

SKRIPSI

PENGARUH SUBTITUEN PADA BENZOIL KLORIDA TERHADAP PERSENTASE HASIL SINTESIS ANALOG 4-FORMIL-2-METOKSIFENIL BENZOAT DENGAN IRADIASI GELOMBANG MIKRO



SOLOMON SEAH PUTRA

FAKULTAS FARMASI UNIVERSITAS AIRLANGGA

DEPARTEMEN ILMU KEFARMASIAN

SURABAYA

2022

SKRIPSI

PENGARUH SUBTITUEN PADA BENZOIL KLORIDA TERHADAP PERSENTASE HASIL SINTESIS ANALOG 4-FORMIL-2-METOKSIFENIL BENZOAT DENGAN IRADIASI GELOMBANG MIKRO

SOLOMON SEAH PUTRA

FAKULTAS FARMASI UNIVERSITAS AIRLANGGA

DEPARTEMEN ILMU KEFARMASIAN

SURABAYA

2022

Lembar Pengesahan

PENGARUH SUBTITUEN PADA BENZOIL KLORIDA TERHADAP PERSENTASE HASIL SINTESIS ANALOG 4- FORMIL-2-METOKSIFENIL BENZOAT DENGAN IRADIASI GELOMBANG MIKRO

SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi pada
Fakultas Farmasi Universitas Airlangga
2022**

Oleh:

**Solomon Seah Putra
NIM. 051811133153**

Skripsi ini telah disetujui pada tanggal 24 Juli 2022 oleh:

Pembimbing Utama



Prof. Dr. apt. Juni Ekowati, M.Si.
NIP. 196706021992032002

Pembimbing Serta



Drs. apt. Marcellino Rudyanto, M.Si., Ph.D.
NIP. 196605181992031002

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Solomon Seah Putra

NIM : 051811133153

adalah mahasiswa Fakultas Farmasi, Universitas Airlangga, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Naskah Tugas Akhir/Skripsi yang saya tulis dengan judul:

Pengaruh Subtituen Pada Benzoil Klorida Terhadap Persentase Hasil Sintesis Analog 4-Formil-2-Metoksifenil Benzoat Dengan Iradiasi Gelombang Mikro

adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan kelulusan dan atau pencabutan gelar yang saya peroleh.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 24 Juli 2022

Yang membuat pernyataan,



Solomon Seah Putra

NIM: 051811133153

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Solomon Seah Putra

NIM : 051811133153

menyatakan bahwa demi kepentingan perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui abstrak Skripsi yang saya tulis dengan judul:

Pengaruh Subtituen Pada Benzoil Klorida Terhadap Persentase Hasil Sintesis Analog 4-Formil-2-Metoksifenil Benzoat Dengan Iradiasi Gelombang Mikro

untuk dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain yaitu Digital Library Perpustakaan Universitas Airlangga untuk kepentingan akademik, sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 24 Juli 2022

Yang membuat pernyataan,



Solomon Seah Putra

NIM: 051811133153

KATA PENGANTAR

Segala syukur dan puji hanya bagi Tuhan Yang Maha ESA, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Subtituen pada Benzoil Klorida Terhadap Persentase Hasil Sintesis Analog 4-Formil-2-Metoksifenil Benzoat dengan Iradiasi Gelombang Mikro”** guna memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana Farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karenanya dalam menyempurnakan skripsi ini penulis mendapat banyak dukungan dan bimbingan dari beberapa pihak. Dengan tersusunnya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang ikut membantu menyelesaikan penulisan skripsi penulis, diantaranya:

1. Prof. Dr. apt. Juni Ekowati, M.Si., selaku dosen pembimbing utama serta Ketua Departemen Ilmu Kefarmasian yang dengan tulus meluangkan waktu untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan ikut serta memberikan arahan juga nasihat kepada penulis dalam rangka menyelesaikan penyusunan naskah skripsi, serta dapat menjadi sosok Ibu yang dapat membimbing anak bimbingnya dengan sangat baik.
2. Drs. apt. Marcellino Rudyanto, M.Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing serta yang dengan tulus telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan ikut serta memberikan arahan juga nasihat kepada penulis dalam rangka menyelesaikan penyusunan naskah skripsi.
3. Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., MT., Ak., CA., selaku Rektor Universitas Airlangga Surabaya yang telah memberikan kesempatan

serta fasilitas kepada penulis selama mengikuti program sarjana juga dalam penyusunan naskah skripsi.

