

# **PROSPEK APLIKASI *PULSED ELECTRIC FIELD* PADA PASTA JAHE**

## **Tinjauan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana  
di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

**Kris Thitadhammo Gunawan (2013620072)**

Pembimbing:

**Prof. Dr. Ir. Judy Retti B. Witono, M.App.Sc.**

**Prof. Dr. Ir. Lienda Aliwarga Handojo, M.Eng.**



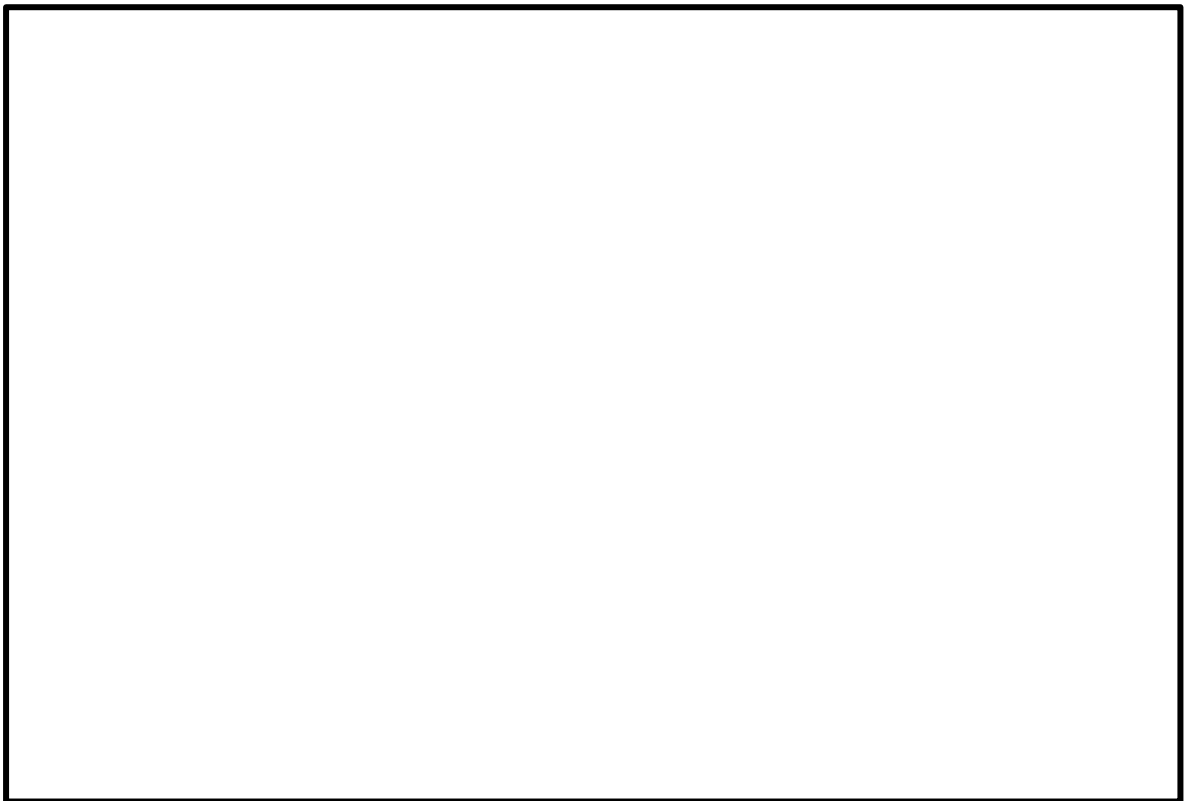
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL: PROSPEK APLIKASI *PULSED ELECTRIC FIELD* PADA PASTA JAHE**

**CATATAN:**




Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 12 Agustus 2020

Pembimbing I



**Prof. Dr. Ir. Judy Retti B. W., M.App.Sc.**

Pembimbing II



**Prof. Dr. Ir. Lienda A. Handojo, M.Eng.**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Kris Thitadhammo Gunawan

NPM: 2013620072

dengan ini menyatakan bahwa tinjauan penelitian dengan judul:

**Prospek Aplikasi *Pulsed Electric Field* pada Pengolahan Pasta Jahe**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 14 Agustus 2020



Kris Thitadhammo Gunawan

(2013620072)

