitkan Oleh:  
Program Studi Pendidikan Fisika  
FKIP Universitas Jember

JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA

Vol. 7, No. 2, Juni 2018

<b>JPF</b>	Vol 7	Nomor 2	Halaman 116-216	Jember Juni 2018	ISSN 2301-9794
------------	-------	---------	--------------------	---------------------	-------------------

**JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA (JPF)**

Terbit empat kali setahun pada bulan Juni, September, Desember, Maret. Berisi artikel yang diangkat dari hasil penelitian dan non penelitian bidang Fisika dan Pembelajaran Fisika

**Ketua Penyunting**

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

**Wakil Ketua Penyunting**

Rif'ati Dina Handayani, S.Pd, M.Si  
Sri Wahyuni, S.Pd, M.Pd

**Penyunting Pelaksana**

Drs. Sri Handono Budi Prastowo, M.Si  
Dra. Tjiptaning Suprihati, M.S  
Drs. Subiki, M.Kes  
Dra. Sri Astutik, M.Si  
Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si  
Drs. Bambang Supriadi, M.Sc  
Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si  
Drs. Alex Hariyanto, G.Dip.Sc  
Supeno, S.Pd, M.Si

**Tata Letak**

Drs. Maryani  
Pramudya Dwi Aristya Putra, S.Pd.,M.Pd.  
Rayendra Wahyu Bachtiar, S.Pd.,M.Pd.

**Penyunting Ahli**

Prof. Dr. Sutarto, M.Pd  
Prof. Dr. Lambang Subagyo, M.Sc (Unmul)  
Dr. Indrawati, M.Pd  
Dr. Yushardi, S.Si, M.Si  
Dr. I Ketut Mahardika, M.Si  
Dr. Sudarti, M.Kes

**Pelaksana Administrasi**

Emi Midiawati, S.Si

**Alamat Penyunting dan Tata Usaha:** Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA Gedung III FKIP Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121, Telp. 0331-334988, 330738, fax: 0331-334988.

Website: [www.jpf.fkip.unej.org](http://www.jpf.fkip.unej.org); Email: [jpfkip@gmail.com](mailto:jpfkip@gmail.com)

**Jurnal Pembelajaran Fisika (JPF)**, diterbitkan sejak Juni 2012.

Diterbitkan oleh Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember



- Analisis Medan Magnet Elf Terhadap Nilai pH Ikan dalam Proses Pengawetan 116 - 122  
Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*)
- Pembelajaran Fisika Fluida Statis dengan Model *Project Based Learning* Disertai 123 -128  
Mind Map di MAN 1 Jember
- Pengaruh Guided Inquiry Berbantuan *Phet Simulations* Terhadap Hasil Belajar 129 -134  
Siswa SMA pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi
- Upaya Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Fisika Melalui Model 135 -140  
Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share (TPS) Pada Siswa Kelas XI IPA  
3 di SMAN 3 Jember
- Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Rangkaian Arus Bolak-Balik 141 -146  
Menggunakan *Four-Tier Test* di SMA
- Identifikasi Miskonsepsi Siswa Menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test* pada 147 -153  
Materi Optik Geometri
- Kemampuan Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Unfisika Berdasarkan 154 -161  
Tahapan Model Ideal pada Materi Listrik Statis
- Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Fluida Dinamis 162 -167  
Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler Di  
SMA Kelas XI 168 -174
- Pengembangan E-Modul Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan 175 -180  
Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas XI
- Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis *Learning Cycle 5e* Pokok 181 -188  
Bahasan Getaran Harmonis untuk Siswa SMA
- Identifikasi Miskonsepsi Siswa Menggunakan *Four-Tier Diagnostic Test* pada 189 -195  
Materi Hukum Termodinamika di SMA Bondowoso
- Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMA pada Konsep 196 -201  
Termodinamika
- Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berupa Buku Berbasis *relating, 201 -209*  
*Experiencing, Applying, Cooperating, And Transferring* pada Pembelajaran  
Fisika di SMA
- Analysis Of High School Students' Misconception In Energy Using Ordered And 210 -216  
Reasoning Multiple Choice