4. Prof. apt. Junaidi Khotib, S.Si., M.Kes., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya yang telah memberikan kesempatan serta fasilitas kepada penulis selama mengikuti program sarjana farmasi juga dalam penyusunan naskah skripsi.
5. Prof. Dr. apt. Amiruddin Prawita dan Prof. Dr. apt. Bambang Tri Purwanto, M.S., selaku dosen penguji yang dengan tulus membantu penulis dalam menyempurnakan naskah skripsi dengan saran dan kritik yang membantu penulis.
6. Dr. apt. Idha Kusumawati, S.Si., M.Si., selaku dosen wali penulis yang telah memberikan dukungan dan banyak pelajaran berharga bagi penulis selama berkuliah di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
7. Seluruh dosen, laboran, serta segenap karyawan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga yang telah berjasa dalam memberikan pengalaman yang sangat berharga selama berkuliah di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga
8. Ibu Djatajoe Widura selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi dengan baik.
9. Bapak Sunar, Bapak Rubiyanto, Bapak Iwan, Bapak Kusaeri, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
10. Rekan seperjuangan tim skripsi Bu Juni, Rossa Auli Tasha, Hanie Salim, Steven Guitomo, dan Kak Dian yang saling membantu dan berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
11. Sahabat dalam Grup Family, Andrew, Syarifah, Kevin, yang selalu memberi semangat, dan menjadi zona nyaman penulis dalam berbagi suka dan duka.

12. Sahabat dalam Grup Vario Manji, Andrew, Kevin, Rio, Firdaus, Dicky, Hasya, dan Steven A., yang selalu memberi semangat, dan menjadi zona nyaman penulis dalam berbagi suka dan duka.
13. Mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Angkatan 2018, khususnya kelas A, yang telah banyak memberikan warna dan cerita dalam menempuh pendidikan gelar sarjana farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
14. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki banyak keterbatasan. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan dan pengetahuan di bidang kefarmasian, terutama dalam bidang sintesis. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Penulis

RINGKASAN

PENGARUH SUBTITUEN PADA BENZOIL KLORIDA TERHADAP PERSENTASE HASIL SINTESIS ANALOG 4- FORMIL-2-METOKSIFENIL BENZOAT DENGAN IRADIASI GELOMBANG MIKRO

Solomon Seah Putra

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa turunan asam ferulat berpotensi dikembangkan menjadi senyawa obat. Penelitian terbaru yang telah dilakukan oleh Melania, (2021) meneliti tentang sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil-4-klorobenzoat sebagai senyawa antara dari turunan asam ferulat yaitu asam 4-(4-kloro) benzoiloksi-3-metoksisinamat. Sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat pada penelitian tersebut dilakukan dengan mereaksikan vanilin dengan *p*-klorobenzoil klorida menggunakan katalis piridin dengan iradiasi gelombang mikro. Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis 4-formil-2-metoksifenil benzoat tersubstitusi. Substituen metoksi dan metil pada benzoil klorida memiliki sifat pendorong elektron sedangkan substituen kloro pada benzoil klorida memiliki sifat penarik elektron. Sehingga pada penelitian ini, diharapkan mendapat informasi mengenai pengaruh substituen pada benzoil klorida terhadap persentase hasil sintesis.

