

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017**

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

**24 SEPTEMBER 2017**

**PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF)  
TERHADAP pH SUSU FERMENTASI**

**Safda Ridawati**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

[safdarida@gmail.com](mailto:safdarida@gmail.com)

**Sudarti**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

[dr.sudarti\\_unej@yahoo.com](mailto:dr.sudarti_unej@yahoo.com)

**Yushardi**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERSITAS JEMBER

[yus\\_agk@yahoo.com](mailto:yus_agk@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Medan magnet ELF merupakan spektrum gelombang elektromagnetik yang berada pada frekuensi kurang dari 300 Hz dan tergolong sebagai *non ionizing radiation*. Medan magnet ELF dimanfaatkan dalam berbagai bidang salah satunya dalam bidang pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan medan magnet ELF pada susu fermentasi berdasarkan nilai pH sebelum dan saat masa kadaluarsa susu fermentasi. Penelitian ini melibatkan 7 sampel susu fermentasi, dengan pemilihan kelas kontrol dan eksperimen. Sampel eksperimen diberi paparan medan magnet ELF dengan intensitas sebesar 100  $\mu\text{T}$  dan 300  $\mu\text{T}$  dengan lama paparan selama 5', 15' dan 25'. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sampel sebelum kadaluarsa untuk kelas kontrol mempunyai pH 3,87, saat kadaluarsa mempunyai pH 3,8. Sampel sebelum kadaluarsa untuk kelas eksperimen 100  $\mu\text{T}$  selama 5' mempunyai pH 4,03, selama 15' mempunyai pH 4,02, selama 25' mempunyai pH 4,01. Paparan medan magnet ELF sebesar 300  $\mu\text{T}$  5' mempunyai pH 4,03, selama 15' mempunyai pH 4, selama 25' mempunyai pH 4,02. Untuk sampel saat kadaluarsa untuk kelas eksperimen 100  $\mu\text{T}$  selama 5' mempunyai pH 3,77, selama 15' mempunyai pH 3,84, selama 25' mempunyai pH 3,93. Paparan medan magnet ELF sebesar 300  $\mu\text{T}$  selama 5' mempunyai pH 3,97, 15' mempunyai pH 3,95, selama 25' mempunyai pH 3,91.

**Kata kunci:** *Extremely Low Frequency (ELF), magnetic field, fermented milk*

**PENDAHULUAN**

Seiring perkembangan zaman, pemanfaatan peralatan berenergi listrik dalam kehidupan manusia semakin meningkat sehingga menyebabkan paparan medan magnet dan medan listrik terhadap manusia tidak dapat dihindari lagi. Oleh karena itu, pemanfaatan peralatan listrik berdampak pada peningkatan intensitas paparan medan magnet dan medan listrik di lingkungan. Medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* mudah didapat dan ada di sekitar kita di setiap aliran arus listrik (Baafai, 2004).

Medan magnet *Extremely Low Frequency (ELF)* yang sering dianggap negatif ternyata bermanfaat. Medan magnet ELF telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang salah satunya dalam bidang pangan. Beberapa penelitian terkait yaitu Sari, dkk (2012) menyatakan bahwa teknologi medan magnet dapat diaplikasikan untuk menginaktivasi mikroorganisme patogen pada makanan yaitu penurunan mikroba sebanyak 99,45% pada proses pengawetan sari buah apel (*Mallus sylvestris Mill*). Penelitian yang dilakukan oleh Sudarti dan Prihandono (2014) menyatakan paparan medan magnet ELF sebesar 645,7  $\mu\text{T}$  selama 30 menit dapat menghambat

## SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

prevalensi *Salmonella typhimurium* pada bumbu gado-gado sebanyak 36,37%. Paparan medan magnet ELF sebesar 500  $\mu T$  selama 90 menit dapat mempertahankan kadar vitamin C buah tomat, sedangkan paparan medan magnet ELF sebesar 300  $\mu T$  dan 500  $\mu T$  selama 10 menit, 50 menit, dan 90 menit dapat mempertahankan pH buah tomat (Ma'rufiyanti, 2014:54).