**ANALISIS MEDAN MAGNET ELF TERHADAP NILAI pH IKAN DALAM  
PROSES PENGAWETAN IKAN BANDENG (*Chanos chanos*)**

<sup>1)</sup>Nurhasanah, <sup>1)</sup>Sudarti, <sup>1)</sup>Bambang Supriadi  
Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember  
[nurnda05@gmail.com](mailto:nurnda05@gmail.com)

**Abstract**

*The ELF (Extremely Low Frequency) magnetic field is a spectrum of electromagnetic waves that located at frequencies less than 300 Hz and classified as non ionizing radiation. The ELF magnetic field is utilized in many case, one of them in the case of food, it is because the magnetic field can be applied to inactivate pathogenic microorganisms that cause food easily damaged or rotten. One of the factors in food that can be a reference related to microbial growth is pH (Hydrogen potential). This study aims to determine the effect of ELF magnetic field exposure in the preservation of milkfish to the pH value. This study involved 21 samples of fresh milkfish, with the selection of control and experiment class. The experimental sample was exposed to an ELF magnetic field with an intensity of 730.56  $\mu\text{T}$  and 877.37  $\mu\text{T}$  with exposure time of 2 x 30 and 2 x 45 minutes. pH measurement using pH meter. The result of this research is ELF magnetic field exposure affects the pH value of milkfish, which can inhibit the increment of pH value. The effective dose in inhibiting pH value is ELF magnetic field exposure with 730.56  $\mu\text{T}$  during 2 x 30 minutes.*

**Keywords:** *Magnetic Field Extremely Low Frequency (ELF), Preservation, Milkfish*

## PENDAHULUAN

Manusia dan sistem biologi lainnya secara terus menerus terpapar medan elektromagnetik alami. Ada banyak laporan yang menunjukkan perubahan dalam sistem biologi disebabkan oleh medan magnet ELF (*Extremely Low Frequency*). Medan magnet ELF memiliki efek biologis yang mengakibatkan tingkat pertumbuhan sel yang berubah (Yan *et al.*, 2010). Teori utama tentang efek biologis dari medan magnet didasarkan pada kemungkinan adanya efek permeabilitas pada saluran ion yang terdapat di membran. Hal ini memberikan dampak terhadap pertumbuhan sel yang menyebabkan adanya perubahan biologis pada organisme (Grubner, 2011:115).

Enam strain bakteri, tiga Gram-negatif dan tiga Gram positif dikenai 50 Hz, 0,5 mT ELF-EMF (*Extremely Low Frequency-ElectroMagnetic Field*) selama 6 jam. Hasilnya terjadi penurunan tingkat pertumbuhan dibandingkan dengan sampel kontrol diamati untuk semua strain selama aplikasi ELF-EMF (Inhan-Garip *et al.*, 2011). Penelitian Ahmed *et al.* (2013) menunjukkan, bahwa Medan magnet ELF dengan paparan 0.5 mT-2.5 mT selama 90 menit menurunkan unit pembentuk koloni pada bakteri *Staphylococcus Aureus*. Penerapan medan magnet ELF dengan 1 mT, 50 Hz selama 48 jam mereduksi biofilm *P. aeruginosa*, dan *S. epidermidis* sekitar 50% dibandingkan dengan kondisi normal (Karaguler *et al.*, 2017). Pemaparan medan magnet ELF dengan intensitas 10 mT, 50 Hz selama kurang dari 30 menit menurunkan unit pembentuk koloni pada *Escherichia coli*, *Leclercia adecarboxylata* and *Staphylococcus aureus* (Fojt *et al.*, 2004).

Medan magnet ELF banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang pangan hal ini dikaitkan dengan efek dari medan magnet ELF yang dapat menginaktivasi bakteri. Berdasarkan penelitian Sari *et al.* (2012),

teknologi medan magnet dapat diaplikasikan untuk menginaktivasi mikroorganisme patogen yakni penurunan mikroba sebanyak 99,45% dalam proses pengawetan sari buah apel (*Mallus sylvestris Mill*). Selain itu medan magnet ELF dengan intensitas 646.7  $\mu$ T dengan lama paparan 30 menit dapat menurunkan populasi *Salmonella Typhimurium* pada makanan Gado-Gado. Dengan presentase penurunan populasi sebesar 56% pada bumbu Gado-gado, dan 17% pada sayurannya (Sudarti, 2016).

