**KAJIAN PELEPASAN MONOSTIREN DARI KEMASAN *STYROFOAM* UNTUK PANGAN YANG DISIMPAN PADA SUHU DAN WAKTU YANG BERBEDA**

**PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Usulan Penelitian yang berjudul **“Kajian Pelepasan Monostiren Dari Kemasan Styrofoam Untuk Pangan Yang Disimpan Pada Suhu Dan Waktu Yang Berbeda”.**

Penulis menyadari bahwa laporan Proposal Usulan Penelitian ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon maaf kepada semua pihak jika ada kesalahan dalam penyusunan proposal ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si, selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
2. Dr.Ir. Nana Sutisna Achyadi, M.P., selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
3. Dr. Ir. Yusman Taufik, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
4. Dr. Ir. Yudi Garnida, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
5. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.
6. Orang tua saya yang telah memberikan dorongan moril maupun materil, serta do’a dan restunya hingga selesainya Proposal Usulan Penelitian ini.
7. Sahabat-sahabat dan teman-teman Magister Teknologi Pangan. Terima kasih telah membantu dan memberikan semangat juga dorongan dalam penyelesaian Proposal Usulan Penelitian ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, baik secara langsung ataupun tidak langsung, telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Usulan Penelitian ini.

Akhir kata semoga Proposal Usulan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

**DAFTAR ISI**

[**KATA PENGANTAR**](#_Toc465426403) i

[**DAFTAR ISI**](#_Toc465426403) iii

[**DAFTAR TABEL**](#_Toc465426403) v

[**DAFTAR GAMBAR**](#_Toc465426403) vi

[**DAFTAR LAMPIRAN**](#_Toc465426403) vii

[**I PENDAHULUAN** 1](#_Toc465426403)

[1.1. Latar Belakang](#_Toc465426405) 1

[1.2. Rumusan Masalah](#_Toc465426406) 8

[1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian](#_Toc465426407) 8

[1.4. Kegunaan Penelitian](#_Toc465426408) 8

[1.5. Kerangka Pemikiran dan Hipotesis](#_Toc465426409) 9

[1.5.1. Kerangka Pemikiran](#_Toc465426412) 9

[1.5.2. Hipotesis](#_Toc465426413) 13

[**II TINJAUAN PUSTAKA**](#_Toc465426404) 14

[2.1. Keamanan Pangan](#_Toc465426405) 14

[2.1.1. Peraturan Perundang-undangan](#_Toc465426412) 15

[2.2. Definisi Migrasi](#_Toc465426406) 19

[2.2.1. Mekanisme Migrasi](#_Toc465426412) 21

[2.2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengendalikan migrasi](#_Toc465426413) 21

[2.2.3. Lama Kontak](#_Toc465426413) 23

[2.3. *Styrene*](#_Toc465426407) 24

[2.3.1. Sifat Fisika dan Kimia *Styrene*](#_Toc465426412) 24

[2.4. Jenis-jenis plastik](#_Toc465426408) 25

[2.5. *Styrofoam*](#_Toc465426409) 30

[2.5.1. Proses Pembuatan *Styrofoam*](#_Toc465426412) 32

[2.5.2. Dampak Penggunaan *Styrofoam*](#_Toc465426413) 32

[2.6. Simulan Pangan](#_Toc465426410) 33

[2.7. Pergerakan zat kimia dalam kemasan](#_Toc465426411) 38

[2.8. Metode Arrhenius](#_Toc465426415) 39

[2.8.1. Reaksi Ordo Nol](#_Toc465426412) 40

[2.8.2. Reaksi Ordo Satu](#_Toc465426413) 41

[**III METODE PENELITIAN**](#_Toc465426417) 43

[3.1. Bahan dan Alat Penelitian](#_Toc465426418) 43

[3.2. Metode Penelitian](#_Toc465426426) 43

[3.2.1. Penelitian Tahap Pertama](#_Toc465426427) 43

[3.2.2. Penelitian Tahap Kedua](#_Toc465426427) ........44

3.2.2.1. [Rancangan Perlakuan](#_Toc465426428) 44

[3.2.2.2. Rancangan Percobaan](#_Toc465426430) 44

[3.2.2.3. Rancangan Respon](#_Toc465426432) 45

[3.2.3. Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426427) 45

[3.3. Deskripsi Penelitian](#_Toc465426436) 47

[3.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap Pertama](#_Toc465426427) 47

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Kedua](#_Toc465426427) 48

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426427) 50

[**DAFTAR PUSTAKA**](#_Toc465426503) 54

**DAFTAR TABEL**

**Tabel Halaman**

1. [Syarat Mutu Kemasan *Styrofoam* (SNI 7323 : 2008)](#_Toc465426405) 31

2. [Tipe Pangan dan Simulan Pangan menurut Uni Eropa](#_Toc465426406) 36

3. [Hasil Analisis Kandungan Stiren yang terlepas pada suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda](#_Toc465426407) 44

4. [Hasil Pengamatan % Pelepasan dan ln Pelepasan Stiren pada waktu dan suhu penyimpanan yang berbeda](#_Toc465426408) 50

**DAFTAR GAMBAR**

**Gambar Halaman**

1. [Diagram Alir Penelitian Tahap Pertama Pengujian Monomer Stiren pada Kemasan Styrofoam](#_Toc465426405) 51

2. [Diagram Alir Penelitian Tahap Kedua Penngujian Monomer Stiren pada Bahan](#_Toc465426406) 52

3. [Diagram Alir Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426407) 53

**DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran Halaman**

1. [Analisis Monomer *Styrene* Metode Kromatografi Gas](#_Toc465426405) 51

**ARTIKEL**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Tesis Program Studi Magister Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**Putri Fitriyanti 178050007**

****

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI PANGAN**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2021**

**PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Usulan Penelitian yang berjudul **“Kajian Pelepasan Monostiren Dari Kemasan Styrofoam Untuk Pangan Yang Disimpan Pada Suhu Dan Waktu Yang Berbeda”.**

Penulis menyadari bahwa laporan Proposal Usulan Penelitian ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon maaf kepada semua pihak jika ada kesalahan dalam penyusunan proposal ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si, selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
2. Dr.Ir. Nana Sutisna Achyadi, M.P., selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
3. Dr. Ir. Yusman Taufik, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
4. Dr. Ir. Yudi Garnida, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
5. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.
6. Orang tua saya yang telah memberikan dorongan moril maupun materil, serta do’a dan restunya hingga selesainya Proposal Usulan Penelitian ini.
7. Sahabat-sahabat dan teman-teman Magister Teknologi Pangan. Terima kasih telah membantu dan memberikan semangat juga dorongan dalam penyelesaian Proposal Usulan Penelitian ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, baik secara langsung ataupun tidak langsung, telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Usulan Penelitian ini.

