

# PENGARUH PAPARAN MEDAN MAGNET *EXTREMELY LOW FREQUENCY* (ELF) TERHADAP pH DAN DAYA HANTAR LISTRIK PADA PROSES FERMENTASI BASAH KOPI LIBERIKA (*Coffea liberica*) DENGAN PENAMBAHAN $\alpha$ -AMILASE

Nanda Rizky Fitriana Kanza<sup>1)</sup>, Sudarti<sup>1)</sup>, Maryani<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Nanda Rizky Fitriana Kanza  
E-mail : nandarizkyfitriankanza@gmail.com

Diterima 28 Oktober 2020, Direvisi 07 November 2020, Disetujui 08 November 2020

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) terhadap pH dan daya hantar listrik pada proses fermentasi basah kopi liberika dengan penambahan  $\alpha$ -amilase. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan randomized subjects post test only control group design. Pada penelitian ini terdapat 7 perlakuan yang terdiri dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang dipapar medan magnet ELF dengan variasi intensitas 300  $\mu$ T dan 400  $\mu$ T dan variasi lama paparan 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Pengambilan data dilakukan pada jam ke-24, jam ke-48, hari ke-3, hari ke-4, dan hari ke-5 setelah proses fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap pH dan daya hantar listrik pada proses fermentasi basah kopi liberika dengan penambahan  $\alpha$ -amilase yang ditunjukkan dengan bervariasinya grafik. Pengukuran kopi liberika dengan paparan medan magnet ELF intensitas 400  $\mu$ T selama 30 menit paling berpengaruh terhadap pH kopi liberika. Sedangkan, pengukuran kopi liberika dengan paparan medan magnet ELF intensitas 300  $\mu$ T selama 30 menit dan 90 menit paling berpengaruh terhadap daya hantar listrik kopi liberika yang telah difermentasi secara basah dengan penambahan  $\alpha$ -amilase.

**Kata kunci:** medan magnet ELF; pH; daya hantar listrik; fermentasi; kopi.

## ABSTRACT

The purpose of the research is to examine the effect of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field to pH and electrical conductivity in the wet fermentation process of liberica coffee with the addition of  $\alpha$ -amylase. Type of the research is an experimental research with randomized subjects post test only control group design. There is seven treatments consist of control group and experimental group exposed to ELF magnetic field with 300  $\mu$ T and 400  $\mu$ T intensity variation and for 30, 60, and 90 minutes for long variations. For hours 24, 48, day 3, day 4, and day 5, can make data retrieval after fermentation process. The result explain is effect of Extremely Low Frequency (ELF) magnetic field to pH and electrical conductivity in the wet fermentation process of liberica coffee with the addition of  $\alpha$ -amylase was take effect to indicated by the variation of the graph. The process ELF magnetic field with 400  $\mu$ T intensity for 30 minutes most influential on pH of liberica coffee. Meanwhile, the process ELF magnetic field with 300  $\mu$ T intensity for 30 and 90 minutes most influential on electrical conductivity of liberica coffee in the wet fermentation with the addition of  $\alpha$ -amylase.

**Keywords:** ELF magnetic field; pH; electrical conductivity; fermentation; coffee.

## PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi membuat penggunaan alat elektronik dalam kehidupan sehari-hari semakin meningkat. Setiap peralatan elektronik menghasilkan medan magnet ketika dialiri arus listrik. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang terdiri dari medan listrik dan medan magnet yang berisolasi dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain tanpa memerlukan media rambat. Radiasi yang

dipancarkan oleh gelombang elektromagnetik dikelompokkan berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya.

Gelombang elektromagnetik *Extremely Low Frequency* (ELF) adalah gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi sangat rendah yaitu antara 0 hingga 300 Hz (Muharromah *et al.*, 2018). Medan magnet dan medan listrik adalah komponen gelombang elektromagnetik yang memiliki karakteristik berbeda. Medan magnet mampu menembus

hampir semua material, sedangkan medan listrik tidak mampu melakukan hal tersebut (Sudarti *et al.*, 2018). Selain itu, medan magnet ELF bersifat tidak terhalangi. Medan magnet ELF yang mampu menembus hampir semua bahan memberikan efek tidak terjadinya proses ionisasi, sehingga medan magnet ELF termasuk radiasi bukan pengion. Energi medan magnet yang sangat kecil menghasilkan efek non termal pada target biologis, artinya tidak menyebabkan perubahan suhu ketika berinteraksi atau menginduksi sistem (Agustina *et al.*, 2018). Karakteristik inilah yang memungkinkan medan magnet memiliki manfaat yang sangat besar.