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis 4-formil-2-metoksifenil benzoat tersubstitusi. Reaksi ini dilakukan dengan mereaksikan vanilin dan benzoil klorida tersubstitusi dengan katalis TEA menggunakan iradiasi gelombang mikro dengan daya 200 watt. Campuran reaksi disampling setiap 30 detik untuk melihat kesempurnaan hasil reaksi. Uji kesempurnaan hasil reaksi dilakukan menggunakan kromatografi lapis tipis. Sedikit campuran senyawa yang diambil tiap sampling dilarutkan dalam kloroform, lalu larutan ditotolkan pada lempeng KLT dan dieluasi menggunakan fase gerak kloroform : etil asetat = 2 : 1. Pemisahan dilakukan dengan menambahkan Na_2CO_3 5% pada campuran reaksi dan diaduk lalu disaring menggunakan corong buchner. Residu yang didapat dilakukan proses KLT hingga mendapatkan satu noda yaitu noda 4-formil-2-metoksifenil metilbenzoat tersubstitusi. Setelah mendapat satu noda, residu dikeringkan kemudian ditimbang dan didapat rata-rata persentase hasil reaksi 4-formil-2-

metoksifenil benzoat tanpa substituen sebesar 63,33%; tersubstitusi metoksi sebesar 55,59%; tersubstitusi metil 72,59% dan tersubstitusi kloro 11,06%. Selanjutnya dilakukan identifikasi struktur untuk dengan spektrofotometer UV-Vis, IR, H-NMR serta diuji jarak lebur.

Pada spektrum UV-Vis panjang gelombang dari 4-formil-2-metoksifenil benzoat tanpa substituen sebesar 222 nm, tersubstitusi metoksi sebesar 268 nm, tersubstitusi metil 254 nm dan tersubstitusi kloro 254 nm. Panjang gelombang maksimum senyawa senyawa tersebut dibandingkan dengan vanilin yaitu 230 nm. Adanya pergeseran lamda maksimum ini menunjukkan adanya perubahan struktur dan terbentuknya senyawa yang berbeda dari senyawa awal vanilin. Berdasarkan hasil dari spektrofotometri IR, vanilin telah mengalami modifikasi menjadi senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat tersubstitusi, ditunjukkan oleh hilangnya spektrum OH fenolik yang dimiliki oleh vanilin pada bilangan gelombang $3140,21\text{ cm}^{-1}$ pada semua turunan 4-formil-2-metoksifenil benzoat, dan munculnya ikatan C=O ester yang menunjukkan telah terbentuknya ikatan ester, yang ditunjukkan oleh peak pada bilangan gelombang 1729,91 pada 4-formil-2-metoksifenil benzoat tanpa substituen, 1786,17 pada 4-formil-2-metoksifenil benzoat tersubstitusi metoksi, 1729,06 pada 4-formil-2-metoksifenil benzoat tersubstitusi metil dan 1739,33 pada 4-formil-2-metoksifenil benzoat tersubstitusi kloro. Pada pengujian H-NMR didapat senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat memiliki 12 proton, yaitu 1 proton pada gugus aldehyd, 3 proton pada metoksi yang terikat pada cincin aromatis vanilin, 3 proton pada cincin aromatis vanilin, dan 5 proton pada cincin aromatis ester. Pada spektrum H-NMR dapat dilihat bahwa terdapat 12 proton pada senyawa yang diuji. 1 proton pada gugus aldehyd ditunjukkan dengan *chemical shift* 9,962 ppm, 8 proton pada cincin aromatis pada *chemical shift* 7,328-8,212. Proton dari gugus metoksi ditunjukkan pada *chemical shift* 3,872 ppm. Lalu untuk senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat secara teoritis memiliki 14 proton, namun pada spektrum H-NMR dapat dilihat bahwa terdapat 15 proton pada senyawa yang diuji. 1 proton pada gugus aldehyd ditunjukkan dengan *chemical shift* 9,968 ppm. 7 proton pada cincin aromatis pada *chemical shift* 6,977-8,166. Proton dari gugus metoksi ditunjukkan pada *chemical shift* 3,890 ppm. Adanya integrasi sebesar 7H menunjukkan bahwa terdapat 1 proton berlebih pada gugus metoksi, yang seharusnya hanya berjumlah 6 proton yang dapat diartikan bahwa terdapat lebih dari 2 gugus metoksi pada senyawa hasil, sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil adalah benar 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat, namun tidak dalam keadaan murni, melainkan terdapat pengotor yang berbanding 1:3 dengan senyawa yang diinginkan. Selanjutnya spektrum H-NMR 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat terdapat 14 proton pada senyawa yang diuji. 1 proton pada gugus aldehyd ditunjukkan dengan *chemical shift* 9,969 ppm. 7 proton pada cincin aromatis dari *chemical shift* 7,304-8,101. Proton dari