Penelitian Ridawati (2017) menunjukkan bahwa medan magnet ELF dengan intensitas 300  $\mu$ T Meningkatkan nilai pH susu fermentasi sehingga memperpanjang masa kadaluarsa susu fermentasi. Medan magnet ELF 300  $\mu$ T dan 500  $\mu$ T selama 30 menit mampu mempertahankan derajat keasaman (pH) pada buah tomat (Ma'rufiyanti *et al.*, 2014).

Kandungan air pada ikan yang cukup tinggi menjadi media bagi bakteri atau mikroorganisme tumbuh dengan baik, sehingga ikan dengan cepat mengalami pembusukan. Salah satu ikan yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia untuk dijadikan santapan yakni ikan bandeng. Namun Berdasarkan penelitian Rofik dan Rita (2012), ikan bandeng akan mengalami kerusakan apabila dibiarkan selama 12 jam pada suhu ruang. Mudahnya kerusakan ikan bandeng menjadi kendala bagi masyarakat maupun para penjual ikan di pasaran, perlu adanya upaya untuk mengawetkan ikan sehingga dapat mempertahankan kesegarannya secara lebih lama. Banyak metode atau teknik pengawetan yang dilakukan untuk memperpanjang daya simpan ikan bandeng, Mulai dari pemindangan (Kristianto *et al.*, 2017), perendaman (Florensia *et al.*, 2012), pengasapan (Rasydta dan Sunardto, 2015) sampai menggunakan bahan berbahaya seperti formalin. Metode-metode pengawetan tersebut termasuk dalam metode thermal



dimana metode pengawetan thermal dapat menurunkan kualitas dari makanan.

Medan magnet ELF dapat menjadi suatu alat yang berguna untuk menghambat suatu mikroorganisme. Dimana kelebihanya dibandingkan metode pengawetan makanan lainnya yakni efek yang ditimbulkan oleh pengawetan metode ini sangat kecil dan menghindari atau mengurangi perubahan yang merugikan pada sifat sensorik dan fisik makanan.

Salah satu faktor pada pangan yang dapat menjadi acuan terkait dengan pertumbuhan mikroba adalah pH (*potensial Hidrogen*). pH merupakan suatu nilai yang menunjukkan keasaman atau kebasahan suatu material. Kebanyakan mikroba tumbuh baik pada pH sekitar netral, dan pH 4,6 – 7,0 merupakan kondisi optimum untuk pertumbuhan bakteri. Ikan merupakan salah satu pangan berasam rendah, dimana pangan ini mempunyai nilai pH 4,6 atau lebih. Pangan semacam ini harus mendapatkan perlakuan pengawetan secara hati-hati karena mudah mengalami kerusakan oleh bakteri, termasuk bakteri patogen yang berbahaya.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Intensitas Medan Magnet ELF terhadap nilai pH dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)”.

## METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratorium. Penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Fisika Lanjut dan Laboratorium Mikrobiologi FKIP Universitas Jember.

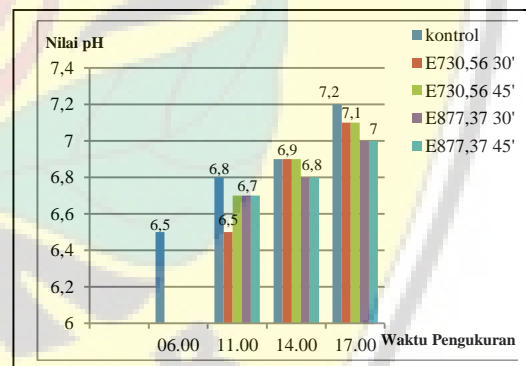
Prosedur penelitian ini yakni menyiapkan ikan bandeng sebanyak 21 sampel, Ikan bandeng dibagi menjadi 2 kelompok yaitu 5 sampel untuk kelompok kontrol dan 16 sampel untuk kelompok eksperimen, melakukan pengukuran pH kepada kelompok kontrol, memberikan perlakuan, yaitu pada kelompok eksperimen dengan dipapar medan magnet ELF sebesar