Penelitian dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik ELF dalam berbagai bidang mulai dilakukan, salah satunya dalam bidang pangan. Beberapa penelitian terkait dengan hal tersebut diantaranya Ridawati (2017) menyatakan, bahwa paparan medan magnet ELF dengan intensitas 300  $\mu\text{T}$  dan lama paparan 5 menit memberikan pengaruh terhadap nilai pH dan DHL pada susu fermentasi. Paparan medan magnet ELF dengan intensitas 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap perubahan jumlah mikroba dan pH pada proses fermentasi tape ketan (Sadidah *et al.*, 2015). Paparan medan magnet ELF intensitas 300  $\mu\text{T}$  dan 500  $\mu\text{T}$  dengan lama paparan 30 menit mampu mempertahankan pH pada buah tomat (Ma'rufiyanti *et al.*, 2014). Selain itu, Dewi (2019) menyebutkan paparan medan magnet ELF intensitas 100  $\mu\text{T}$  dan lama paparan 90 menit berpengaruh terhadap nilai pH dan DHL biji kakao kering pada proses fermentasi. Dengan adanya penelitian-penelitian tersebut, pengkajian tentang pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap peningkatan teknologi pengolahan pangan dapat dilakukan seperti pada proses fermentasi. Salah satu proses fermentasi terjadi pada biji kopi. Penanganan yang tepat pada kopi berpotensi dalam meningkatkan kualitas kopi (Sulistyaningtyas, 2017).

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan dan menjadi komoditi hasil perkebunan untuk diekspor karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Berbagai jenis kopi telah dibudidayakan di Indonesia, salah satunya adalah kopi liberika. Kopi liberika termasuk kopi yang kurang komersil di Indonesia karena variasi bentuk ukuran biji dan kualitas citarasa kopi yang tidak sebaik kopi arabika serta penyusutan bobot pascapanen yang cukup tinggi. Namun, kopi liberika mulai disukai karena citarasanya. Karakteristik rasa kopi liberika tidak sepahit kopi robusta, ada aroma nangka asam mirip kopi

arabika dan coklat (Prasetyo *et al.*, 2019). Kopi liberika juga disebut sebagai kopi nangka karena memiliki aroma seperti buah nangka ketika sudah diseduh.

Kopi memiliki banyak kandungan bakteri yang dapat digunakan dalam proses fermentasi. Proses fermentasi basah akan menghasilkan citarasa dan aroma yang lebih baik dari pengolahan kering yaitu menghilangkan rasa pahit, memberikan kekentalan, menimbulkan keasaman yang baik dan kesan mild pada seduhan kopi (Yusianto & Widyotomo, 2013). Fermentasi menggunakan bantuan mikroba akan menghasilkan kopi dengan citarasa dan aroma yang khas, tetapi fermentasi yang seperti ini tidak dapat berjalan secara optimal dalam proses pemecahan gula pada fermentasi kopi (Astutik, 2017). Solusi yang dapat membantu proses pemecahan pati pulp pada biji kopi adalah menambahkan enzim  $\alpha$ -amilase. Penambahan  $\alpha$ -amilase mampu bertindak sebagai katalis untuk menghidrolisis komponen pati pulp kopi, sehingga mengoptimalkan kerja mikroba selama fermentasi (Fauzi *et al.*, 2017).

Kopi berkaitan erat dengan tingkat keasaman (pH). Firdaus *et al.* (2018) menjelaskan, kopi dengan tingkat keasaman yang baik adalah kopi yang manis, enak, dan kesegarannya seperti buah segar saat baru diseruput. Dengan penambahan  $\alpha$ -amilase pada kopi akan memberikan pengaruh keasaman yang lebih baik.  $\alpha$ -amilase akan mengoptimalkan pemecahan karbohidrat pada kopi, sehingga bakteri asam laktat menjadi lebih cepat dalam menggunakan glukosa sebagai substrat. Hasil penelitian Fauzi *et al.* (2017) menyatakan, bahwa penambahan enzim  $\alpha$ -amilase pada fermentasi kopi luwak robusta artifisial berpengaruh pada peningkatan total asam tertitrasi yang terjadi karena pembentukan asam-asam organik hasil degradasi gula oleh mikroba.