gugus metoksi ditunjukkan pada *chemical shift* 3,878 ppm. Dari hasil uji kemurnian dan uji identifikasi struktur telah membuktikan bahwa senyawa yang terbentuk adalah 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat dan dalam keadaan murni. Hal ini mendukung hipotesis bahwa 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat dapat disintesis dengan reaksi asilasi vanilin dengan *p*-metilbenzoil klorida menggunakan iradiasi gelombang mikro. Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat pada spektrum H-NMR ditunjukkan bahwa terdapat 11 proton pada senyawa yang diuji. 1 proton pada gugus aldehid ditunjukkan dengan *chemical shift* 9,985 ppm. 7 proton pada cincin aromatis dari *chemical shift* 6,725-8,158. Proton dari gugus metoksi ditunjukkan pada *chemical shift* 3,892 ppm. Dari hasil uji kemurnian dan uji identifikasi struktur telah membuktikan bahwa senyawa yang terbentuk adalah 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat dan dalam keadaan murni. Hal ini mendukung hipotesis bahwa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat dapat disintesis dengan reaksi asilasi vanilin dengan *p*-klorobenzoil klorida menggunakan iradiasi gelombang mikro. Analisis statistik *One Way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Artinya terdapat pengaruh perbedaan substituen metoksi, metil, kloro, dan tanpa substituen pada benzoil klorida terhadap persentase hasil sintesis 4-formil-2-metoksifenil benzoat tersubstitusi.

Data-data pengujian tersebut mendukung hipotesis penelitian bahwa senyawa 4-formil-2-metoksi fenil benzoat tersubstitusi dapat disintesis dari reaksi esterifikasi vanilin dengan benzoil klorida tersubstitusi menggunakan katalis TEA dengan iradiasi gelombang mikro, dan terdapat pengaruh substituen terhadap persentase hasil reaksi senyawa hasil sintesis.

ABSTRACT

The Effect of Substituents at Benzoyl Chloride on the Yield Percentage of the Synthesis of 4-Formyl-2-Methoxyphenyl Benzoate Analogue with Microwave Irradiation

Solomon Seah Putra

In this study, a substituted 4-formyl-2-methoxyphenyl benzoate was synthesized. This reaction is carried out by reacting vanillin and substituted benzoyl chloride with a TEA catalyst using microwave irradiation with a power of 200 watts. The average yield percentage of the reaction product 4-formyl-2-methoxyphenyl benzoate without substituent was 63.33%, substituted by methoxy was 55.59%, substituted by methyl was 72.59% and 11.06% for chloro substituted. Furthermore, the synthesis product identified with UV-Vis, IR, H-NMR spectrophotometers and tested for melting point test. The purity test was carried out by TLC and it was found that the resulting compound of substituted 4-formyl-2-methoxyphenyl benzoate was pure. The average yield percentage of reaction product of 4-formyl-2-methoxyphenyl benzoate without substituent was 63.33%; substituted by methoxy was 55.59%; substituted by methyl was 72.59% and substituted by chloro was 11.06%. One Way ANOVA statistical analysis showed a significance value of 0.000 which is smaller than 0.05. This means that there are differences in the effect of methoxy, methyl, chloro, and no substituents on benzoyl chloride on the yield percentage of substituted 4-formyl-2-methoxyphenyl benzoate. These test data support the research hypothesis that substituted 4-formyl-2-methoxy phenyl benzoate can be synthesized from the esterification reaction of vanillin with substituted benzoyl chloride using a TEA catalyst with microwave irradiation, and that there is an effect of the substituent on the percentage of the reaction product of the synthesized compound.