## LEMBAR REVISI

**JUDUL: PROSPEK APLIKASI *PULSED ELECTRIC FIELD* PADA PASTA JAHE**

**CATATAN:**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 12 Agustus 2020

Dosen Penguji I



**Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.**

Dosen Penguji II



**Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan anugerah-Nya, tinjauan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Tinjauan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi tugas akhir pendidikan Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penyusunan tinjauan penelitian ini, penulis banyak mendapat bimbingan, arahan, dukungan, dan bantuan informasi dari berbagai pihak mengenai topic yang penulis ambil. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam menyusun tinjauan penelitian ini, terutama kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Judy Retti B. Witono, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam penyusunan tinjauan penelitian ini.
2. Prof. Dr. Ir. Lienda A. Handojo, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam penyusunan tinjauan penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis.
4. Semua pihak lain yang telah membantu penulis sehingga tinjauan penelitian ini dapat selesai dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tinjauan penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tinjauan penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap tinjauan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 10 Juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

COVER DALAM .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
INTISARI.....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pengantar .....	2
BAB II <i>PULSED ELECTRIC FIELD</i> (PEF) .....	4
2.1 Komponen PEF.....	4
2.1.1 <i>Treatment Chamber</i> .....	4
2.1.1.1 <i>Treatment Chamber</i> Operasi Batch .....	5
2.1.1.2 <i>Treatment Chamber</i> Operasi Kontinu .....	5
2.1.1.3 Medan Listrik pada <i>Treatment Chamber</i> .....	6
2.1.2 Rangkaian Penghasil Listrik Bertegangan Tinggi .....	8
2.1.2.1 Pembangkit Daya.....	8
2.1.2.2 Pembangkit Gelombang .....	9

2.1.2.3	Elektroda.....	11
2.1.3	Sistem Pengendali.....	12
2.1.3.1	Sistem Pengendalian Temperatur .....	12
2.1.3.2	Sistem Pengendalian Tekanan .....	12
2.1.3.3	Sistem Pengendalian Laju Alir Bahan Makanan.....	13
2.1.4	Mekanisme Nonaktifasi Mikroba pada PEF.....	14
2.1.5	Mekanisme Nonaktifasi Enzim pada PEF .....	14
2.1.6	Faktor yang Mempengaruhi Nonaktifasi Mikroba pada PEF.....	15
2.1.7	Faktor yang Mempengaruhi Nonaktifasi Enzim pada PEF .....	16
2.1.8	Kelebihan dan Kekurangan PEF.....	16
BAB III APLIKASI PEF .....		20
3.1	Aplikasi PEF pada Pengolahan Makanan Skala Komersil.....	20
3.1.1	Aplikasi PEF pada Jus Tomat.....	20
3.1.2	Aplikasi PEF pada Produk Fermentasi Anggur Merah .....	20
3.1.3	Aplikasi PEF pada Tepung Pati Kentang .....	21
3.1.4	Aplikasi PEF pada Minyak Buah Zaitun .....	22
3.2	Prospek Aplikasi PEF pada Pembuatan Pasta Jahe .....	26
3.2.1	Jahe Gajah ( <i>Zongiber officinale</i> ).....	26
3.2.2	Pasta Jahe.....	28
3.2.3	Penyebab Kerusakan Pasta Jahe .....	28
3.2.3.1	<i>Penicillium brevicompactum</i> .....	29
3.2.4	Perancangan Aplikasi PEF pada Pembuatan Pasta Jahe .....	30
BAB IV KESIMPULAN .....		34
DAFTAR PUSTAKA.....		35