Akhir kata semoga Proposal Usulan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

**DAFTAR ISI**

[**KATA PENGANTAR**](#_Toc465426403) i

[**DAFTAR ISI**](#_Toc465426403) iii

[**DAFTAR TABEL**](#_Toc465426403) v

[**DAFTAR GAMBAR**](#_Toc465426403) vi

[**DAFTAR LAMPIRAN**](#_Toc465426403) vii

[**I PENDAHULUAN** 1](#_Toc465426403)

[1.1. Latar Belakang](#_Toc465426405) 1

[1.2. Rumusan Masalah](#_Toc465426406) 8

[1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian](#_Toc465426407) 8

[1.4. Kegunaan Penelitian](#_Toc465426408) 8

[1.5. Kerangka Pemikiran dan Hipotesis](#_Toc465426409) 9

[1.5.1. Kerangka Pemikiran](#_Toc465426412) 9

[1.5.2. Hipotesis](#_Toc465426413) 13

[**II TINJAUAN PUSTAKA**](#_Toc465426404) 14

[2.1. Keamanan Pangan](#_Toc465426405) 14

[2.1.1. Peraturan Perundang-undangan](#_Toc465426412) 15

[2.2. Definisi Migrasi](#_Toc465426406) 19

[2.2.1. Mekanisme Migrasi](#_Toc465426412) 21

[2.2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengendalikan migrasi](#_Toc465426413) 21

[2.2.3. Lama Kontak](#_Toc465426413) 23

[2.3. *Styrene*](#_Toc465426407) 24

[2.3.1. Sifat Fisika dan Kimia *Styrene*](#_Toc465426412) 24

[2.4. Jenis-jenis plastik](#_Toc465426408) 25

[2.5. *Styrofoam*](#_Toc465426409) 30

[2.5.1. Proses Pembuatan *Styrofoam*](#_Toc465426412) 32

[2.5.2. Dampak Penggunaan *Styrofoam*](#_Toc465426413) 32

[2.6. Simulan Pangan](#_Toc465426410) 33

[2.7. Pergerakan zat kimia dalam kemasan](#_Toc465426411) 38

[2.8. Metode Arrhenius](#_Toc465426415) 39

[2.8.1. Reaksi Ordo Nol](#_Toc465426412) 40

[2.8.2. Reaksi Ordo Satu](#_Toc465426413) 41

[**III METODE PENELITIAN**](#_Toc465426417) 43

[3.1. Bahan dan Alat Penelitian](#_Toc465426418) 43

[3.2. Metode Penelitian](#_Toc465426426) 43

[3.2.1. Penelitian Tahap Pertama](#_Toc465426427) 43

[3.2.2. Penelitian Tahap Kedua](#_Toc465426427) ........44

3.2.2.1. [Rancangan Perlakuan](#_Toc465426428) 44

[3.2.2.2. Rancangan Percobaan](#_Toc465426430) 44

[3.2.2.3. Rancangan Respon](#_Toc465426432) 45

[3.2.3. Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426427) 45

[3.3. Deskripsi Penelitian](#_Toc465426436) 47

[3.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap Pertama](#_Toc465426427) 47

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Kedua](#_Toc465426427) 48

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426427) 50

[**DAFTAR PUSTAKA**](#_Toc465426503) 54

**DAFTAR TABEL**

**Tabel Halaman**

1. [Syarat Mutu Kemasan *Styrofoam* (SNI 7323 : 2008)](#_Toc465426405) 31

2. [Tipe Pangan dan Simulan Pangan menurut Uni Eropa](#_Toc465426406) 36

3. [Hasil Analisis Kandungan Stiren yang terlepas pada suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda](#_Toc465426407) 44

4. [Hasil Pengamatan % Pelepasan dan ln Pelepasan Stiren pada waktu dan suhu penyimpanan yang berbeda](#_Toc465426408) 50

**DAFTAR GAMBAR**

**Gambar Halaman**

1. [Diagram Alir Penelitian Tahap Pertama Pengujian Monomer Stiren pada Kemasan Styrofoam](#_Toc465426405) 51

2. [Diagram Alir Penelitian Tahap Kedua Penngujian Monomer Stiren pada Bahan](#_Toc465426406) 52

3. [Diagram Alir Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426407) 53

**DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran Halaman**

1. [Analisis Monomer *Styrene* Metode Kromatografi Gas](#_Toc465426405) 51

**PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Usulan Penelitian yang berjudul **“Kajian Pelepasan Monostiren Dari Kemasan Styrofoam Untuk Pangan Yang Disimpan Pada Suhu Dan Waktu Yang Berbeda”.**

Penulis menyadari bahwa laporan Proposal Usulan Penelitian ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon maaf kepada semua pihak jika ada kesalahan dalam penyusunan proposal ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si, selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
2. Dr.Ir. Nana Sutisna Achyadi, M.P., selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
3. Dr. Ir. Yusman Taufik, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
4. Dr. Ir. Yudi Garnida, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
5. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.
6. Orang tua saya yang telah memberikan dorongan moril maupun materil, serta do’a dan restunya hingga selesainya Proposal Usulan Penelitian ini.
7. Sahabat-sahabat dan teman-teman Magister Teknologi Pangan. Terima kasih telah membantu dan memberikan semangat juga dorongan dalam penyelesaian Proposal Usulan Penelitian ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, baik secara langsung ataupun tidak langsung, telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Usulan Penelitian ini.

Akhir kata semoga Proposal Usulan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

**DAFTAR ISI**

[**KATA PENGANTAR**](#_Toc465426403) i

[**DAFTAR ISI**](#_Toc465426403) iii

[**DAFTAR TABEL**](#_Toc465426403) v

[**DAFTAR GAMBAR**](#_Toc465426403) vi

[**DAFTAR LAMPIRAN**](#_Toc465426403) vii

[**I PENDAHULUAN** 1](#_Toc465426403)

[1.1. Latar Belakang](#_Toc465426405) 1

[1.2. Rumusan Masalah](#_Toc465426406) 8

[1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian](#_Toc465426407) 8

[1.4. Kegunaan Penelitian](#_Toc465426408) 8

[1.5. Kerangka Pemikiran dan Hipotesis](#_Toc465426409) 9

[1.5.1. Kerangka Pemikiran](#_Toc465426412) 9

[1.5.2. Hipotesis](#_Toc465426413) 13

[**II TINJAUAN PUSTAKA**](#_Toc465426404) 14

[2.1. Keamanan Pangan](#_Toc465426405) 14

[2.1.1. Peraturan Perundang-undangan](#_Toc465426412) 15

[2.2. Definisi Migrasi](#_Toc465426406) 19

[2.2.1. Mekanisme Migrasi](#_Toc465426412) 21

[2.2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengendalikan migrasi](#_Toc465426413) 21

[2.2.3. Lama Kontak](#_Toc465426413) 23

[2.3. *Styrene*](#_Toc465426407) 24

[2.3.1. Sifat Fisika dan Kimia *Styrene*](#_Toc465426412) 24

[2.4. Jenis-jenis plastik](#_Toc465426408) 25

[2.5. *Styrofoam*](#_Toc465426409) 30

[2.5.1. Proses Pembuatan *Styrofoam*](#_Toc465426412) 32

[2.5.2. Dampak Penggunaan *Styrofoam*](#_Toc465426413) 32

[2.6. Simulan Pangan](#_Toc465426410) 33

[2.7. Pergerakan zat kimia dalam kemasan](#_Toc465426411) 38

[2.8. Metode Arrhenius](#_Toc465426415) 39

[2.8.1. Reaksi Ordo Nol](#_Toc465426412) 40

[2.8.2. Reaksi Ordo Satu](#_Toc465426413) 41

[**III METODE PENELITIAN**](#_Toc465426417) 43

[3.1. Bahan dan Alat Penelitian](#_Toc465426418) 43

[3.2. Metode Penelitian](#_Toc465426426) 43

[3.2.1. Penelitian Tahap Pertama](#_Toc465426427) 43

[3.2.2. Penelitian Tahap Kedua](#_Toc465426427) ........44

3.2.2.1. [Rancangan Perlakuan](#_Toc465426428) 44

[3.2.2.2. Rancangan Percobaan](#_Toc465426430) 44

[3.2.2.3. Rancangan Respon](#_Toc465426432) 45

[3.2.3. Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426427) 45

[3.3. Deskripsi Penelitian](#_Toc465426436) 47

[3.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap Pertama](#_Toc465426427) 47