Paparan medan magnet ELF dapat meningkatkan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase karena adanya perubahan kadar ion kalsium (Handoko *et al.*, 2017). Penelitian Afzal *et al.* (2012) menyatakan, bahwa paparan medan magnet 100 mT selama 3 menit pada biji marigold memberikan performa aktivitas  $\alpha$ -amilase maksimum. Perbaikan kualitas kopi liberika dengan menggunakan metode yang lebih unggul perlu dilakukan. Penggunaan paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) pada proses fermentasi basah kopi liberika dengan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase menggunakan intensitas dan lama paparan yang sesuai dapat menjadi alternatifnya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang dilakukan dengan cara membandingkan dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Desain penelitian yang digunakan adalah *randomized subjects post test only control group design* untuk mengetahui pengaruh dari beberapa perlakuan yang diberikan dengan melakukan pengulangan beberapa percobaan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kopi liberika yang diperoleh dari Kabupaten Banyuwangi, enzim  $\alpha$ -amilase, dan aquades. Penelitian diawali dengan persiapan pembuatan sampel. Pembuatan sampel dimulai dengan memetik buah kopi jenis liberika yang selanjutnya disortasi dengan tujuan untuk memisahkan buah dari kotoran, ranting daun, dan biji kopi yang cacat (Wulandari, 2016). Kopi liberika yang telah disortir kemudian dipulping agar diperoleh biji kopi liberika terbungkus kulit tanduk yang masih terdapat lendir. Lalu, biji kopi liberika yang telah dipulping dibagi secara rata ke dalam 7 bak yang berukuran diameter 21 cm dan tinggi 19,5 cm. Selanjutnya, biji kopi liberika difermentasi secara basah dengan penambahan aquades 0,5 liter/0,7 kg biji kopi dan enzim  $\alpha$ -amilase sebesar 10 ml/kg. Proses fermentasi dilakukan dengan lima variasi yaitu jam ke-24, jam ke-48, hari ke-3, hari ke-4, dan hari ke-5. Kopi liberika dibagi menjadi kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok kontrol tidak diberi perlakuan pemaparan medan magnet ELF, sedangkan kelompok eksperimen diberi perlakuan pemaparan medan magnet ELF yang terdiri dari enam perlakuan yaitu intensitas medan magnet ELF 300  $\mu$ T dan 400  $\mu$ T dengan masing-masing lama paparan 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Pada penelitian ini dilakukan lima kali pengulangan di setiap kelompok perlakuan. Sebelum pemaparan, sampel terlebih dahulu diukur pH dan daya hantar listrik awal kopi liberika. Setelah pemaparan, kopi liberika diukur pH dan daya hantar listriknya pada jam ke-24, jam ke-48, hari ke-3, hari ke-4, dan hari ke-5 setelah proses fermentasi. Pengukuran pH dan daya hantar listrik dilakukan dengan mengambil 20 ml cairan kopi per sampel.

Adapun sumber medan magnet ELF berupa CT (*Current Transformer*) untuk menghasilkan medan magnet ELF dengan sumber arus AC pada frekuensi 50 Hz dari PLN yang terdiri dari transformer tegangan, transformator arus masing-masing 100/5 A, 300/5 A, dan 600/5 A, pengatur tegangan, amperemeter, serta batang konduktor yang terbuat dari tembaga dengan diameter masing-masing 3 cm. Kemudian, EMF tester tipe Lutron

EMF-827 sebagai alat pengukur besar medan magnet yang dihasilkan dari alat CT.



Gambar 1. *Current Transformer*

Selain itu, untuk uji pH kopi liberika menggunakan pH meter yang sebelumnya telah dikalibrasi dengan buffer pH 7 dan uji daya hantar listrik kopi liberika menggunakan TDS & EC meter.