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Produksi Tanaman Jahe di Indonesia pada Tahun 2013 sampai 2017 .....	1
Gambar 2.1	Diagram Blok Proses PEF .....	4
Gambar 2.2 (a)	Treatment Chamber Berbentuk Balok .....	6
Gambar 2.2 (b)	Treatment Chamber Berbentuk Silinder .....	6
Gambar 2.3 (a)	Medan Listrik <i>Cross-field</i> .....	7
Gambar 2.3 (b)	Medan Listrik <i>Co-field</i> .....	7
Gambar 2.4	Rangkaian Komponen Listrik pada PEF .....	8
Gambar 2.5	Variasi Susunan Rangkaian Komponen Listrik dan Bentuk Gelombang yang Dihasilkan .....	9
Gambar 2.6 (a)	Bentuk Gelombang Rektanguler Unipolar .....	10
Gambar 2.6 (b)	Bentuk Gelombang Menurun Secara Eksponensial .....	10
Gambar 2.6 (c)	Bentuk Gelombang Berosilasi .....	10
Gambar 2.6 (d)	Bentuk Gelombang Rektanguler Bipolar .....	10
Gambar 2.7	Mekanisme Elektroporasi Sel .....	14
Gambar 3.1 (a)	Bentuk Granul Pati Kentang pada Kekuatan medan listrik 0 kV/cm .....	21
Gambar 3.1 (b)	Bentuk Granul Pati Kentang pada Kekuatan medan listrik 30 kV/cm .....	21
Gambar 3.1 (c)	Bentuk Granul Pati Kentang pada Kekuatan medan listrik 40 kV/cm .....	21
Gambar 3.1 (d)	Bentuk Granul Pati Kentang pada Kekuatan medan listrik 50 kV/cm .....	21
Gambar 3.2	Struktur Kimia Senyawa Aktif pada Jahe Segar .....	27
Gambar 3.3	Dehidrasi 6-Gingerol Menjadi 6-Shogaol .....	28
Gambar 3.4	Koloni <i>Penicillium brevicompactum</i> pada Berbagai Media .....	29



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan <i>Treatment Chamber</i> Operasi <i>Batch</i> dan Kontinu.....	5
Tabel 2.2	Perbedaan Medan Listrik <i>Co-field</i> dan <i>Cross-field</i> .....	7
Tabel 2.3	Kelebihan dan Kekurangan Beberapa Jenis Pengawetan Makanan .....	18
Tabel 3.1	Aplikasi PEF pada Pengolahan Makan Skala Komersil.....	23
Tabel 3.2	Komponen Zat Gizi Jahe ( <i>Zingiber officinale</i> ) per 100 gram .....	26
Tabel 3.3	Sifat Fisik dan Kimia 6-Gingerol .....	28
Tabel 3.4	Saran Rancangan Penelitian Pengawetan Pasta Jahe Menggunakan PEF.....	32

## INTISARI

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan tanaman rempah yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Jahe segar yang tidak segera diolah mudah busuk salah satunya disebabkan oleh jamur. Oleh karena itu jahe dapat diolah menjadi pasta jahe sebagai bumbu masakan. Pasta jahe komersil umumnya menggunakan bahan kimia sebagai pengawet. Pada *review* ini, pasta jahe akan dicoba diawetkan menggunakan *Pulsed Electric Field* (PEF).

PEF merupakan salah satu metode pengawetan yang tidak melibatkan kalor. Bahan makanan yang diawetkan akan diletakkan pada sebuah *treatment chamber* yang dialiri listrik melalui sepasang elektroda. Mikroba maupun sel pada bahan yang diproses menggunakan akan mengalami peristiwa elektroporasi. Beberapa komponen utama pada PEF antara lain *treatment chamber*, sepasang elektroda, rangkaian penghasil listrik tegangan tinggi, sistem pengendali, dan dapat juga dilengkapi dengan sistem pengemasan aseptis. Variabel utama yang mempengaruhi keberhasilan proses menggunakan PEF antara lain jenis bahan makanan, kekuatan tegangan, waktu *treatment*, temperatur dan tekanan proses, dan konfigurasi alat yang digunakan. Selain pengawetan, PEF juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas produk makanan.

PEF menjadi metode yang memiliki peluang cukup besar untuk diaplikasikan pada pembuatan pasta jahe. *Penicillium brevicompactum* sebagai penyebab utama kerusakan pasta jahe akan dicoba dinonaktifkan menggunakan PEF. Selain itu, enzim Polyphenol Oxidase (PPO) yang menyebabkan *browning* juga akan dicoba untuk dinonaktifkan menggunakan metode ini sambil tetap menjaga kandungan gingerol sebagai senyawa aktif yang terdapat pada jahe. Pada *review* ini, PEF dapat diaplikasikan sebagai pengganti proses *blanching* untuk melunakkan jaringan bahan makanan dan sebagai metode pengawetan. Variabel proses yang akan digunakan antara lain PEF dengan proses *batch*, bentuk gelombang bipolar rektanguler maupun yang menurun secara eksponensial, dengan kekuatan medan listrik 20-35 kV/cm, pada panjang gelombang 1.000-6.000  $\mu$ s, temperatur proses dijaga konstan pada rentang 20-25 °C untuk didapatkan jumlah *Penicillium* dan aktivitas enzim PPO minimum, akan tetapi konsentrasi gingerol pada pasta jahe maksimum. Pasta jahe yang diproses menggunakan PEF diduga akan mengalami peningkatan waktu penyimpanan sebanyak 8 sampai 20 minggu.