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Kedua](#_Toc465426427) 48

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426427) 50

[**DAFTAR PUSTAKA**](#_Toc465426503) 54

**DAFTAR TABEL**

**Tabel Halaman**

1. [Syarat Mutu Kemasan *Styrofoam* (SNI 7323 : 2008)](#_Toc465426405) 31

2. [Tipe Pangan dan Simulan Pangan menurut Uni Eropa](#_Toc465426406) 36

3. [Hasil Analisis Kandungan Stiren yang terlepas pada suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda](#_Toc465426407) 44

4. [Hasil Pengamatan % Pelepasan dan ln Pelepasan Stiren pada waktu dan suhu penyimpanan yang berbeda](#_Toc465426408) 50

**DAFTAR GAMBAR**

**Gambar Halaman**

1. [Diagram Alir Penelitian Tahap Pertama Pengujian Monomer Stiren pada Kemasan Styrofoam](#_Toc465426405) 51

2. [Diagram Alir Penelitian Tahap Kedua Penngujian Monomer Stiren pada Bahan](#_Toc465426406) 52

3. [Diagram Alir Penelitian Tahap Ketiga](#_Toc465426407) 53

**DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran Halaman**

1. [Analisis Monomer *Styrene* Metode Kromatografi Gas](#_Toc465426405) 51

**KAJIAN PELEPASAN MONOSTIREN DARI KEMASAN *STYROFOAM* UNTUK PANGAN YANG DISIMPAN PADA SUHU DAN WAKTU YANG BERBEDA (*THE STUDY OF MONOSTYRENE RELEASE FROM STYROFOAM PACKAGING FOR FOOD STORED AT DIFFERENT TEMPERATURES AND TIMES*)**

Putri Fitriyanti\*),

Wisnu Cahyadi\*\*), Nana Sutisna Achyadi\*\*\*)

\*)Mahasiswa Program Studi Magister Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Bandung \*\*)Dosen Pembimbing Utama, \*\*\*)Dosen Pembimbing Pendamping

**ABSTRACT**

*Styrofoam packaging is widely used by Indonesian people to protect food products. Styrofoam is made of styrene monomer which is easy to detach and migrate. The function of packaging in food is to protect food from contamination with hazardous materials that can interfere and endanger human health, both in the short and long term. The purpose of this study was to ensure food safety for consumers related to the migration of hazardous materials from their packaging by knowing the amount of styrene released or included from the styrofoam packaging into the material and determining the model of the release reaction and its release rate. The method used in this research is the method of reaction kinetics through the Arrhenius equation and the method of measuring styrene using a Gas Chromatography with the type of GC MS (Mass Selective Detector). The results showed that monostyrene in styrofoam packaging could be released into the water and the percentage of monostyrene released from styrofoam packaging increased with different temperatures and storage times. The realising rate of styrene with first-order of kinetics reaction, the plot of the number of styrene released toward time produced a straight-line. The constant (K) of styrene releasing rate in average was 7,22 x 10-3 ppm/min with an activation energy (Ea) of 3775,3 cal mol-1 K-1. According to BPOM (2007) number HK.00.05.55.6497 the threshold for styrene monomer was a maximum of 5000 ppm. BPOM (2011) number HK 03.1.23.07.11.6664 explains that the maximum residue threshold for total styrene monomer on packaging in products containing water, oil or free fat, and containing salt was a maximum of 0.5% by weight. Styrofoam packaging contains styrene compounds which have carcinogenic properties and will interfere with the human hormone system*.

*Keywords: styrene, styrofoam packaging, gas chromatograph*

**ABSTRAK**

Kemasan *styrofoam* banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk melindungi produk makanan. *Styrofoam* terbuat dari monomer stiren yang mudah lepas dan bermigrasi. Fungsi pengemasan pada pangan adalah untuk melindungi pangan dari kontaminasi bahan berbahaya yang dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan manusia, baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan keselamatan pangan untuk konsumen terkait migrasi bahan berbahaya dari kemasannya dengan cara mengetahui jumlah *styrene* yang terlepas atau terikut dari kemasan *styrofoam* ke dalam bahan serta menentukan model reaksi pelepasan dan laju pelepasannya. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kinetika reaksi melalui persamaan Arrhenius dan metode pengukuran stiren menggunakan alat Kromatografi Gas dengan tipe GC MS (*Mass Selective Detector*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa monostiren pada kemasan *styrofoam* dapat terlepas ke dalam air dan persentase pelepasan monostiren dari kemasan *styrofoam* meningkat seiring dengan suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda. Laju pelepasan stiren mengikuti kinetika reaksi orde satu, plot antara jumlah pelepasan stiren terhadap waktu penyimpanan diperoleh garis lurus. Konstanta laju pelepasan stiren (K) rerata sebesar 4,97 x 10-3 ppm/menit dengan energi aktivasi (Ea) sebesar 13206,9 kal/mol. Menurut BPOM (2007) nomor HK.00.05.55.6497 ambang batas monomer stiren yaitu maksimal 5000 ppm. BPOM (2011) nomor HK 03.1.23.07.11.6664 menjelaskan bahwa ambang batas maksimal residu total monomer stiren pada kemasan dalam produk yang mengandung air, minyak atau lemak bebas, dan mengandung garam yaitu maksimal 0,5% berat. Kemasan styrofoam mengandung senyawa stiren yang mempunyai sifat karsinogen dan akan mengganggu sistem hormon manusia.

Kata kunci : stiren, kemasan *styrofoam*, kromatografi gas

**PENDAHULUAN**

Kemasan merupakan suatu polimer yang digunakan sebagai wadah atau tempat untuk mengemas makanan atau minuman sehingga dapat memberikan perlindungan sesuai dengan tujuannya. Pengemasan bertujuan untuk mencegah atau mengurangi kerusakan, sebagai identitas produk, dan melindungi bahan yang ada didalamnya dari gangguan fisik seperti gesekan, benturan dan getaran (Julianti dan Nurminah, 2006). Kemasan berfungsi untuk melindungi produk terhadap kerusakan dari saat produk tersebut diproduksi sampai produk tersebut dikonsumsi, untuk memudahkan penyimpanan produk oleh produsen, perantara maupun konsumen, serta untuk menarik konsumen atau sebagai alat untuk promosi (Susetyarsi, 2012). Jenis-jenis kemasan untuk bahan pangan yaitu kemasan kertas, gelas, kaleng/logam, plastik dan kemasan komposit atau kemasan yang merupakan gabungan dari beberapa jenis bahan kemasan (Julianti dan Nurminah, 2006). *Styrofoam* merupakan salah satu jenis plastik dikenal dengan sebutan *polystyrene* (PS). Jenis kemasan ini berbahaya apabila digunakan secara tidak tepat karena dapat mengeluarkan zat *styrene* dan bersifat karsinogenik (sifat bahan penyebab sel kanker) jika menjadi kemasan pada makanan panas (Octhaviana, 2018). Keamanan pangan didefinisikan sebagai kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia (UU RI no.7 Tahun 1996 Tentang Pangan).

**PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Usulan Penelitian yang berjudul **“Kajian Pelepasan Monostiren Dari Kemasan Styrofoam Untuk Pangan Yang Disimpan Pada Suhu Dan Waktu Yang Berbeda”.**

Penulis menyadari bahwa laporan Proposal Usulan Penelitian ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon maaf kepada semua pihak jika ada kesalahan dalam penyusunan proposal ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si, selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
2. Dr.Ir. Nana Sutisna Achyadi, M.P., selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
3. Dr. Ir. Yusman Taufik, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
4. Dr. Ir. Yudi Garnida, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
5. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.
6. Orang tua saya yang telah memberikan dorongan moril maupun materil, serta do’a dan restunya hingga selesainya Proposal Usulan Penelitian ini.
7. Sahabat-sahabat dan teman-teman Magister Teknologi Pangan. Terima kasih telah membantu dan memberikan semangat juga dorongan dalam penyelesaian Proposal Usulan Penelitian ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, baik secara langsung ataupun tidak langsung, telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Usulan Penelitian ini.