700 - 900  $\mu$ T selama 2 x 30 menit dan 2 x 45 menit, melakukan pengukuran pH pada kelompok kontrol dan eksperimen, melakukan analisa data, membahas hasil analisa data, menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

Nilai pH diukur menggunakan pH meter. Pengukuran nilai pH setelah pemaparan medan magnet ELF dilakukan pada jam 11.00, 14.00, dan 17.00. pengukuran dilakukan dengan 3 kali ulangan untuk setiap sampel. Metode analisis data yang digunakan yakni analisis deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh paparan Intensitas Medan Magnet ELF dalam rentang 700 - 900  $\mu$ T selama 2 x 30 menit dan 2 x 45 menit terhadap nilai pH ikan dalam Proses Pengawetan Ikan Bandeng. Data hasil pengukuran nilai pH ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. menunjukkan grafik terkait

Gambar 1. Grafik Nilai pH Ikan Bandeng Kelas Kontrol dan Eksperimen

pH ikan bandeng sampel kontrol dan sampel eksperimen. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa pH ikan bandeng mengalami kenaikan pada setiap waktu pengukuran. Secara umum, pH sampel kelas kontrol cenderung lebih tinggi dibandingkan pH kelas eksperimen. Pada waktu pengukuran jam 06.00 dimana ikan bandeng masih dalam kondisi segar pHnya

bernilai 6,5 setelah itu terus mengalami kenaikan hingga bernilai 7,2.

Pada kelas eksperimen secara umumnya memiliki selisih nilai pH yang cukup kecil jika dibandingkan antara satu dengan lainnya. Pada jam 11.00 sampel eksperimen E730,56  $\mu$ T dengan lama paparan 2 x 30 menit cenderung mengalami kenaikan pH yang lebih kecil dibandingkan sampel eksperimen yang lainnya hal ini dapat ditunjukkan pada jam ke 11 sampel eksperimen E730,56  $\mu$ T 30' memiliki pH 6,5 sedangkan sampel eksperimen lainnya bernilai 6,7.

Nilai pH kelompok kontrol cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai pH ke empat kelompok eksperimen hal ini menunjukkan adanya pengaruh medan magnet ELF terhadap pH dari ikan bandeng.

Medan magnet beresilasi mempengaruhi strain bakteri yang berbeda dalam fase lag pertumbuhannya (Fojt *et al.*, 2004). Fase lag merupakan fase dimana bakteri baru melakukan penyesuaian diri terhadap lingkungan baru yang ditempati. Fase ini bergantung dengan komposisi media, pH, suhu, aerasi, jumlah sel pada inokulum awal dan sifat fisiologis mikroorganisme. Setiap strains bakteri memiliki respons yang beragam pada intensitas, frekuensi, dan lama pemaparan yang berbeda dari medan magnet ELF (Bayir *et al.*, 2013).

Gobba dan Malagoli (2003) menyatakan medan magnet bertindak pada membran plasma melalui media interaksi yang mempengaruhi aktivitas enzim dan jalur sinyal transduksi. Aliran ion yang melalui saluran protein dipengaruhi oleh potensial listrik dan kimia pada membran sel yang mana akan terpengaruh apabila ditempatkan dalam lingkungan dengan daerah kelistrikan. Medan magnet ELF mengakibatkan perubahan biologis pada pertumbuhan sel (Yan *et al.*, 2010), sifat permukaan sel (Blank dan Soo, 2011) dan jumlah transkripsi RNA serta protein (Stange dan Rowland, 2002).

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa pH ikan bandeng mengalami kenaikan pada setiap waktu pengukuran. Hal ini telah kita ketahui bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka bakteri yang berkembang akan semakin banyak. Semakin lama penyimpanan maka akan semakin basa pH yang dihasilkan akibat semakin meningkatnya aktivitas mikroorganisme dan pada akhirnya mengakibatkan terjadinya pembusukan. Proses pembusukan akan diikuti dengan meningkatnya nilai pH dan keadaan ini berkorelasi dengan peningkatan pertumbuhan bakteri (Jay, 1978).