Kata kunci: *Pulsed Electric Field* (PEF), Pasta Jahe, *Polyphenol Oxidase* (PPO), Gingerol, *Penicillium brevicompactum*

## ABSTRACT

Ginger (*Zingiber officinale*) is a herbaceous plant that is widely grown in Indonesia. Fresh harvested ginger not processed directly could deteriorate from fungal infection, therefore it is favorable to process freshly harvested ginger into ginger paste as a condiment. Commercially available ginger paste is commonly chemically preserved. This study reviews how ginger paste can be preserved using Pulsed Electric Field (PEF).

PEF is a preservation method without any heat applied. To be preserved foods are put inside a treatment chamber that is electrified through a pair of electrodes. Any microbes and cells inside the food product will go through the electroporation process. Main PEF components are the treatment chamber, a pair of electrodes, pulse power supply, and control system. It can also be equipped with an aseptic packaging system. Major variables affecting preserving processes using PEF are food materials, voltage strength, treatment time, process temperature and pressure, and instrument configurations. PEF can also be used to improve food qualities.

PEF is a good preservation method for ginger paste because *Penicillium brevicompactum* as the main cause of ginger paste deterioration, and Polyphenol Oxidase (PPO), a browning enzyme, could be both deactivated while preserving gingerol as the active compound. In this review, PEF could substitutes the blanching process to soften foodstuff tissue and acts as a food preservation method. Experimental variables used in this study are PEF in batch processes, bipolar rectangular waveform or exponentially decaying waveform, with field strength range of 20-35 kV/cm, wavelength range of 1.000-6.000  $\mu$ s, and a temperature range of 20-25 °C in order to attain a low amount of *Penicillium* and low PPO activity, and a maximum gingerol concentration. PEF process is assumed to increase ginger paste shelf life by 8 to 28 weeks.

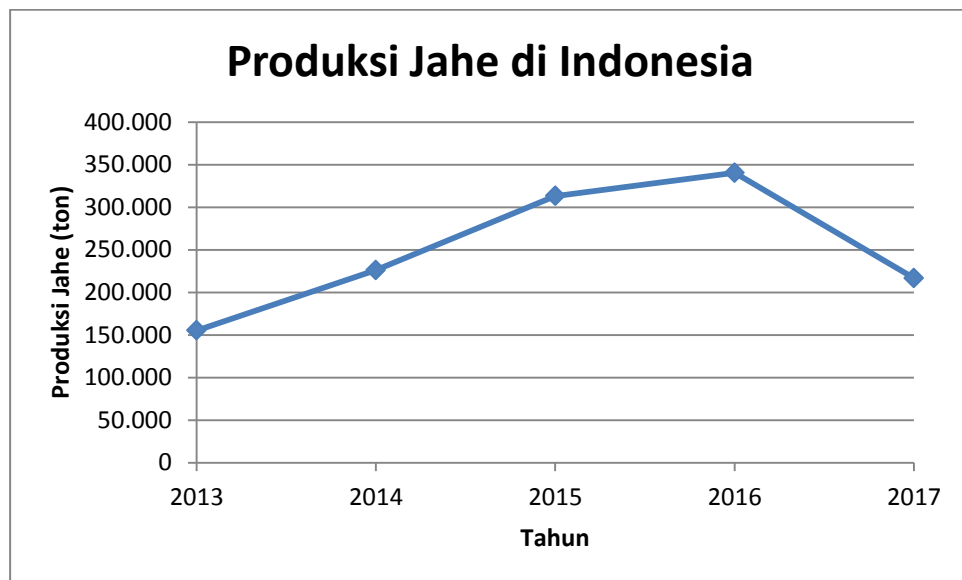
*Keyword: Pulsed Electric Field (PEF), Ginger Paste, Polyphenol Oxidase (PPO), Gingerol, Penicillium brevicompactum*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan tanaman rempah yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Jahe segar tidak bisa bertahan dalam waktu lama karena cepat bertunas dan mudah ditumbuhi jamur (Baranowski, 1985). Untuk dapat menambah usia jahe, tanaman ini diolah menjadi berbagai makanan seperti biskuit, kue, permen, manisan, atau bumbu masakan. Dalam tiga tahun terakhir, produksi jahe selalu menembus 210.000 ton setiap tahunnya, Data produksi jahe di Indonesia dari tahun 2013 sampai tahun 2017 disajikan pada **Gambar 1.1**. Jahe yang diproduksi di Indonesia sebagian dikonsumsi dan sebagian diekspor. Jumlah ekspor jahe dari Indonesia pada tahun 2017 hanya mencapai 23.500 ton (bps.go.id). Jahe yang tidak dikonsumsi maupun diekspor akan terbuang karena tanaman tersebut tidak bisa bertahan pada waktu yang lama. Untuk menambah jumlah ekspor jahe, dibuat produk olahan jahe yang memiliki waktu simpan lebih lama dan belum banyak diproduksi yaitu pasta jahe. Produksi jahe di Indonesia banyak menurun pada tahun 2017 dibanding tahun sebelumnya kemungkinan dikarenakan petani tidak mendapatkan insentif sehingga tidak ada usaha lebih dari petani untuk menaikkan jumlah produksi.