Meningkatnya pemanfaatan medan magnet ELF dalam bidang pangan disebabkan oleh karakteristik dari medan magnet ELF itu sendiri. Adapun karakteristik dari medan magnet ELF adalah memiliki frekuensi di bawah 300 Hz (Sudarti *et al.*, 2014), bersifat *non-ionizing*, non-termal dan tak terhalangi (Garip *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, pemanfaatan medan magnet ELF pada bidang pangan telah banyak dilakukan. Salah satu bentuk pangan yang sering dikonsumsi yaitu susu.

Susu merupakan salah satu makanan pelengkap empat sehat lima sempurna. Susu dapat dikonsumsi dalam bentuk susu cair, maupun produk susu non-cair. Produk susu cair yang banyak dipasarkan adalah susu pasteurisasi, susu steril dan susu fermentasi cair sedangkan produk susu non-cair adalah keju, mentega, es krim. Jenis produk susu yang mengalami proses fermentasi seperti yogurt, kefir, mentega berkultur, krim berkultur, keju berkultur, yakult, dan beberapa produk susu tradisional. Produk susu fermentasi sudah semakin berkembang dan variasi produk tersebut semakin beragam, yaitu susu fermentasi dengan komersial bakteri yang tergolong bakteri probiotik.

Bakteri probiotik yang terdapat dalam susu fermentasi mempunyai banyak manfaat, salah satunya bakteri *Lactobacillus casei* karena dapat membantu memperlancar sistem pencernaan manusia. Berdasarkan hasil penelitian Parameswari *et al.*, (2011) bakteri probiotik *Lactobacillus paracasei* dan *B. longum* memberikan efek positif dalam menghambat *Streptococcus mutans* yang biasanya ditemukan pada saliva rongga mulut manusia. Namun kelemahan susu fermentasi yaitu masa simpan yang relatif singkat. Pendugaan umur simpan minuman susu fermentasi dapat dilakukan dengan mengidentifikasi tanda-tanda penurunan mutu atau kerusakan yang mungkin terjadi selama penyimpanan. Hal ini ditandai oleh adanya perubahan warna, aroma, flavour, dan nilai gizi. Untuk mengetahui kelayakan tersebut tidak mungkin

dilakukan hanya dengan menggunakan alat indera yang bersifat kualitatif semata, namun juga diperlukan analisis yang lebih mendalam seperti faktor fisik, kimia dan mikrobiologis yang dapat diuji secara kuantitatif. Sifat fisik merupakan salah satu kriteria penentuan kualitas dan keamanan susu fermentasi.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait susu fermentasi. Menurut Casarotti *et al.*, (2014) untuk mengetahui masa simpan dan meningkatkan keamanan produk pangan dapat dipengaruhi oleh senyawa-senyawa yang dihasilkan bakteri asam laktat selama proses fermentasi. Shah (2000) mengemukakan bahwa viabilitas bakteri probiotik menurun dalam produk fermentasi dari waktu ke waktu karena keasaman produk hasil aktivitas Bakteri Asam Laktat yang menghidrolisis laktosa di dalam susu menjadi berbagai macam senyawa karbohidrat lebih sederhana sehingga mengakibatkan penurunan pH dan peningkatan kadar asam dalam produk susu fermentasi (Afriani, 2010), suhu penyimpanan, lama penyimpanan, dan kekurangan nutrisi yang menyebabkan produk-produk tersebut memiliki umur simpan yang terbatas. Penelitian yang dilakukan oleh Manab (2008) tentang kajian sifat fisik yogurt selama penyimpanan pada suhu 4°C, menyimpulkan bahwa pH yogurt sampai hari ke-6 mengalami sedikit penurunan, dan hari ke-6 sampai hari ke-30 pH cenderung stabil.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap perubahan pH minuman susu fermentasi. Oleh karena itu, peneliti bermaksud melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Paparan Medan Magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) Terhadap pH Minuman Susu Fermentasi”

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah: Apakah paparan medan magnet ELF 100  $\mu T$  dan 300  $\mu T$  berpengaruh terhadap perubahan pH pada susu fermentasi? Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF 100  $\mu T$  dan 300  $\mu T$  terhadap perubahan pH pada susu fermentasi.

## METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen laboratorium dengan rancangan penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017**

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

**24 SEPTEMBER 2017**

satu faktor dan 7 perlakuan, dimana setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan.