Akhir kata semoga Proposal Usulan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

**DAFTAR ISI**

[**KATA PENGANTAR**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) i

[**DAFTAR ISI**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) iii

[**DAFTAR TABEL**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) v

[**DAFTAR GAMBAR**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) vi

[**DAFTAR LAMPIRAN**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) vii

[**I PENDAHULUAN** 108D0C9EA79F9BACE118C8200AA004BA90B02000000080000000E0000005F0054006F0063003400360035003400320036003400300033000000](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403)

[1.1. Latar Belakang](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 1

[1.2. Rumusan Masalah](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 8

[1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 8

[1.4. Kegunaan Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426408) 8

[1.5. Kerangka Pemikiran dan Hipotesis](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426409) 9

[1.5.1. Kerangka Pemikiran](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 9

[1.5.2. Hipotesis](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 13

[**II TINJAUAN PUSTAKA**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426404) 14

[2.1. Keamanan Pangan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 14

[2.1.1. Peraturan Perundang-undangan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 15

[2.2. Definisi Migrasi](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 19

[2.2.1. Mekanisme Migrasi](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 21

[2.2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengendalikan migrasi](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 21

[2.2.3. Lama Kontak](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 23

[2.3. *Styrene*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 24

[2.3.1. Sifat Fisika dan Kimia *Styrene*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 24

[2.4. Jenis-jenis plastik](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426408) 25

[2.5. *Styrofoam*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426409) 30

[2.5.1. Proses Pembuatan *Styrofoam*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 32

[2.5.2. Dampak Penggunaan *Styrofoam*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 32

[2.6. Simulan Pangan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426410) 33

[2.7. Pergerakan zat kimia dalam kemasan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426411) 38

[2.8. Metode Arrhenius](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426415) 39

[2.8.1. Reaksi Ordo Nol](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 40

[2.8.2. Reaksi Ordo Satu](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 41

[**III METODE PENELITIAN**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426417) 43

[3.1. Bahan dan Alat Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426418) 43

[3.2. Metode Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426426) 43

[3.2.1. Penelitian Tahap Pertama](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 43

[3.2.2. Penelitian Tahap Kedua](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) ........44

3.2.2.1. [Rancangan Perlakuan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426428) 44

[3.2.2.2. Rancangan Percobaan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426430) 44

[3.2.2.3. Rancangan Respon](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426432) 45

[3.2.3. Penelitian Tahap Ketiga](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 45

[3.3. Deskripsi Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426436) 47

[3.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap Pertama](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 47

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Kedua](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 48

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Ketiga](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 50

[**DAFTAR PUSTAKA**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426503) 54

**DAFTAR TABEL**

**Tabel Halaman**

1. [Syarat Mutu Kemasan *Styrofoam* (SNI 7323 : 2008)](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 31

2. [Tipe Pangan dan Simulan Pangan menurut Uni Eropa](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 36

3. [Hasil Analisis Kandungan Stiren yang terlepas pada suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 44

4. [Hasil Pengamatan % Pelepasan dan ln Pelepasan Stiren pada waktu dan suhu penyimpanan yang berbeda](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426408) 50

**DAFTAR GAMBAR**

**Gambar Halaman**

1. [Diagram Alir Penelitian Tahap Pertama Pengujian Monomer Stiren pada Kemasan Styrofoam](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 51

2. [Diagram Alir Penelitian Tahap Kedua Penngujian Monomer Stiren pada Bahan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 52

3. [Diagram Alir Penelitian Tahap Ketiga](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 53

**DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran Halaman**

1. [Analisis Monomer *Styrene* Metode Kromatografi Gas](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 51

Polistiren sebagai kemasan pangan mampu mempertahankan pangan tetap dalam kondisi panas ataupun dingin. Selain itu juga mampu mempertahankan kesegaran dan keutuhan pangan yang dikemas. Karena kelebihan tersebut, polistiren banyak digunakan sebagai wadah untuk pangan segar seperti daging, ikan, buah dan sayur maupun pangan olahan (Mariana, 2013).

Polimer merupakan material yang tidak tahan terhadap *temperatur* tinggi sehingga berbahaya untuk digunakan sebagai kemasan makanan panas. Hal tersebut dikarenakan polimer tersusun dari monomer melalui proses polimerisasi yang terjadi pada *temperature* rendah, saat digunakan sebagai pembungkus makanan, akan terjadi migrasi monomer karena pengaruh suhu penyimpanan makanan. Semakin tinggi *temperature* tersebut menyebabkan semakin banyak monomer yang dapat berpindah ke makanan (Sulchan, dkk., 2007). Wadah *styrofoam* dapat ditemukan sebagai kemasan makanan beku, hidangan siap saji, bahkan dapat dibuat sebagai piring, garpu, kemasan kopi dan sendok plastik, namun *styrofoam* diketahui memiliki kekurangan yakni dapat mengeluarkan zat *stirena* dan bersifat karsinogenik jika menjadi kemasan makanan panas, karena zat *stirena* ini bisa menimbulkan kerusakan otak, mengganggu sistem reproduksi, hingga sistem syaraf dan kanker (Octhaviana, 2018). Semakin panas makanan yang dikemas, semakin tinggi peluang terjadinya migrasi (perpindahan) karena monomer dapat bermigrasi ke dalam makanan dan beresiko bagi kesehatan dan apabila terakumulasi di dalam tubuh dalam jumlah besar membahayakan kesehatan konsumen. Ada beberapa cara menghindari bahaya kemasan plastik pada kesehatan manusia, pada prinsipnya gunakan produk plastik yang terdaftar sesuai peruntukkannya. Perhatikan suhu dan lemak atau minyak ketika menggunakan plastik. Hindari memasukkan makanan panas (> 80°C) dalam plastik atau *Styrofoam* (Irawan dan Supeni, 2013). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan keselamatan pangan untuk konsumen terkait migrasi bahan berbahaya dari kemasannya dengan cara mengetahui jumlah *styrene* yang terlepas atau terikut dari kemasan *styrofoam* ke dalam bahan serta menentukan model reaksi pelepasan dan laju pelepasannya.

**METODE**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kemasan berupa *styrofoam* berbentuk mangkuk dengan ukuran diameter 11 cm dan tinggi 9 cm yang diperoleh dari *Yuan Store*, air, aquadest,Na2SO4 anhidrat, gas hidrogen (H2) dan helium (He) yang digunakan untuk *Gas Chromatography* (GC), metilen klorida dan standar monomer *styrene* yang diperoleh dari Sigma Aldrich. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, spatula, botol kaca coklat, termometer, *waterbath*, gunting, pipet tetes, pipet mikro, pipet ukur, labu ukur, gelas kimia, *shaker*, botol vial, seperangkat alat *Gas Chromatography* (GC) dengan tipe GC MS (*Mass Selective Detector*) dan Oven*.*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penelitian Tahap Pertama**

Penelitian tahap pertama dilakukan preparasi sampel kemasan *styrofoam*. *Styrofoam* yang digunakan dalam penelitian yaitu berbentuk mangkuk dengan ukuran diameter 11 cm dan tinggi 9 cm. Sampel yang dianalisis menggunakan kromatografi gas harus berbentuk cair, maka sampel kemasan *styrofoam* dipreparasi hingga berbentuk cair. Preparasi dilakukan dengan cara sampel direduksi ukuran dan dilakukan penimbangan. Sampel ditimbang sebanyak 0,5 gram kemudian sampel ditambahkan pelarut metilen klorida/pelarut diklorometana untuk melarutkan polimer. Kemudian sampel dilakukan pengocokan dengan menggunakan *shaker*. Pada tahap ini perlu menunggu sampai sampel benar-benar larut. Setelah proses preparasi selesai, dihasilkan sampel *styrofoam* dalam bentuk cair.