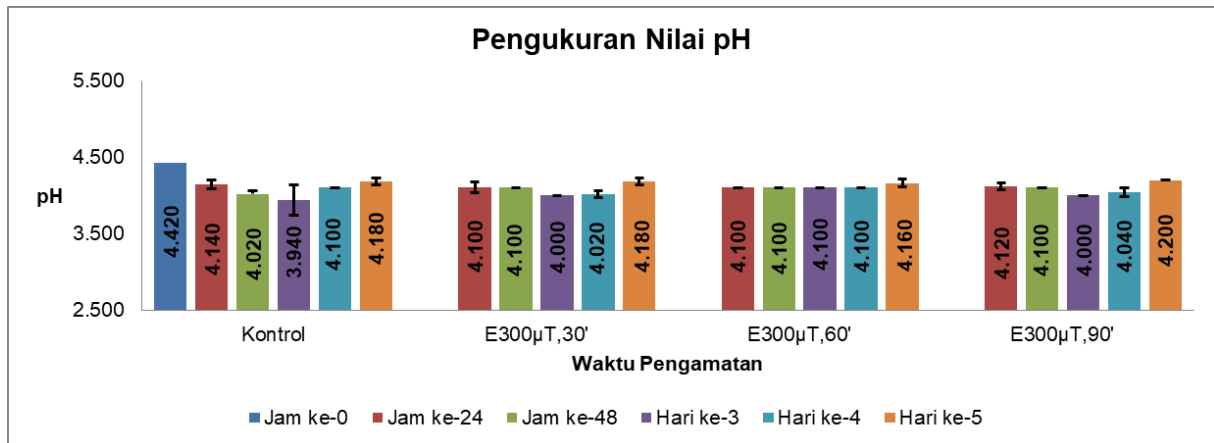
Teknik analisa data pada penelitian ini menggunakan SPSS 23 dengan uji *Independen sampel t-test – Mann Whitney* yang berfungsi untuk menguji ada atau tidak perbedaan rata-rata dari dua sampel yang tidak berpasangan. Kemudian, dilanjutkan dengan uji *Kruskal-Wallis* sebagai pengganti uji *One Way Anova* yang berfungsi untuk menguji ada atau tidak perbedaan dari tiga atau lebih sampel yang tidak berpasangan (Suyanto & Gio, 2017).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

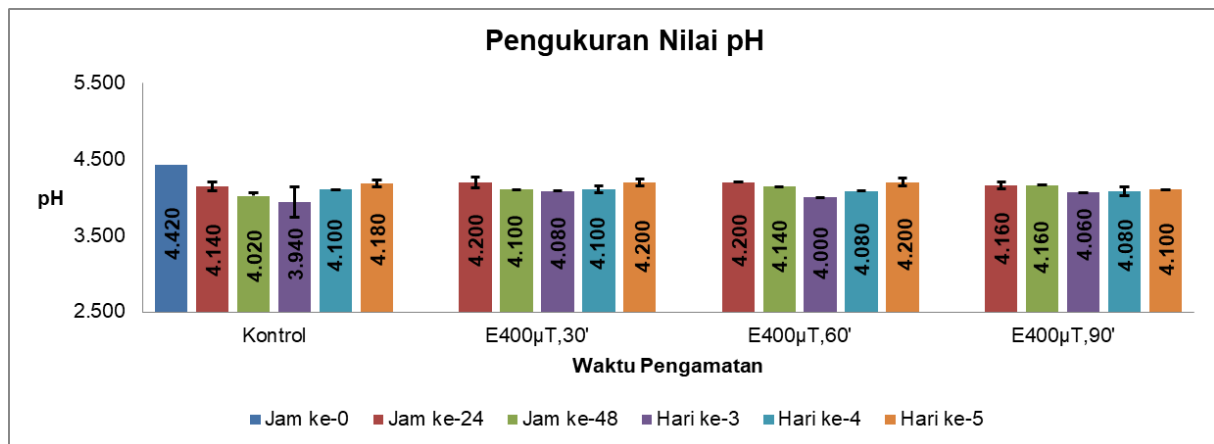
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh paparan medan magnet ELF terhadap pH dan daya hantar listrik pada proses fermentasi basah kopi liberika dengan penambahan  $\alpha$ -amilase. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium ELF Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember sebagai tempat pemaparan medan magnet ELF dan Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember sebagai tempat pengukuran pH dan daya hantar listrik dari sampel penelitian.

### pH Kopi Liberika

Pengukuran pH kopi liberika pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen diperoleh hasil yang berbeda antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang disebabkan karena perbedaan perlakuan pemaparan medan magnet ELF yang diberikan. Data pengukuran pH kopi liberika disajikan pada gambar berikut.