Keywords : COVID-19, ferulic acid, good health and well being, microwave irradiation, vanillin analogue

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	viii
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Tentang Senyawa Fenolik dan Aktivitasnya.....	8
2.2 Tinjauan Tentang Asam Ferulat	8
2.2.1 Struktur Kimia.....	8
2.2.2 Sumber di Alam	9
2.2.3 Aktivitas	9
2.3 Tinjauan Tentang Vanillin.....	10
2.3.1 Struktur Kimia.....	10
2.3.2 Sumber di Alam	10
2.4 Tinjauan Tentang Reaksi Substitusi Asil Nukleofilik	11
2.5 Tinjauan Tentang Iradiasi Gelombang Mikro	12

2.6	Tinjauan Tentang Uji Kemurnian Senyawa	13
2.6.1	Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	13
2.6.2	Titik Lebur.....	15
2.7	Tinjauan Tentang Identifikasi Struktur	16
2.7.1	Spektrofotometri UV-Vis.....	16
2.7.2	Spektrofotometri FT-IR	18
2.7.3	Spektroskopi NMR.....	20
2.8	Tinjauan Tentang Bahan.....	21
2.8.1	Vanilin	21
2.8.2	Benzoil klorida	21
2.8.3	<i>p</i> -metoksibenzoil klorida.....	22
2.8.4	<i>p</i> -metilbenzoil klorida	23
2.8.5	<i>p</i> -klorobenzoil klorida	23
2.8.6	Tetrahidrofuran (THF)	24
2.8.7	Trietilamina (TEA).....	24
2.8.8	Kloroform.....	25
2.8.9	Etil Asetat	25
2.8.10	Metanol.....	26
2.9	Tinjauan Tentang Hasil reaksi.....	26
2.9.1	4-formil-2-metoksifenil benzoat	26
2.9.2	4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	27
2.9.3	4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat.....	27
2.9.4	4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	28
BAB III	KERANGKA KONSEP	29
3.1	Uraian Kerangka Konseptual	29
3.2	Kerangka Konseptual	31
3.3	Hipotesis Penelitian	32
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	33
4.1	Bahan dan Alat yang Digunakan.....	33
4.1.1	Bahan.....	33
4.1.1	Alat	33

4.2	Kerangka Operasional	34
4.3	Prosedur Kerja	35
4.3.1	Tahap Sintesis Senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat	35
4.3.2	Tahap Sintesis Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	37
4.3.3	Tahap Sintesis Senyawa 4-formil-2-metoksifenil-4 metilbenzoat	38
4.3.4	Tahap Sintesis Senyawa 4-formil-2-metoksifenil-4 klorobenzoat	40
4.4	Tahap Pemisahan dan Pemurnian	41
4.4.1	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat	41
4.4.2	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	42
4.4.3	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	43
4.4.4	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	44
4.5	Uji Kemurnian Senyawa Hasil Sintesis	44
4.5.1	Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	44
4.5.2	Penentuan Titik Lebur	45
4.6	Identifikasi Struktur Hasil Sintesis	45
4.6.1	Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri UV-Vis	45
4.6.2	Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri FT-IR	46
4.6.3	Identifikasi Struktur dengan Spektroskopi ¹ H-NMR	46
4.7	Perhitungan Teoritis Persentase Hasil Sintesis	47
4.7.1	Senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat	47
4.7.2	Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	48
4.7.3	Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	48
4.7.4	Senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	49
4.8	Analisis Statistika	50
4.8.1	Analisis Statistika Hasil Sintesis Senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat Tersubstitusi	50

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	51
5.1 Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil benzoat.....	51
5.1.1 Hasil Uji Kesempurnaan Reaksi	51
5.1.2 Persentase Hasil Sintesis	52
5.2 Uji Kemurnian Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil benzoat	53
5.2.1 Uji Kromatografi Lapis Tipis.....	53
5.2.2 Uji Jarak Lebur.....	54
5.3 Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil benzoat	55
5.3.1 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri UV-Vis.....	55
5.3.2 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri FT-IR	56
5.3.3 Identifikasi Struktur dengan Spektroskopi ¹ H-NMR	58
5.4 Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksi fenil 4-metoksibenzoat	60
5.4.1 Hasil Uji Kesempurnaan Reaksi	60
5.4.2 Persentase Hasil Sintesis	61
5.5 Uji Kemurnian Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat.....	63
5.5.1 Uji Kromatografi Lapis Tipis.....	63
5.5.2 Uji Jarak Lebur.....	64
5.6 Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	65
5.6.1 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri UV-Vis.....	65
5.6.2 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri FT-IR	66
5.6.3 Identifikasi Struktur dengan Spektroskopi ¹ H-NMR	68
5.7 Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksi fenil 4-metilbenzoat.....	70
5.7.1 Hasil Uji Kesempurnaan Reaksi	70
5.7.2 Persentase Hasil Sintesis	72
5.8 Uji Kemurnian Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	72
5.8.1 Uji Kromatografi Lapis Tipis.....	72
5.8.2 Uji Jarak Lebur.....	73