Pada penelitian ini kelompok eksperimen atau perlakuan medan magnet ELF yang digunakan adalah (1) input sumber tegangan PLN 220 Vol, kuat Arus 5 A, dan frekuensi 50 Hz, dengan tegangan terpakai 7 volt dan kuat arus 125 A dan 700 A, (2) intensitas paparan medan magnet ELF yang digunakan ini sebesar 100  $\mu$ T dan 300  $\mu$ T dan (3) durasi (lama paparan) paparan dalam penelitian ini antara lain 5 menit, 15 menit dan 25 menit. Kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak dipapar medan magnet ELF.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2017 di Laboratorium Pendidikan Fisika Lanjut untuk pemaparan susu fermentasi, dan Laboratorium Biokimia Universitas Jember untuk pengujian pH susu fermentasi. Untuk penyimpanan susu fermentasi dengan suhu  $\leq 10^0$ . Untuk pengambilan data awal yaitu H-5 sebelum masa kadaluarsa.

Bahan yang dibutuhkan yaitu sampel susu fermentasi menggunakan yakult, dan tissue. Adapun untuk uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH-meter dengan cara mencelupkan pH-meter ke dalam sampel susu fermentasi yang telah siap diuji derajat keasamannya (pH) dan nilai pH susu fermentasi dapat dibaca langsung pada alat pH-meter.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari hasil pengamatan pengaruh paparan medan magnet ELF 100  $\mu$ T dan 300  $\mu$ T terhadap pH baik kelompok kontrol maupun eksperimen dengan lama paparan 5 menit, 15 menit dan 25 menit tersaji dalam tabel 1. berikut:

**Tabel 1. Data pengaruh medan magnet ELF terhadap pH susu fermentasi**

<b>Kelompok Kontrol</b>	<b>sebelum kadaluarsa</b>	3,87	3,87
		3,87	
		3,88	
	<b>Saat kadaluarsa</b>	3,8	3,8
		3,8	
		3,8	
<b>Eksperimen 100 (5')</b>	<b>sebelum kadaluarsa</b>	4,03	4,03
		4,03	
		4,03	

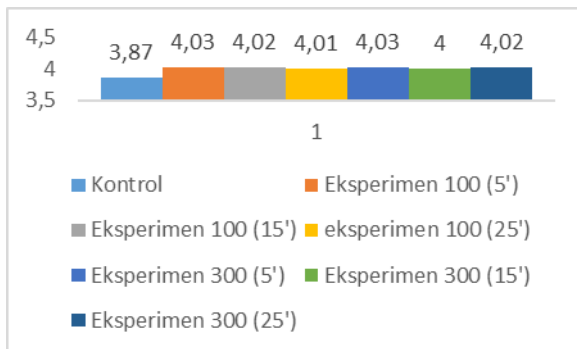
	<b>saat kadaluarsa</b>	3,77	3,77
		3,77	
		3,77	
<b>Eksperimen 100 (15')</b>	<b>sebelum kadaluarsa</b>	4,02	4,02
		4,02	
		4,02	
	<b>saat kadaluarsa</b>	3,84	3,84
		3,84	
		3,84	
<b>Eksperimen 100 (25')</b>	<b>sebelum kadaluarsa</b>	4,01	4,01
		4,01	
		4,01	
	<b>saat kadaluarsa</b>	3,93	3,93
		3,93	
		3,93	
<b>Eksperimen 300 (5')</b>	<b>sebelum kadaluarsa</b>	4,07	4,03
		4,08	
		4,07	
	<b>saat kadaluarsa</b>	3,97	3,97
		3,97	
		3,97	
<b>Eksperimen 300 (15')</b>	<b>sebelum kadaluarsa</b>	4	4
		4	
		4	
	<b>saat kadaluarsa</b>	3,95	3,95
		3,95	
		3,95	
<b>Eksperimen 300 (25')</b>	<b>sebelum kadaluarsa</b>	4,02	4,02
		4,02	
		4,01	
	<b>saat kadaluarsa</b>	3,91	3,91
		3,91	
		3,91	

Selanjutnya hasil analisis tiap pengukuran tersebut digambarkan dalam bentuk diagram (gambar 1) berikut:

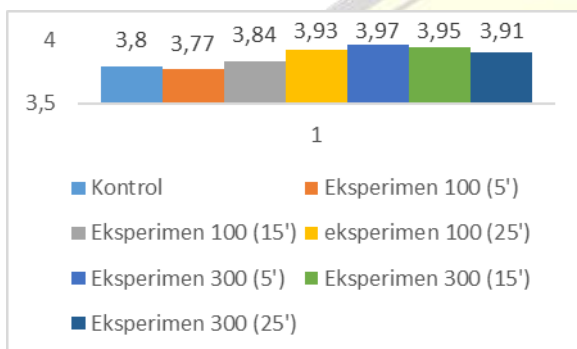
## SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017