**Gambar 2.** Diagram Pengukuran Nilai pH Kopi Liberika Intensitas 300 µT



**Gambar 3.** Diagram Pengukuran Nilai pH Kopi Liberika Intensitas 400 µT

Berdasarkan gambar 2 dan 3, pH kopi liberika pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen memiliki bentuk grafik yang bervariasi. Pada jam ke-0 (sebelum pemaparan) pH memiliki nilai sebesar 4,420. Selanjutnya, pada kelompok kontrol yang lain yaitu jam ke-24 sampai hari ke-3 nilai pH mengalami penurunan, dan pada hari ke-4 menuju hari ke-5 mengalami peningkatan. Pada kelompok eksperimen, nilai pH yang berada di bawah kelompok kontrol terdapat pada kelompok eksperimen (300 µT,30'; 300 µT,60'; 300 µT,90'; 400 µT,60'; 400 µT,90'). Sedangkan, nilai pH ada yang berada di atas kelompok kontrol yaitu pada kelompok eksperimen dengan medan magnet ELF intensitas 400 µT dan lama paparan 30 menit. Peningkatan nilai pH kelompok eksperimen (400 µT, 30') dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan pada intensitas tersebut semuanya berada di atas kelompok kontrol yaitu pada kelompok eksperimen dengan medan magnet ELF intensitas 400 µT dan lama paparan 30 menit. Peningkatan nilai pH kelompok eksperimen (400 µT, 30') dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan pada intensitas tersebut semuanya berada di atas kelompok kontrol yaitu pada kelompok eksperimen dengan medan magnet ELF intensitas 400 µT dan lama paparan 30 menit. Peningkatan nilai pH kelompok eksperimen (400 µT, 30') dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan pada intensitas tersebut semuanya berada di atas kelompok kontrol yaitu pada kelompok eksperimen dengan medan magnet ELF intensitas 400 µT dan lama paparan 30 menit. Peningkatan nilai pH kelompok eksperimen (400 µT, 30') dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan pada intensitas tersebut semuanya berada di atas kelompok kontrol yaitu pada kelompok eksperimen dengan medan magnet ELF intensitas 400 µT dan lama paparan 30 menit.

Adanya peningkatan nilai pH pada kopi liberika terjadi karena paparan medan magnet ELF mempengaruhi pergerakan ion pada ekstraseluler yang melintasi membran sel,

sehingga paparan medan magnet meningkatkan percepatan pergerakan ion. 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 pada membran sel (Ridawati, 2017). Ion dalam sel yang terpengaruh oleh medan magnet pada pertumbuhan sel yaitu ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ). Ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) tergolong bahan yang bersifat paramagnetik, oleh karena itu ion kalsium dapat terpengaruh oleh medan magnet. Bentuk pengaruh medan magnet terhadap bahan tersebut yaitu spin elektron yang terdapat pada bahan yang mulanya acak menjadi terarah oleh medan magnet (Sutrisno & Gie, 1979). Kecepatan arah pergerakan ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) ekstraseluler yang melewati membran sel dapat berubah karena adanya arus induksi yang ditimbulkan oleh perubahan medan magnet. Sehingga, jika pemenuhan kebutuhan ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) terjaga sesuai dengan kebutuhan sel, maka akan mempercepat pertumbuhan sel dan bakteri menjadi semakin banyak. Sedangkan, jika ion kalsium ( $Ca^{2+}$ ) yang masuk ke dalam sel kurang atau lebih dari jumlah yang dibutuhkan oleh sel maka pertumbuhan sel akan terhambat bahkan

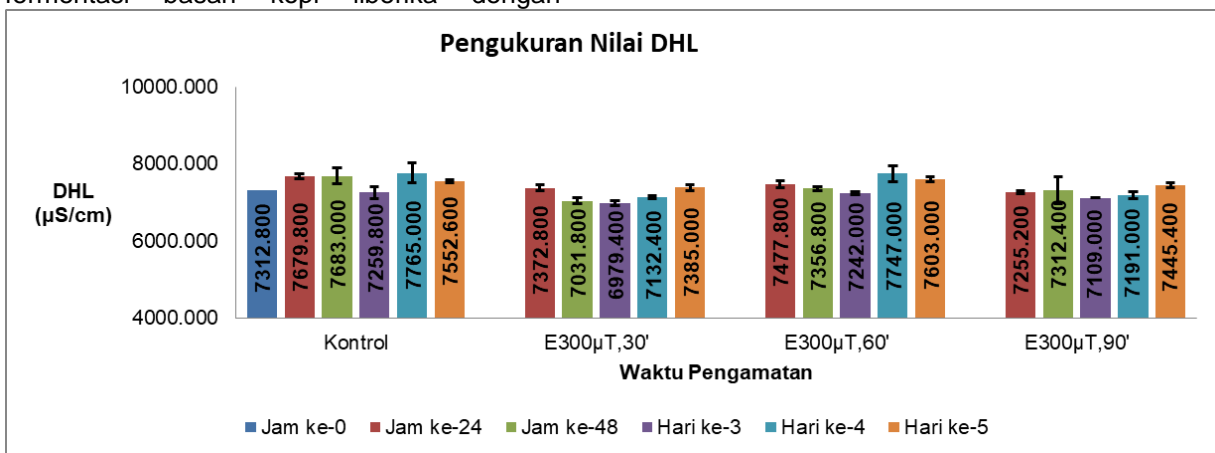
terjadi kerusakan pada sel.