Kadar ATP dan glikogen yang terdapat dalam tubuh ikan bandeng mengalami penurunan. Penyebabnya yakni asam laktat yang terbentuk dari proses hidrolisa ATP relatif sedikit, sehingga hidrolisis ATP yang tersisa tidak mampu untuk menurunkan pH dan pH ikan bandeng secara perlahan akan cenderung basa (Widyasari, 2006).

pH ekstrim mempengaruhi struktur semua makromolekul. Ikatan hidrogen bersama untai DNA putus pada pH tinggi. Lipid dihidrolisis oleh pH sangat mendasar. Kekuatan motif proton untuk produksi ATP dalam respirasi seluler tergantung pada gradien konsentrasi  $H^+$  yang melintasi membran plasma. Jika ion  $H^+$  dinetralkan oleh ion hidroksida, gradien konsentrasi akan kolaps dan merusak produksi energi. Namun, komponen paling sensitif terhadap pH dalam sel adalah protein. Perubahan dalam pH memodifikasi fungsi gugus asam amino dan mengganggu ikatan hidrogen, yang pada gilirannya mendorong perubahan lipatan molekul, mempromosikan denaturasi dan menghancurkan aktivitas di dalamnya (Isnawati dan Trimulyono, 2018).

Penghambatan transposisi terjadi. Terdapat beberapa studi terkait efek medan magnet ELF pada transposisi, diketahui bahwa efek dari medan magnet ELF umumnya bergantung pada fisik dan biologi

parameter, termasuk karakteristik sinyal lapangan (frekuensi, amplitudo, bentuk gelombang, dll), durasi paparan, keadaan metabolik sel, genotip, maupun lama sel dibiarkan tumbuh sebelum, selama, dan setelah paparan (Re *et al.*, 2003). Beberapa target yang berbeda seperti ion, kompleks DNA protein diduga turut mempengaruhi atas interaksi sel dengan medan magnet ELF.

pH tiap sampel cenderung mengalami kenaikan tiap waktunya namun, kenaikan yang terjadi cukup kecil. Nilai pH kelompok kontrol cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai pH ke empat kelompok eksperimen hal ini menunjukkan adanya pengaruh medan magnet ELF terhadap pH dari ikan bandeng. Medan magnet ELF dapat menurunkan laju pertumbuhan bakteri, sehingga nilai pH pada sampel kontrol lebih tinggi dibandingkan sampel kelompok eksperimen. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa paparan medan magnet ELF mampu mempertahankan kenaikan nilai pH yang cukup kecil pada ikan bandeng.

#### SIMPULAN DAN SARAN

Paparan medan magnet ELF berpengaruh terhadap nilai pH ikan bandeng. Dosis efektif dalam menurunkan atau menghambat kenaikan nilai pH ikan bandeng adalah paparan medan magnet ELF sebesar 730,56  $\mu$ T selama 2 x 30 menit.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek paparan medan magnet ELF terhadap beberapa indikator lain pada makanan sehingga dapat menjadi referensi untuk mengetahui efek medan magnet ELF dalam pengawetan makanan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, I., Istivan T., dan Pirogova E. 2013. The Effect of Extremely Low Frequency (ELF) Pulsed Electromagnetic Field (PEMF) on Bacteria *Staphylococcus Aureus*. *EPJ Nonlinear Biomedical Physics*. 1-17.
- Bayir, E., Bilgi E., Sendemir U.A., dan Hames K.E. 2013. The Effects Of Different Intensities, Frequencies And Exposure Times of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields on The Growth of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 34(1): 8-14.
- Blank, M. dan Soo, L. 2011. Optimal Frequencies in Magnetic Field Acceleration of Cytochrome Oxidase and Na, K-ATPase Reactions. *Bioelectrochemistry*. 53(3): 171-174.
- Fojt, L., Strasaka L., Veterll V., dan Smarda J. 2004. Comparison of The Low-Frequency Magnetic Field Effects on Bacteria *Escherichia Coli*, *Leclercia Adecarboxylata*, And *Staphylococcus Aureus*. *Bioelectrochemistry*. 63(1-2): 337- 341.
- Florensia, S., Dewi, P., dan Utami, N. R. 2012. Pengaruh Ekstrak Lengkuas pada Perendaman Ikan Bandeng terhadap Jumlah Bakteri. *Unnes Journal of Life Science*. 1(2).
- Gobba, F. dan Malagoli, D. 2003. Effects of 50 Hz Magnetic Fields on fMLPInduced Shape Changes in Invertebrate Immunocytes: The Role of Calcium Ion Channels. *Bioelectromagnetics*. 24(1): 347-354.
- Grubner, S. J. 2011. Peningkatan Proliferasi Kultur Sel Punca Mesenkim Asal Darah Tepi melalui Pemaparan Medan Magnet Disk Permanen 200 mT selama dua dan Empat Jam per Hari. *Thesis*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Inhan-Garip, A., Aksu B., Akan Z., Akakin D., Ozaydin A.N., dan San T. 2011. Effect of Extremely Low Frequency