**Gambar 1. Diagram pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap pH sebelum kadaluarsa**



**Gambar 2. Diagram pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap pH saat kadaluarsa**

Berdasarkan gambar 1 susu fermentasi sebelum kadaluarsa untuk kontrol mempunyai pH 3,87. Untuk kelompok eksperimen  $100\mu\text{T}$  dan  $300\mu\text{T}$  susu fermentasi sebelum kadaluarsa mempunyai pH diatas kontrol. Kelompok eksperimen sebelum kadaluarsa nilai pH stabil, berkisar rentang 4,00-4,03. pH tertinggi pada eksperimen  $100\mu\text{T}$  selama 5'. Nilai pH terendah dari susu frementasi yaitu pada eksperimen  $300\mu\text{T}$  selama 15'

Berdasarkan gambar 2, pH susu fermentasi baik kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen mengalami penurunan, karena sifat dari pertumbuhan bakteri. pH pada kelas kontrol yaitu 3,8. pH tertinggi pada saat susu kadaluarsa yaitu pada kelompok eksperimen  $300\mu\text{T}$  selama 5' yaitu 3,93. pH terendah pada saat susu kadaluarsa yaitu pada kelompok eksperimen  $100\mu\text{T}$  selama 5' yaitu 3,77. Pada saat kadaluarsa bakteri pada susu fermentasi mengalami dying.

Paparan medan magnet ELF pada bakteri susu fermentasi (*L.casei*) menyebabkan perubahan gerakan ion pada ekstraseluler yang melintasi membran sel sehingga paparan medan magnet meningkatkan percepatan pergerakan ion melalui daerah densitas fluks

magnetik. Bidang yang terpapar medan magnet akan menghasilkan kekuatan pada ion untuk bergerak dan secara aktif terikat pada saluran protein dan mempengaruhi kondisi pembukaan gerbang saluran.

Ion dalam sel yang dapat terpengaruh medan magnet pada pertumbuhan sel adalah ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Hal tersebut disebabkan ion  $\text{Ca}^{2+}$  tergolong bahan yang bersifat paramagnetik. Sifat dari suatu bahan paramagnetik adalah dapat terpengaruh oleh medan magnet (termagnetisasi). Bentuk pengaruh medan magnet terhadap bahan tersebut adalah spin elektron yang terdapat pada bahan tersebut yang mulanya acak menjadi terarah oleh medan magnet (Sutrisno dan Gie, 1979:108-109). Seperti kajian yang dilakukan oleh Gaafar *et al.* (2006), arus induksi yang timbul karena perubahan medan magnet ELF dapat menyebabkan perubahan kecepatan gerakan ion  $\text{Ca}^{2+}$  ekstraseluler melewati membran sel (Albert *et al.*, 2002). Sehingga, apabila kebutuhan ion  $\text{Ca}^{2+}$  cepat terpenuhi dan sesuai dengan kebutuhan sel maka proses pertumbuhan sel akan semakin cepat dan jumlah bakteri semakin banyak.

Nilai pH susu fermentasi dapat dihubungkan dengan jumlah bakteri *L.casei* dan jumlah produksi asam oleh bakteri tersebut selama proses pengubahan glukosa menjadi asam laktat. Jadi, semakin banyak jumlah bakteri *L.casei* maka produksi asam laktat akan semakin banyak.  $\text{H}^+$  yang dilepaskan selama proses pembentukan asam laktat tersebut juga semakin banyak. Dengan begitu, susu fermentasi akan semakin asam dan pH susu akan semakin menurun (Khotimah, 2014).

Asam terdiri dari asam kuat yang banyak menghasilkan banyak ion serta asam lemah yang menghasilkan sedikit ion. Seperti yang dijelaskan diatas, dimana semakin asam suatu larutan maka makin kecil nilai pH-nya, begitu juga sebaliknya semakin lemah tingkat keasaman suatu larutan maka pH-nya makin besar.

### PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: paparan medan magnet ELF intensitas  $100\mu\text{T}$  dan  $300\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap perubahan pH pada susu fermentasi. Pada susu fermentasi sebelum kadaluarsa untuk kontrol mempunyai pH 3,87. Untuk kelompok eksperimen  $100\mu\text{T}$  dan  $300\mu\text{T}$  susu fermentasi sebelum

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017**

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

**24 SEPTEMBER 2017**

kadaluarsa mempunyai pH diatas kontrol. pH tertinggi pada eksperimen 100 $\mu$ T selama 5'. Nilai pH terendah dari susu frementasi yaitu pada eksperimen 300 $\mu$ T selama 15'

pH pada kelas kontrol pada saat susu kadaluarsa yaitu 3,8. pH tertinggi pada saat susu kadaluarsa yaitu pada kelompok eksperimen 300 $\mu$ T selama 5' yaitu 3,93. pH terendah pada saat susu kadaluarsa yaitu pada kelompok eksperimen 100 $\mu$ T selama 5' yaitu 3,77.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- 1) Hendaknya paparan medan magnet ELF lebih lama agar dapat memberikan pengaruh yang signifikan pada sampel yang diuji.
- 2) Untuk selanjutnya diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut agar dapat memperpanjang umur simpan susu fermentasi akibat paparan medan magnet ELF.

**Daftar Pustaka**

- Afriani., 2009. *Pengaruh Penggunaan Starter Bakteri Asam Laktat Lactobacillus plantarum dan Lactobacillus fermentum terhadap Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Asam dan Nilai pH Dadih Susu Sapi*. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan 8(6): 279-285
- Albert *et al.*, 2002. *Biologi Molekuler Sel*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka
- Baafai, U. S. 2004. *Sistem Tenaga Listrik: Polusi dan Pengaruh Medan Elektromagnetik terhadap Kesehatan Masyarakat. Pidato Pengukuhan*. Sumatera Utara: PIDATO Disampaikan pada waktu Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara
- Casarotti, S.N., Monteiro, D.A., Moretti, M.M.S., Penna, A.L.B., 2014. *Influence of the combination of probiotic cultures during fermentation and storage of fermented milk*. Food Res Intern, 59:67-75
- Garip, Aksu, Akan, Akakin, Ozayn & San. 2011. Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Growth Rate and Morphology of Bacteria. *Int. J. Radiat. Biol*, 8 (1) 1-8.
- Lahtinen, O., Salminen & Wright. 2012. *Lactic Acid Bacteria*. New York: CRC Press
- Ma'rufiyanti, Putri. 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*”. Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Manab, Abdul. 2008. *Physical Properties of Yogurt During Storage 4<sup>o</sup> C*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak. Vol.3, No. 1:52-58
- Parameswari, A., Kuntari, S. dan Herawati. 2011. Daya Hambat Probiotik terhadap Pertumbuhan Streptococcus mutans [online]. <http://journal.unair.ac.id/filerPDF/Amandita%20Parameswari%20E-Journal.pdf>. Diakses tanggal [19 Maret 2017]
- Gaafar, hanafy, Tohamay & Ibrahim. 2006. Stimulation and Control of E. Coli by Using an Extremely Low Frequency Magnetic Field. *Romanian J. Biophysic*, 16 (4):283-296
- Khotimah, K. & Kusnadi, J. 2014. *Aktivitas Antibakteri Minuman Probiotik Sari Kurma (Phoenix dactylifera L.) Menggunakan Lactobacillus plantarum dan Lactobacillus casei*. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 2 (3):110-120
- Sari, *et al.* 2012. “Proses Pengawetan Sari Buah Apek (Mallus Sylvestris Mill) Secara Non-Termal Berbasis Teknologi Oscillating Magnetizing Field (OMF)”. *Jurnal Teknologi Pertanian* 13 (2):78-87.
- Sutrisno dan Gie, T.I. 1979. *Fisika Dasar 1: Listrik Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB
- Shah, N.P. 2000. *Probiotic Bacteria :Selective Enumeration and Survival in Dairy Foods*. Dairy Science. J. 5 : 515—521.
- Sudarti dan Prihandono. 2014. “*Potensi Genotoksik Medan Magnet ELF (extremely low frequency) terhadap Prevalensi Salmonella dalam Bahan Pangan untuk Meningkatkan Keamanan Pangan bagi Masyarakat*”. Jember: Universitas Jember