Berdasarkan data yang diperoleh, menunjukkan bahwa medan magnet ELF berpengaruh terhadap nilai pH kopi liberika. Hal ini ditunjukkan pada pengukuran pH menggunakan intensitas 400  $\mu\text{T}$  selama 30 menit. Pada intensitas tersebut medan magnet mampu mempengaruhi pertumbuhan sel dan mempercepat aktivitas  $\alpha$ -amilase dalam memecah pati pulp pada kopi liberika agar bakteri asam laktat menjadi lebih cepat menggunakan glukosa sebagai substrat, sehingga kerja mikroba selama proses fermentasi menjadi optimal. Paparan medan magnet ELF memberikan hasil yang baik dan tingkat keasaman yang tepat pada proses fermentasi basah kopi liberika dengan

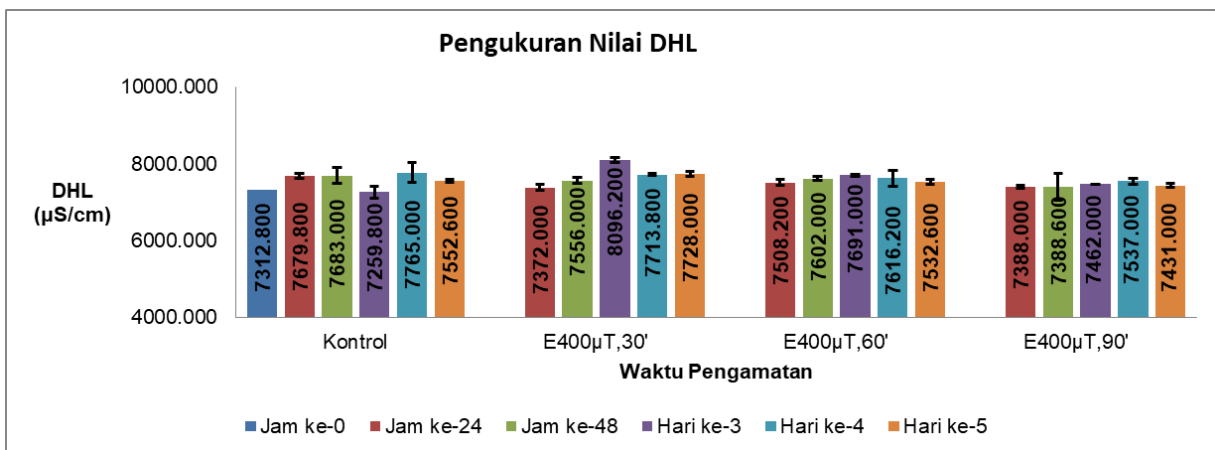
penambahan  $\alpha$ -amilase. Dengan demikian, paparan medan magnet ELF intensitas 400  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap nilai pH kopi liberika yang telah difermentasi secara basah dengan penambahan  $\alpha$ -amilase.

### Daya Hantar Listrik Kopi Liberika

Pengukuran daya hantar listrik kopi liberika pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen diperoleh hasil yang berbeda antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen yang disebabkan karena adanya perbedaan perlakuan paparan medan magnet ELF yang diberikan. Data pengukuran daya hantar listrik kopi liberika disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Diagram Pengukuran Nilai Daya Hantar Listrik Kopi Liberika Intensitas 300  $\mu\text{T}$



Gambar 5. Diagram Pengukuran Nilai Daya Hantar Listrik Kopi Liberika Intensitas 400  $\mu\text{T}$

Berdasarkan gambar 4 dan 5, daya hantar listrik (DHL) kopi liberika pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen memiliki bentuk grafik yang bervariasi. Pada jam ke-0 (sebelum pemaparan) nilai DHL sebesar 7312,800  $\mu\text{S/cm}$ . Selanjutnya, pada kelompok kontrol yang lain yaitu jam ke-24 dan jam ke-48 nilai DHL mengalami peningkatan yang selanjutnya pada hari ke-3 mengalami penurunan dan menuju hari ke-4 mengalami