**Gambar 1.1** Produksi Tanaman Jahe di Indonesia pada Tahun 2013 sampai 2017  
(www.pertanian.go.id)

Pasta jahe komersil kebanyakan diproduksi oleh negara asing. Karena sisa jahe segar setelah konsumsi dan ekspor masih cukup banyak di Indonesia, jahe Indonesia bisa diolah menjadi pasta jahe dan dimanfaatkan untuk konsumsi dalam negeri maupun diekspor. Pasta jahe komersil yang diproduksi umumnya diawetkan menggunakan metode pasteurisasi (Baranowski, 1985), sedangkan pengawetan dengan metode pasteurisasi dapat mempengaruhi rasa dari pasta jahe yang disebabkan oleh banyaknya senyawa aktif jahe sebagai pemberi rasa dan bau yang terdegradasi selama proses pengawetan (Schweiggert, 2008). Oleh karena itu pada penelitian ini ingin dicoba untuk mengawetkan pasta jahe menggunakan metode *pulsed electric field*.

## 1.2 Pengantar

*Pulsed electric field* (PEF) merupakan metode pengawetan makanan nontermal yang memanfaatkan salah satu bentuk energi yaitu energi listrik. Metode ini sangat baik untuk diaplikasikan pada makanan berfasa cair dan semi cair untuk mengawetkan maupun memberikan manfaat yang lainnya seperti melunakkan jaringan bahan makanan, meningkatkan kualitas hasil ekstraksi, meningkatkan kualitas hasil pengeringan dan meningkatkan kadar nutrisi makanan (Puértolas, 2012; Kumar, 2016, Tamborrino, 2019). Bahan makanan yang diawetkan menggunakan PEF akan diletakkan pada sebuah *treatment chamber* yang diapit oleh elektroda dan akan mengalami sangat sedikit perubahan sifat fisik dan kandungan kimia sehingga akan dihasilkan makanan dengan kualitas yang lebih baik.

Pada skala industri, penggunaan PEF masih dilakukan dalam skala yang sangat terbatas. Beberapa penelitian sudah dilakukan antara lain untuk aplikasi pada skala pilot untuk jus buah (Min, 2003; Puértolas, 2010), produk olahan kentang (Han, 2009), dan pengolahan minyak zaitun (Tamborrino, 2019).

Makanan yang akan diproses menggunakan PEF biasanya berwujud cair atau padatan yang tersuspensi dalam cairan (Wiktor, 2015). Makanan yang akan diawetkan menggunakan PEF akan diletakkan pada sebuah ruangan berbentuk balok maupun tabung dengan jarak antar dinding tertentu (Van den Bosch, 2007) kemudian dialiri gelombang listrik tegangan tinggi (sekitar 20-80 kV/cm) agar listrik dapat mengalir secara homogen dan mikroba dapat dinonaktifkan secara maksimal (Kumar. et al, 2016). PEF biasanya dioperasikan pada temperatur ambien atau sedikit diatas ambien agar dapat menghemat

konsumsi energi untuk menonaktifkan mikroba tertentu (Pourzaki, 2008). Selain itu, perlakuan dengan PEF juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi proses dehidrasi bahan makanan (Ade-Omowaye, 2001), meningkatkan jumlah dan kualitas hasil ekstraksi (Tamborrino, 2019), juga meningkatkan efisiensi pengeringan (Lebovka, 2007).