**Penelitian Tahap Kedua**

Penelitian tahap kedua yaitu penyiapan larutan baku *styrene* dan penentuan kurva kalibrasi. Larutan standar *styrene* dibuat dengan berbagai konsentrasi yaitu 0,05 ppm, 0,10 ppm, 0,15 ppm, 0,20 ppm dan 0,25 ppm. Kurva kalibrasi digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu zat dalam sampel menggunakan deret seri larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya. Konsentrasi larutan standar yang membentuk deret seri dianalisis menggunakan kromatografi gas spektrometri massa (GC-MS). Kurva kalibrasi standar stiren ditunjukkan pada gambar 4.

Kurva kalibrasi standar stiren ditunjukkan pada gambar 4.



Kurva Kalibrasi

50000

45000

40000

35000

30000

25000

20000

15000

10000

5000

0

0

0.05

0.1

0.15

0.2

0.25

0.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | y = 4243 | 2x + 32157 |
|  |  |  |  | R² | = 0.9198 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

# Gambar 4. Kurva Kalibrasi Standar Stiren

Berdasarkan kurva kalibrasi didapatkan persamaan y = 42432x + 32157 dengan koefisien relasi mendekati 1 yaitu sebesar 0,9198. Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi stiren yang terdapat dalam sampel.

Kromatogram GC menunjukkan waktu retensi untuk monomer stiren adalah 7,90 menit. Konsentrasi stiren yang terdapat pada kemasan *styrofoam* yaitu sebesar 1,1690 µg/ml yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan persamaan y = 42432x + 32157. Setelah diketahui konsentrasi stiren dalam kemasan *styrofoam* kemudian dilakukan perhitungan kadar stiren dalam *styrofoam* (µg/g). Hasil analisis menunjukkan kadar stiren dalam *styrofoam* yaitu sebesar 23,38 µg/g. Nilai tersebut lebih kecil daripada kandungan monomer stiren dalam kemasan polistiren busa atau *styrofoam* menurut (Mariana, 2013) yaitu sebesar 94,62 ± 4,74 µg/g. Perbedaan nilai kandungan monomer stiren dapat disebabkan oleh jenis pelarut dan jenis alat gas kromatografi. Analisis kandungan monomer stiren pada penelitian ini digunakan pelarut yaitu metilen klorida dan alat kromatografi gas dengan tipe GC- MS (*Mass Selective Detector*) sedangkan penelitian (Mariana, 2013) digunakan pelarut heptana dan alat kromatografi gas dengan tipe GC-FID (*Flame Ionization Detector*).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah GC-MS, karena metode ini cukup efektif untuk pemisahan senyawa yang menggunakan dua metode analisis yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektroskopi massa, paduan keduanya dapat menghasilkan data yang lebih akurat dalam pengidentifikasian senyawa yang dilengkapi dengan struktur molekulnya (Amirshaghagi et al, 2011).

Metode analisis GC-MS yang terpenting adalah membaca spektra yang terdapat pada gabungan kedua metode tersebut, pada spektra GC apabila terdapat banyak senyawa maka akan terlihat banyak puncak yang dihasilkan dari spektra GC tersebut dan berdasarkan data yang sudah diketahui dari literatur bisa diketahui senyawa apa saja yang ada dalam sampel. Informasi yang diperoleh dari kedua teknik ini yang digabung dalam GC-MS adalah hasil dari masing-masing spektra, untuk GC informasi terpenting yang didapat adalah waktu retensi untuk tiap-tiap senyawa dalam sampel, sedangkan untuk spektra MS bisa diperoleh informasi mengenai massa molekul relatif dari senyawa sampel yang diteliti.

Analisis kandungan stiren dalam kemasan *styrofoam* digunakan untuk menghitung nilai kadar awal (C0) stiren dari kemasan. Nilai C0 kemasan digunakan sebagai dasar untuk menghitung seberapa besar kadar stiren yang berpindah atau terlepas dari kemasan *styrofoam* ke dalam air jika terjadi pelepasan, selain itu digunakan untuk menghitung persentase pelepasan dari kemasan *styrofoam* ke dalam air dan untuk menghitung nilai K (konstanta laju pelepasan).

# Penelitian Tahap Ketiga

# Tabel 7. Hasil Analisis Kandungan Stiren yang Terlepas pada Waktu dan Suhu Penyimpanan yang Berbeda

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Waktu (jam)** | **Suhu 70°C** | | **Suhu 80°C** | | **Suhu 90°C** | |
| **Kadar Stiren**  **(µg/g)** | **%**  **Pelepasan** | **Kadar Stiren**  **(µg/g)** | **%**  **Pelepasan** | **Kadar Stiren**  **(µg/g)** | **%**  **Pelepasan** |
| 2,5 | 0,176 | 0,753 | 0,305 | 1,304 | 0,016 | 0,068 |
| 5 | 0,217 | 0,928 | 0,367 | 1,569 | 0,083 | 0,353 |
| 7,5 | 0,377 | 1,612 | 1,382 | 5,911 | 0,486 | 2,078 |
| 10 | 0,617 | 2,639 | 1,424 | 6,090 | 1,993 | 8,524 |

Tabel 7. menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu dan suhu penyimpanan terjadi peningkatan pola pelepasan stiren dari kemasan *styrofoam* ke dalam air, hal ini terlihat dari kadar stiren yang terlepas dan persentase pelepasan stiren yang meningkat seiring dengan bertambahnya waktu dan suhu penyimpanan. Monomer stirena dapat

terlepas dari bentuk polimer terutama jika ada kondisi yang membuat polimer tidak stabil seperti terkena suhu dan tekanan tinggi, berkontak dengan pangan yang panas, berkontak dengan pangan yang bersifat asam, serta mengandung lemak atau minyak. Kondisi inilah yang menjadi bahaya dari penggunaan *polystyrene foam* sebagai wadah makanan dan minuman. Monomer stirena yang terlepas dari bentuk polimer akan berpindah atau bermigrasi kedalam makanan atau minuman dan ikut masuk ke dalam tubuh ketika dikonsumsi. (Badan POM, 2016).

Migrasi monomer stiren dalam sampel pengemas makanan *styrofoam* sangat lambat karena dilihat dari sifat fisika bahwa stiren mendidih pada suhu yang cukup tinggi, akan tetapi pada suhu rendah pun stiren tetap bermigrasi karena stiren sedikit larut dalam air. Migrasi stiren dilakukan pada suhu 5°C, 20°C dan 40°C dengan menggunakan pelarut simulan pangan yaitu emulsi o/w. Dilihat dari suhu yang digunakan dan jenis pelarut yaitu etanol 10% sebagai simulan pangan untuk minyak dalam air menunjukkan bahwa suhu yang lebih tinggi meningkatkan kecepatan migrasi (Amirshaghagi et al, 2011). Semakin lama waktu pengemasan dengan *styrofoam* dan semakin tinggi suhu, semakin besar pula migrasi atau perpindahan bahan-bahan yang bersifat toksik tersebut ke dalam makanan atau minuman. Toksisitas yang ditimbulkan memang tidak langsung nampak (Sulchan, 2007).

Dekomposisi dan migrasi komponen plastik dapat berlangsung

cepat dengan meningkatnya suhu (Syamsir 2008; Andriewongso 2008). Ada tiga faktor dominan yang memicu migrasi, yaitu panas, minyak dan waktu. Semakin tinggi suhu, proses migrasi semakin cepat dan semakin banyak. Migrasi monomer terjadi karena dipengaruhi oleh suhu makanan atau penyimpanan. Demikian pula dengan lamanya makanan tersebut disimpan. Semakin lama kontak antara makanan tersebut dengan kemasan plastik, maka jumlah monomer yang bermigrasi dapat semakin tinggi jumlahnya (Koswara 2006; Sulchan 2007; Koswara 2010).