peningkatan, dilanjutkan dengan hari ke-5 yang mengalami penurunan. Pada kelompok eksperimen, nilai DHL yang berada di atas kelompok kontrol terdapat pada kelompok eksperimen (300  $\mu\text{T}$ ,60'; 400  $\mu\text{T}$ ,30'; 400  $\mu\text{T}$ ,60'; 400  $\mu\text{T}$ ,90'). Sedangkan, nilai DHL ada yang berada di bawah kelompok kontrol yaitu pada kelompok eksperimen dengan medan magnet ELF intensitas 300  $\mu\text{T}$  dan lama paparan 30 menit dan 90 menit. Penurunan

nilai DHL pada kelompok eksperimen (300  $\mu\text{T}$ , 30' dan 300  $\mu\text{T}$ , 90') dapat dilihat dari grafik yang menunjukkan pada intensitas tersebut semuanya berada di bawah kelompok kontrol yaitu pada kelompok eksperimen (300  $\mu\text{T}$ , 30') jam ke-24 sebesar 7372,800  $\mu\text{S/cm}$ , jam ke-48 sebesar 7031,800  $\mu\text{S/cm}$ , hari ke-3 sebesar 6979,400  $\mu\text{S/cm}$ , hari ke-4 sebesar 7132,400  $\mu\text{S/cm}$ , dan hari ke-5 sebesar 7385,000  $\mu\text{S/cm}$ . Pada kelompok eksperimen (300  $\mu\text{T}$ , 90') jam ke-24 sebesar 7255,200  $\mu\text{S/cm}$ , jam ke-48 sebesar 7312,400  $\mu\text{S/cm}$ , hari ke-3 sebesar 7109,000  $\mu\text{S/cm}$ , hari ke-4 sebesar 7191,000  $\mu\text{S/cm}$ , dan hari ke-5 sebesar 7445,400  $\mu\text{S/cm}$ .

Daya hantar listrik merupakan ukuran seberapa kuat larutan dapat menghantarkan arus listrik. Daya hantar listrik berhubungan dengan pergerakan suatu ion di dalam larutan. Jika ion pada suatu larutan dapat dengan mudah bergerak, maka larutan tersebut memiliki daya hantar listrik yang besar (Khairiah & Destini, 2017). Semakin asam suatu larutan, maka nilai pH akan semakin kecil. Sebaliknya, semakin lemah tingkat keasaman suatu larutan, maka nilai pH akan semakin besar. Oleh sebab itu, jika larutan elektrolit dengan tingkat keasaman yang tinggi atau pH kecil akan menghasilkan banyak ion, sehingga arus listrik yang dihasilkan juga semakin besar dan menyebabkan konduktivitas larutan elektrolit juga semakin besar. Namun, jika larutan elektrolit memiliki tingkat keasaman yang rendah atau pH besar, maka akan menghasilkan sedikit ion dan menyebabkan konduktivitas larutan elektrolit yang semakin kecil juga (Purnomo, 2010).

Medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) dengan intensitas dan lama paparan tertentu dapat mempengaruhi laju ion yang menyebabkan pembentukan sel semakin cepat, sehingga aktivitas  $\alpha$ -amilase dan mikroba semakin optimal. Hal ini mempengaruhi pembentukan ion  $\text{H}^+$  oleh bakteri asam laktat yang menyebabkan nilai daya hantar kelompok eksperimen lebih rendah dari kelompok kontrol. Namun, di waktu tertentu ion  $\text{H}^+$  dapat berubah karena aktivitas  $\alpha$ -amilase dan bakteri asam laktat yang menyebabkan keasaman semakin meningkat dan daya hantar listrik semakin tinggi.

Berdasarkan data yang diperoleh, menunjukkan bahwa medan magnet ELF berpengaruh terhadap nilai daya hantar listrik kopi liberika. Hal ini ditunjukkan pada pengukuran daya hantar listrik menggunakan intensitas 300  $\mu\text{T}$  selama 30 menit dan 90 menit. Pada intensitas tersebut ion  $\text{H}^+$  berhasil dikendalikan oleh aktivitas  $\alpha$ -amilase dan bakteri asam laktat pada proses fermentasi kopi liberika. Dengan demikian, paparan medan

magnet ELF dengan intensitas 300  $\mu\text{T}$  berpengaruh terhadap nilai daya hantar listrik kopi liberika yang telah difermentasi secara basah dengan penambahan  $\alpha$ -amilase.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) berpengaruh terhadap nilai pH dan nilai daya hantar listrik pada proses fermentasi basah kopi liberika dengan penambahan  $\alpha$ -amilase yang ditunjukkan dengan bervariasinya grafik.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang diberikan yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan intensitas dan lama paparan medan magnet ELF yang berbeda serta tentang proses fermentasi pada kopi liberika.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Dr. Sudarti, M.Kes. dan Drs. Maryani, M.Pd. atas saran yang diberikan selama ini serta berbagai pihak yang telah mendukung.