5.9 Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat.....	74
5.9.1 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri UV-Vis.....	74
5.9.2 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri FT-IR	75
5.9.3 Identifikasi Struktur dengan Spektroskopi ¹ H-NMR	78
5.10 Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksi fenil 4-klorobenzoat.....	80
5.10.1 Hasil Uji Kesempurnaan Reaksi	80
5.10.2 Persentase Hasil Sintesis	81
5.11 Uji Kemurnian Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat.....	85
5.11.1 Uji Kromatografi Lapis Tipis.....	85
5.11.2 Uji Jarak Lebur.....	86
5.12 Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	87
5.12.1 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri UV-Vis.....	87
5.12.2 Identifikasi Struktur dengan Spektrofotometri FT-IR	88
5.12.3 Identifikasi Struktur dengan Spektroskopi ¹ H-NMR	90
5.13 Analisis Statistika Hasil Sintesis	91
5.13.1 Hasil Uji Normalitas.....	92
5.13.2 Hasil Uji Homogenitas	92
5.13.3 Hasil Uji <i>One Way ANOVA</i>	93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	95
6.1 Kesimpulan.....	95
6.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	101

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
IV. 1 Perhitungan Persentase Hasil Reaksi Senyawa 4-Formil-2-Metoksifenil Benzoat	47
IV. 2 Perhitungan Persentase Hasil Reaksi Senyawa 4-Formil-2-Metoksifenil 4-Metoksibenzoat	48
IV. 3 Perhitungan Persentase Hasil Reaksi Senyawa 4-Formil-2-Metoksifenil 4-Metilbenzoat	48
IV. 4 Perhitungan Persentase Hasil Reaksi Senyawa 4-Formil-2-Metoksifenil 4-Klorobenzoat	49
V. 1 Hasil kesempurnaan reaksi sintesis 4-formil-2-metoksifenil benzoat menggunakan eluen heksan-etil asetat (4:1)	51
V. 2 Persentase hasil sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat	52
V. 3 Hasil uji kemurnian 4-formil-2-metoksifenil benzoat dengan KLT	53
V. 4 Hasil uji jarak lebur 4-formil-2-metoksifenil benzoat dan vanilin	54
V. 5 Interpretasi spektrum IR 4-formil-2-metoksifenil benzoat dan vanilin	57
V. 6 Tabel Analisis Data <i>Chemical shift</i> H pada 4-formil-2-metoksifenil benzoat	59
V. 7 Hasil kesempurnaan reaksi sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat menggunakan eluen heksan-etil asetat (4:1)	61
V. 8 Persentase hasil sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	62
V. 9 Hasil uji kemurnian 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat dengan KLT	64
V. 10 Hasil uji jarak lebur 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat dan vanilin	64
V. 11 Interpretasi spektrum IR 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat dan vanilin	67
V. 12 Tabel Analisis Data <i>Chemical shift</i> H pada 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	69
V. 13 Hasil kesempurnaan reaksi sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat menggunakan eluen heksan-etil asetat (4:1)	71
V. 14 Persentase hasil sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	72