Migrasi monomer maupun zat-zat pembantu polimerisasi, dalam kadar tertentu dapat larut ke dalam makanan padat atau cair berminyak maupun cairan tak berminyak. Semakin panas makanan yang dikemas, semakin tinggi peluang terjadinya migrasi (perpindahan) ke dalam bahan makanan (Koswara 2006; Sulchan 2007; Koswara 2010).

Mc Gueness dalam Sulchan dan Nur (2007) melaporkan bahwa semakin panas bahan makanan yang dikemas, semakin tinggi peluang terjadinya migrasi zat- zat dalam kemasan ke dalam makanan. Polistirena foam (*styrofoam*) terbentuk dari monomer stiren, adanya pengaruh suhu dapat mengakibatkan terjadinya dekomposisi polistirena menjadi stirena sangat reaktif diudara, sehingga dapat bereaksi dengan hidroksil radikal dan ozon.

# Tabel 8. Hasil Pengamatan Persentase Pelepasan dan ln Pelepasan Stiren pada Waktu dan Suhu Penyimpanan yang Berbeda

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Waktu (jam) | Suhu 70°C | | Suhu 80°C | | Suhu 90°C | |
| % Pelepasan | ln Pelepasan | % Pelepasan | ln Pelepasan | % Pelepasan | ln Pelepasan |
| 2,5 | 0,753 | -0,28 | 1,304 | 0,26 | 0,068 | -2,69 |
| 5 | 0,928 | -0,07 | 1,569 | 0,45 | 0,353 | -1,04 |
| 7,5 | 1,612 | 0,48 | 5,911 | 1,78 | 2,078 | 0,73 |
| 10 | 2,639 | 0,97 | 6,090 | 1,81 | 8,524 | 2,14 |
|  | y =0,172x -0,8 | | y = 0,239x -0,42 | | y = 0,6504x -4,28 | |
| r = 0,98 | | r = 0,92 | | r = 0,99 | |

**Gambar 4. Kurva Regresi Linier Hubungan Waktu dengan ln Pelepasan Stiren pada Suhu 70°C**

**Gambar 5. Kurva Regresi Linier Hubungan Waktu dengan ln Pelepasan Stiren pada Suhu 80°C**

**Gambar 6. Kurva Regresi Linier Hubungan Waktu dengan ln Pelepasan Stiren pada Suhu 90°C**

Dari hasil *plotting* ketiga suhu analisis dapat dilihat bahwa laju pelepasan stiren dari kemasan *styrofoam* ke dalam air mengikuti kecepatan reaksi orde satu, hal ini terlihat dari masing-masing plot kurva ln pelepasan terhadap waktu penyimpanan diperoleh garis lurus. Dari ketiga *plotting* tersebut diperoleh nilai r = 0,98, 0,92 dan 0,99 (nilai r mendekati 1) yang berarti dapat dinyatakan bahwa adanya hubungan yang linier antara waktu penyimpanan dengan ln pelepasan stiren. Nilai energi aktivasi (Ea) diperoleh dari perhitungan menggunakan persamaan Arrhenius. Energi aktivasi (Ea) merupakan energi minimum yang harus dimiliki oleh molekul-molekul pereaksi agar menghasilkan reaksi jika saling bertabrakan. Energi aktivasi merupakan selisih antara energi pereaksi dan energi tertinggi dari keadaan teraktifkan dalam proses tersebut. Kemiringan garis dari persamaan garis waktu versus ln pelepasan dari masing-masing Gambar 1,2 dan 3 merupakan nilai k (tetapan laju), nilai k ini digunakan untuk perhitungan energi aktivasi (Ea). Interpretasi Ea memberikan gambaran mengenai besarnya pengaruh temperatur terhadap reaksi.

**Tabel 4. Hubungan Konstanta Laju Pelepasan Stiren (K) dengan Suhu (1/T)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Suhu (1/T)** | **K** | **ln K** | **ln K** |
| 0,0029 | 0,172 | -1,76 | 1,76 |
| 0,0028 | 0,2392 | -1,43 | 1,43 |
| 0,0027 | 0,6504 | -0,43 | 0,43 |

**Gambar 7. Kurva Regresi Linier Hubungan antara Konstanta Laju Pelepasan (k) dengan suhu (1/T)**

Hasil perhitungan pada Tabel 4. diperoleh nilai koefisien kolerasi r = 0,92 (mendekati 1) yang berarti terdapat kolerasi yang sempurna antara suhu penyimpanan dengan nilai ln k pelepasnnya. Pelepasan stiren dari kemasan *styrofoam* meningkat seiring dengan suhu penyimpanan yang semakin tinggi. Besarnya nilai energi aktivasi diperoleh dari plot kurva ln k terhadap suhu (1/T), pada Tabel 4 dan Gambar 4. Hasil perhitungan pada Tabel 7 diperoleh nilai energi aktivasi (Ea) sebesar 13206,9 kal/mol.

Untuk menentukan nilai K (konstanta laju pelepasan) digunakan metode *ASLT*. Metode *ASLT* menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat (*accelerated*) reaksi deteriorasi (penurunan *usable quality*) produk pangan. Metode ini digunakan untuk mempercepat proses atau reaksi pertambahan pelepasan (persentase pelepasan stiren) dengan suhu 70° C, 80° C, 90°C dengan waktu penyimpanan sampai 10 jam. Nilai K (konstanta laju pelepasan) dihitung menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Linsen :

Mt = K C0

Keterangan :

Mt = massa yang dilepaskan (berpindahi) dari kemasan ke dalam makanan dalam waktu t,

K = konstanta kompleks (laju reaksi pelepasan), C0= konsentrasi awal dalam kemasan, t = waktu (jam/hari/minggu/bulan) e = tetapan (2,718). Ea = energi aktivasi (kal/mol atau J/mol), R = konstanta gas (8,314 J/K/mol)

dan T = suhu absolut (0K).

# Tabel 10.

**Laju Pelepasan Stiren (C0 = 23,38 µg/g) dari Kemasan *Styrofoam* ke dalam Air pada Waktu Penyimpanan 10 jam pada Suhu yang Berbeda**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Suhu (K) (1/T)** | **Kandungan stiren yang terlepas (µg/g)** | **Konstanta Laju Pelepasan**  **(K) (ppm/menit)** |
| 0,0029 | 0,617 | 3,46 x 10-3 |
| 0,0028 | 1,424 | 7,72 x 10-3 |
| 0,0027 | 1,993 | 10,47 x 10-3 |

Keterangan : Rerata konstanta laju pelepasan stiren K : 7,22 x 10-3 ppm/menit

Tabel 10. Dapat dilihat bahwa laju reaksi pelepasan dipengaruhi oleh suhu, dengan bertambahnya suhu, maka laju reaksi bertambah, sehingga konstanta laju pelepasan juga bertambah. Konstanta laju pelepasan (K) stiren rata-rata yaitu sebesar 7,22 x 10-3 ppm/menit. Nilai K (konstanta laju pelepasan) dan Ea (energi aktivasi) yang diperoleh cukup rendah menunjukkan bahwa ikatan stiren dalam kemasan *styrofoam* bersifat tidak stabil, monomer mudah terlepas atau berpindah terutama dengan adanya kondisi panas kelarutannya akan semakin mudah sehingga stiren mudah terlepas pada *styrofoam* dan berpindah ke simulan pangan atau pangan yang dikemasnya.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa monostiren pada kemasan *styrofoam* dapat terlepas ke dalam air. Persentase pelepasan monostiren dari kemasan styrofoam meningkat seiring dengan suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda. Laju migrasi stiren mengikuti kinetika reaksi orde satu, plot antara ln pelepasan dan waktu penyimpanan diperoleh garis lurus. Hasil perhitungan diperoleh nilai energi aktivasi (Ea) sebesar 13206,9 kal/mol. Rerata konstanta laju pelepasan (k) stiren yaitu sebesar 7,22 x 10-3 ppm/menit.