- Electromagnetic Fields on Growth Rate and Morphology of Bacteria. *International Journal of Radiation Biology*. 87(12): 1155-1161.
- Isnawati dan Trimulyono G. 2018. Temperature range and degree of acidity growth of isolate of indigenous bacteria on fermented feed "fermege". *The 2nd International Joint Conference on Science and Technology (IJCST) 2017*. 012209.
- Jay, J.M. 1978. *Modern Food Microbiology second Ed*. Newyork: Wayne State University, D. Van Nastrand Co.
- Karaguler, T., Karahman, H., dan Tuter, M. 2017. Analyzing Effects of ELF Electromagnetic Fields on Removing Bacterial Biofilm. *Biocybernetics and biomedicalengineering*. 37(2): 336-340.
- Kristianto, Soetedjo, J.N.M., Arlene, A., dan Bisowarno, B. 2017. Kajian Awal Pengawetan Ikan Pindang Bandeng Dan Mojang Dengan Pengemasan Vakum di Desa Cukanggenteng. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 23(2).
- Ma'rufiyanti, P., Sudarti, Gani, A.A. 2014. Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300  $\mu$ T dan 500  $\mu$ T terhadap Perubahan Kadar Vitamin C dan Derajat Keasaman (pH) pada Buah Tomat. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 3(3): 278-284.
- Rasydta, H.P., Sunardto. 2015. Penggunaan Asap Cair Tempurung Kelapa Dalam Pengawetan Ikan Bandeng. *Unnes Journal of Life Science*. 4(1).
- Re, D.B., Garoia F., Mesirca P., Agostini C., Bersani F., Giorgi G. 2003. Extremely low frequency magnetic fields affect transposition activity in *Escherichia coli*. *Radiation Environment Biophysics*. 42(2): 113-118.
- Ridawati, S. 2017. Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Minuman Susu Fermentasi sebagai Indikator Kadaluarsa. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Rofik, S., dan Rita, D.W. 2012. Ekstrak Daun Api-Api (*Avecennia marina*) untuk Pembuatan Bioformalin sebagai Antibakteri Ikan Segar. *Prosiding SNST ke-3 Tahun 2012*. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Sari, E.K.N, Susilo B., dan Sumarlan, S.H., 2012. Proses Pengawetan Sari Buah Apel (*Mallus Sylvestris Mill*) Secara Non-Termal Berbasis Teknologi Oscillating Magneting Field (OMF). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(2): 78-87.
- Stange, B. & Rowland, R. 2002. ELF Magnetic Fields Increase Amino Acid Uptake Into *Vicia faba* L. Roots and Alter Ion Movement Across the Plasma Membrane. *Bioelectromagnetics*. 23 (3): 277-28.
- Sudarti. 2016. Utilization of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field is as Alternative Sterilization of *Salmonella typhimurium* In Gado-Gado. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. (9): 317 – 322.

Yan, J., Dong, L., Zhang, B., dan Qi, N. 2010. Effects of Extremely Low Frequency Magnetic Field on Growth, Metabolism and Differentiation of Human Mesenchymal Stem Cells. *Electromagnetics Biology and Medicine*. 29 (4): 165-176.

Widyasari, R.A.H.E. 2006. Pengaruh Pengawetan Menggunakan Biji Picung (*Pangium edule Reinw*) Terhadap Kesegaran dan Keamanan Ikan Kembung Segar (*Rastrelliger brachysoma*). *Thesis*. Bogor: Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