V. 15 Hasil uji kemurnian 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat dengan KLT	73
V. 16 Hasil uji jarak lebur 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat dan vanilin	73
V. 17 Interpretasi spektrum IR 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat dan vanilin	76
V. 18 Tabel Analisis Data <i>Chemical shift</i> H pada 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	79
V. 19 Hasil kesempurnaan reaksi sintesis 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat menggunakan eluen heksan-etil asetat (4:1)	80
V. 20 Persentase hasil sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	81
V. 21 Hasil uji kemurnian 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat dengan KLT	86
V. 22 Hasil uji jarak lebur 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat dan vanilin	86
V. 23 Interpretasi spektrum IR 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat dan vanilin	89
V. 24 Tabel Analisis Data <i>Chemical shift</i> H pada 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
2. 1 Struktur asam ferulat	8
2. 2 Struktur vanilin	10
2. 3 Mekanisme substitusi asil nukleofilik	11
2. 4 Perbedaan pemanasan microwave dan konvensional	12
2. 5 Skema pemilihan tipe pemisahan	13
2. 6 Kromatografi lapis tipis	14
2. 7 Diagram titik leleh-komposisi dari senyawa A dan B	16
2. 8 Beberapa jenis getaran	18
2. 9 Daerah spektrum IR tengah	19
2. 10 Korelasi pergeseran kimia ¹ H dengan lingkungan	20
2. 11 Struktur vanilin	21
2. 12 Struktur benzoil klorida	21
2. 13 Struktur <i>p</i> -metoksibenzoil klorida	22
2. 14 Struktur <i>p</i> -metilbenzoil klorida	23
2. 15 Struktur <i>p</i> -klorobenzoil klorida	23
2. 16 Struktur tetrahidrofuran	24
2. 17 Struktur trietilamina	24
2. 18 Struktur kloroform	25
2. 19 Struktur etil asetat	25
2. 20 Struktur metanol	26
2. 21 Struktur 4-formil-2-metoksifenil benzoat	26
2. 22 Struktur 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	27
2. 23 Struktur 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	27
2. 24 Struktur 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	28
 3. 1 Skema kerangka konseptual	 31
 4. 1 Skema kerangka operasional	 34
4. 2 Skema tahap sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat	35
4. 3 Skema tahap sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	37
4. 4 Skema tahap sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	38
4. 5 Skema tahap sintesis senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	40

4. 6 Skema tahap pemisahan dan pemurnian senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat	41
4. 7 Skema tahap pemisahan dan pemurnian senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	42
4. 8 Skema tahap pemisahan dan pemurnian senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	43
4. 9 Skema tahap pemisahan dan pemurnian senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	44
5. 1 Hasil <i>overlay</i> spektrum UV dari 4-formil-2-metoksifenil benzoat dan vanilin dengan pelarut etanol	55
5. 2 Spektrum IR senyawa 4-formil-2-metoksifenil benzoat	56
5. 3 Spektrum IR senyawa Vanilin	57
5. 4 Hasil Spektrum ¹ H-NMR 4-formil-2-metoksifenil benzoat	58
5. 5 Hasil <i>overlay</i> spektrum UV dari 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat dan vanilin dengan pelarut etanol	65
5. 6 Spektrum IR senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	66
5. 7 Spektrum IR senyawa vanilin	67
5. 8 Hasil Spektrum ¹ H-NMR 4-formil-2-metoksifenil 4-metoksibenzoat	68
5. 9 Hasil <i>overlay</i> spektrum UV dari 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat dan vanilin dengan pelarut etanol	74
5. 10 Spektrum IR senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	75
5. 11 Spektrum IR senyawa Vanilin	76
5. 12 Hasil Spektrum ¹ H-NMR 4-formil-2-metoksifenil 4-metilbenzoat	78
5. 13 Efek Substituen Terhadap Reaktivitas Cincin Benzena	82
5. 14 Efek Induksi	83
5. 15 Efek Resonansi	83
5. 16 Hasil <i>overlay</i> spektrum UV dari 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat dan vanilin dengan pelarut etanol	87
5. 17 Spektrum IR senyawa 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	88
5. 18 Spektrum IR senyawa Vanilin	89
5. 19 Hasil Spektrum ¹ H-NMR 4-formil-2-metoksifenil 4-klorobenzoat	90
5. 20 Hasil Uji <i>One Way ANOVA</i>	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Hasil KLT Kesempurnaan Reaksi Sintesis dengan daya 200 Watt	102
2 KLT Uji Kemurnian dengan 3 Jenis Eluen	104
3 <i>Overlay</i> Spektrum UV-Vis Vanilin dan Senyawa Hasil Sintesis	107
4 Spektrum FT-IR Senyawa	110
5 Spektrum ¹ H-NMR Senyawa	113
6 Hasil Uji Statistika	116