**SARAN**

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pelepasan monostiren dari kemasan *styrofoam* dengan menggunakan simulan pangan selain air.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Amirshaghaghi, Z. et al. 2011. ***Studies Migration Of Styrene Monomer From Polystyrene Packaging into the Food Simulant.*** Vol 8. No 4. Iranian Journal Of Chemical Engineering.
2. Anjarimawati. 2010**. Uji Kualitas Pemanfaatan Styrofoam sebagai Bahan Pembuatan Pot Bunga. PKM.** {Online}. Tersedia : kemahasiswaan.um.ac.id/ (17 September 2019).
3. Badan Pengawas Obat dan Makanan.2011.**Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia No. HK 03.1.23.07.11.6664 tentang Pengawasan Kemasan Pangan**, Jakarta.
4. Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2015. ***Pedoman Gerakan Nasional Peduli Obat dan Pangan Aman untuk Dewasa***. Badan POM, Jakarta.
5. Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. *Artikel*. **Sentra Informasi Keracunan Nasional**. <http://ik.pom.go.id/v2016/qa/bahaya-styrofoam-sebagai-wadah-makanan-dan-minuman>
6. Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 7323:2008. **Syarat Mutu Kemasan *Styrofoam***. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
7. Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 7323:2008. **Prosedur Uji Residu Monomer *Styrene***. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
8. Brown NA. 1991. ***Reproductive and developmental toxicity of styrene****. ReprodToxicol.* 5:3-29.
9. Castle. L. 2000. ***An Introduction to Chemical Migration from Food Contact Materials*.** DEFRA Central Science Laboratory. York.
10. Castle L. 2007. ***Chemical Migration into Food****: An Overview. Di dalam: Barnes KA, Sinclair CR, Watson DH, editor. Chemical Migration and Food Contact Materials. Cambridge, England. CRC Press & Woodhead Publishing Limited*. Hlm. 1-16.
11. DetikNews. 2016. **Belasan Orang di Cianjur Keracunan Nasi Bungkus *Styrofoam***. <http://m.detik.com>. Diakses : 02 Oktober 2019.
12. Dowly,BJ, Laseter JL, Storet J. 1976. ***Transplacental migration and accumulation in blood of volatile organic constituents***. *JPediatr Res.***10:** 696–701
13. [FAO] Food and Drug Admistration*.* 1997. ***Basic Texts on Food Hygiene****.* Rome,Italy. 14.
14. Fiardy, A. 2013. **Penentuan umur simpan keripik ubi jalar dankeripik talas dalam kemasan plastik danaluminium foil.** Skripsi Dep. Teknik Mesin dan Biosistem. Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
15. Galotto, M.J. dan A. Guarda. 1999. ***Comparison between thermal and microwave treatment on the overall migration of plastic material intended to be in contact with food***. Packaging Science and Technology 12 : 277-281.
16. Go Dok. 2017. **Bahaya *Styrofoam* pada Wadah Pembungkus Makanan**. <http://www.go-dok.com>. Diakses : 02 Oktober 2019.
17. Grob, K. 2008. ***The future of simulants in compliance testing regarding the migration from food contact materials into food. Food Control*** 19 (3) : 263-268.
18. Indonesia Kementrian Hukum dan Hak Asasi Manusia. **Undang-Undang Republik Indonesia nomor 18 tentang Pangan**. Jakarta : Kementrian Hukum dan Hak Asasi Manusia. 2012.
19. Irawan, S. dan Supeni, G. 2013. **Karakterisasi Migrasi Kemasan dan Peralatan Rumah Tangga Berbasis Polimer**. Balai Besar Kimia dan Kemasan. Kementrian Perindustrian RI.
20. Julianti, E. dan M. Nurminah. 2006. **Buku Ajar Teknologi Pengemasan**. Medan : Departemen Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
21. Khomsan, A. 2003. **Pangan dan Gizi Untuk Kesehatan.** Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
22. Koswara, S. 2006. **Bahaya di balik Kemasan *Plastik***. Buletin Kesehatan. <http://ebookpangan.com>. (20 September 2019).
23. Lickly, T.D., Lehr, K.M. and Welsh, G.C. 1995. **Migration of Styrene from Polystyrene*.***  Food-Contact Article. Food Chem Toxicol., 1995. 33 (6) 475-81.
24. Ling, S.L. 2006. **Penentuan *Styrene* dan Senyawa Organik Volatile Lainnya di Kemasan Makanan *Polystyrene* menggunakan Kromatograsi Gas**. Universitas Teknologi Malaysia.
25. Linssen, J.P.H., 1992. ***Influence Of Polystyrene and Polyethylene Packaging Materials On Food Quality***.Wageningen:LandbouwuniversiteitWageningenProefschrift Wageningen. ISBN 90-5485-013-2
26. Mareta, D.T. dan Sofia N. A. 2011. **Pengemasan Produk Sayuran dengan Bahan Kemas Plastik pada Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu Dingin**. Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian, 7 (1) : 26-40.
27. Mariana, D. 2013. **Validasi Metode Analisis Kandungan Spesifik Residu Total Monomer Stiren Pada Kemasan Polistiren Busa Dengan Simulan Pangan.** Tesis. Institut Pertanian Bogor.
28. Marsh K, Bugusu B. 2007. ***Food Packaging-Roles, Materials, and Environmental Issues***. J. Food Sci. 72 (3) : 39-55.
29. [Mensesneg RI] Menteri Sekertaris Negara Republik Indonesia. 1996. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 Tentang Pangan. Jakarta : Mensesneg.
30. McCort-Tipton, M. and R.L. Pesselman. 1999. ***What Simulant is Right for My Intended End Use?.*** In: Food Packaging. Testing Methods and Applications. (S. J. Risch, ed.). American Chemical Society, Washington DC.
31. Munarso dan Hariyanto. 2012. **Perkembangan Teknologi Pengolahan Mie***. Jurnal Teknologi Pangan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
32. Murphy, P.G., MacDonald, D.A. and Lickly, T.D. 1992. ***Styrene Migration from General-purpose and High-impact Polystyrene into Food-simulating Solvents***. Fd. Chem. Toxic., 1992. 30 (3) : 225-232.
33. Nugraheni, I. 2018. **Kemasan Pangan**. Yogyakarta : Plantaxia
34. Nurhayati. 2016. **Perancangan Pabrik Polistirena dengan Proses Polimerisasi Larutan Kapasitas 75.000 Ton/Tahun**. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
35. O’Brien, A., A. Leach dan I. Cooper. 2000. ***Polypropylene : Establishment of a rapid extraction test for overall migration limit compliance testing***. Packaging Science and Technology 13 : 13-18.
36. Octhaviana, D.C. 2018. **Perlindungan Hukum Bagi Konsumen Terhadap Penggunaan Kemasan Busa Putih (Styrofoam) sebagai Kemasan Makanan.** Skripsi. Universitas Lampung.
37. Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2004 **Tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan**.
38. Pratiwi, R. 2010. **Pengembangan Metode Penentuan Kadar DEHP dan Analisis Migrasi DEHP ke dalam Simulan Pangan** di Pusat Riset Obat dan Makanan. Badan POM RI. Institut Pertanian Bogor.
39. Rachmawati, W. 2018. **Analisis Migrasi Stiren Dari Pengemas Makanan Polistiren Produk Mie Instan**. Sekolah Tinggi Farmasi Bandung.
40. Rizka, A dan Juliastuti, S.R. 2013. **Pembuatan Stirena dari Limbah Plastik Dengan Metode Pirolisis.** Jurnal Teknik Pomits Vol.2, No 1 Tahun 2013.
41. Rohman, S. 2010. **Evaluasi Kandungan Monomer Stirena Dalam Plastik Pengemas Makanan.**Sentra Teknologi Polimer (STP) ISSN 1410-8720
42. Said, A. 2006. **Desain Kemasan**. Universitas Negeri Makassar. ISBN 978-602-9075-3
43. Sanagi, M.M., Ling, S.L., Nasir, Z., Wan Ibrahim, W.A., dan Naim, A.A. 2006. ***Determination of Residual Styrene Monomer and Other Volatile Organic Compounds in Polystyrene Food Packaging by Gas Chromatography***. Universitas Teknologi Malaysia.
44. Seto, S. 2001. **Pangan dan Gizi Ilmu Teknologi Industri dan Perdagangan Internasional**. IPB. Bogor.
45. Sulchan, Mohammad dan Nur W, Endang. 2007. **Keamanan Pangan Kemasan Plastik dan Styrofoam**. UNDIP. Semarang.
46. Susetyarsi. 2012. **Membangun Brands *Image* Produk melalui Promosi event.** Jurnal STIE Semarang, Vol 4, Edisi Februari (ISSN : 2252 : 7826) 1-8.
47. Suwaidah, I.S., Achyadi, N.S dan Cahyadi, W. 2014. **Kajian Cemaran Logam Berat Timbal Dari Kemasan Kertas Bekas Ke Dalam Makanan Gorengan***.* Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan. Pascasarjana Teknologi Pangan. Universitas Pasundan Bandung.
48. Syarief, R. dan Halid, H. 1989. **Teknologi Penyimpanan Pangan**. Penerbit Arcan. Jakarta.
49. US, FDA. 2002. ***Guide For Industry-Preparation of Premarket Notification For Food Contact Subtance***. http://www. Cfsan.fda.gov

**PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Usulan Penelitian yang berjudul **“Kajian Pelepasan Monostiren Dari Kemasan Styrofoam Untuk Pangan Yang Disimpan Pada Suhu Dan Waktu Yang Berbeda”.**

Penulis menyadari bahwa laporan Proposal Usulan Penelitian ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis memohon maaf kepada semua pihak jika ada kesalahan dalam penyusunan proposal ini. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si, selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
2. Dr.Ir. Nana Sutisna Achyadi, M.P., selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Proposal Usulan Penelitian ini.
3. Dr. Ir. Yusman Taufik, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
4. Dr. Ir. Yudi Garnida, M.P., selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dalam penulisan Proposal Usulan Penelitian ini.
5. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.
6. Orang tua saya yang telah memberikan dorongan moril maupun materil, serta do’a dan restunya hingga selesainya Proposal Usulan Penelitian ini.
7. Sahabat-sahabat dan teman-teman Magister Teknologi Pangan. Terima kasih telah membantu dan memberikan semangat juga dorongan dalam penyelesaian Proposal Usulan Penelitian ini.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, baik secara langsung ataupun tidak langsung, telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Usulan Penelitian ini.

Akhir kata semoga Proposal Usulan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

**DAFTAR ISI**

[**KATA PENGANTAR**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) i

[**DAFTAR ISI**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) iii

[**DAFTAR TABEL**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) v

[**DAFTAR GAMBAR**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) vi

[**DAFTAR LAMPIRAN**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403) vii

[**I PENDAHULUAN** 108D0C9EA79F9BACE118C8200AA004BA90B02000000080000000E0000005F0054006F0063003400360035003400320036003400300033000000](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426403)

[1.1. Latar Belakang](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 1

[1.2. Rumusan Masalah](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 8

[1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 8

[1.4. Kegunaan Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426408) 8

[1.5. Kerangka Pemikiran dan Hipotesis](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426409) 9

[1.5.1. Kerangka Pemikiran](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 9

[1.5.2. Hipotesis](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 13

[**II TINJAUAN PUSTAKA**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426404) 14

[2.1. Keamanan Pangan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 14

[2.1.1. Peraturan Perundang-undangan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 15

[2.2. Definisi Migrasi](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 19

[2.2.1. Mekanisme Migrasi](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 21

[2.2.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengendalikan migrasi](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 21

[2.2.3. Lama Kontak](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 23

[2.3. *Styrene*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 24

[2.3.1. Sifat Fisika dan Kimia *Styrene*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 24

[2.4. Jenis-jenis plastik](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426408) 25

[2.5. *Styrofoam*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426409) 30

[2.5.1. Proses Pembuatan *Styrofoam*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 32

[2.5.2. Dampak Penggunaan *Styrofoam*](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 32

[2.6. Simulan Pangan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426410) 33

[2.7. Pergerakan zat kimia dalam kemasan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426411) 38

[2.8. Metode Arrhenius](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426415) 39

[2.8.1. Reaksi Ordo Nol](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426412) 40

[2.8.2. Reaksi Ordo Satu](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426413) 41

[**III METODE PENELITIAN**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426417) 43

[3.1. Bahan dan Alat Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426418) 43

[3.2. Metode Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426426) 43

[3.2.1. Penelitian Tahap Pertama](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 43

[3.2.2. Penelitian Tahap Kedua](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) ........44

3.2.2.1. [Rancangan Perlakuan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426428) 44

[3.2.2.2. Rancangan Percobaan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426430) 44

[3.2.2.3. Rancangan Respon](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426432) 45

[3.2.3. Penelitian Tahap Ketiga](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 45

[3.3. Deskripsi Penelitian](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426436) 47

[3.3.1. Deskripsi Penelitian Tahap Pertama](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 47

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Kedua](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 48

[3.3.2. Deskripsi Penelitian Tahap Ketiga](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426427) 50

[**DAFTAR PUSTAKA**](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426503) 54

**DAFTAR TABEL**

**Tabel Halaman**

1. [Syarat Mutu Kemasan *Styrofoam* (SNI 7323 : 2008)](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 31

2. [Tipe Pangan dan Simulan Pangan menurut Uni Eropa](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 36

3. [Hasil Analisis Kandungan Stiren yang terlepas pada suhu dan waktu penyimpanan yang berbeda](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 44

4. [Hasil Pengamatan % Pelepasan dan ln Pelepasan Stiren pada waktu dan suhu penyimpanan yang berbeda](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426408) 50

**DAFTAR GAMBAR**

**Gambar Halaman**

1. [Diagram Alir Penelitian Tahap Pertama Pengujian Monomer Stiren pada Kemasan Styrofoam](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 51

2. [Diagram Alir Penelitian Tahap Kedua Penngujian Monomer Stiren pada Bahan](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426406) 52

3. [Diagram Alir Penelitian Tahap Ketiga](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426407) 53

**DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran Halaman**

1. [Analisis Monomer *Styrene* Metode Kromatografi Gas](file:///C:\Users\user\Desktop\SIDANG%20PUTRI\Tesis%20Putri%20Fitriyanti.docx#_Toc465426405) 51

1. Warsiki, E., Damayanthy, E., Damanik, R. 2008. **Karakteristik Mutu Sop Daun Torbangun (Coleus Amboinicus Lour) Dalam Kemasan Kaleng Dan Perhitungan Total Migrasi Bahan Kemasan**. Teknologi Industri 18: 21-24
2. Warsiki, E. 2013. **Material Kontak Pangan dan Kemasan Pangan**. Teknologi Pengemasan Lanjut Bab 3: 29-30
3. Winarno, F.G. 2008. **Kimia Pangan dan Gizi**: Edisi Terbaru. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama
4. Yuliarti, N. 2007. **Awas! Bahaya Dibalik Lezatnya Makanan**. ANDI. Yogyakarta .