## DAFTAR RUJUKAN

- Afzal, I., Mukhtar, K., Qasim, M., Basra, S. M. A., Shahid, M., & Haq, Z. (2012). Magnetic stimulation of marigold seed. *International Agrophysics*, 26, 335–339.
- Agustina, S. D., Prastowo, S. H. B., & Sudarti. (2018). Analisis Intensitas Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) di Sekitar Laptop. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3), 286–292.
- Astutik, Y. D. P. (2017). *Karakterisasi Kimia Kopi Luwak Robusta Artifisial dengan Penambahan Enzim  $\alpha$ -Amilase Selama Fermentasi*. Universitas Jember.
- Dewi, F. P. (2019). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pH dan Daya Hantar Listrik (DHL) pada Proses Fermentasi Biji Kakao Kering*. Universitas Jember.
- Fauzi, M., Choiron, M., & Astutik, Y. D. P. (2017). Karakteristik Kimia Kopi Luwak Robusta Artifisial Terfermentasi oleh Ragi Luwak dan  $\alpha$ -Amilase. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(3), 144–153.
- Firdaus, M. A., Jayus, & Suwasono. (2018). Mutu Dan Citarasa Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Terfermentasi secara Metode Basah dengan Penambahan  $\alpha$ -Amilase. *Berkala Ilmiah Pertanian*.
- Handoko, Sudarti, & Handayani, R. D. (2017). Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum*.L) terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai

- Merah Besar (*Capsicum annum*.L). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4), 370–377.
- Khairiah, & Destini, R. (2017). Analysis of Effect of Yeast Mass Addition and Fermentation Time to the Voltage of Durian (*Durio Zibethinus*) Husk Waste Paste. *FISITEK: Jurnal Ilmu Fisika Dan Teknologi*, 1(2), 16–22.
- 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), 277–284.
- Muharromah, N. N. A., Sudarti, & Subiki. (2018). Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap Sifat Organoleptik dan pH Susu Sapi Segar. *FKIP e-PROCEEDING*, 3(2), 13–18.
- Prasetyo, P., Hidayat, R., Nyoto, & Purnomo, H. (2019). Budidaya Kopi Liberika di Lahan Gambut. *Center for International Forestry Research (CIFOR)*, 4.
- Purnomo, H. (2010). Pengaruh Keasaman Buah Jeruk terhadap Konduktivitas Listrik. *ORBITH*, 6(2), 276–281.
- Ridawati, S. (2017). *Pengaruh Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) terhadap pH dan Daya Hantar Listrik Minuman Susu Fermentasi sebagai Indikator Kadaluarasa*. Universitas Jember.
- Sadidah, K. R., Sudarti, & Ghani, A. A. (2015). Pengaruh Paparan Medan Magnet ELF (Extremely Low Frequency) 300  $\mu$ T dan 500  $\mu$ T terhadap Perubahan Jumlah Mikroba dan pH pada Proses Fermentasi Tape Ketan. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 1–8.
- Sudarti, Bektiarso, S., Prastowo, S. H. B., Fuad, F., & Trisnawati, I. J. (2018). Radiation Potential of Extremely Low Frequency (ELF) Magnetic Field to Increase Tobacco Production. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, 10(6), 1633–1640.
- Sulistyaningtyas, A. R. (2017). Pentingnya Pengolahan Basah (Wet Processing) Buah Kopi Robusta (*Coffea robusta* Lindl. Ex. De. Will) untuk Menurunkan Resiko Kecacatan Biji Hijau saat Grading Coffee. *Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 90–94.
- Sutrisno, & Gie, T. I. (1979). *Fisika Dasar: Listrik, Magnet dan Termofisika*. Bandung: ITB.
- Suyanto, & Gio, P. U. (2017). *Statistika Nonparametrik dengan SPSS, Minitab dan R*. Medan: USU Press.
- Wulandari, S. (2016). *Citarasa dan Komponen Flavor Kopi Luwak Robusta In Vitro Akibat Perbedaan Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi*. Universitas Jember.
- Yusianto, & Widyotomo, S. (2013). Quality and Flavor Profiles of Arabica Coffee Processed by Some Fermentation Treatments: Temperature, Containers, and Fermentation Agents Addition. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 29(3), 220–239.