

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Penelitian .....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Sistematika Penulisan .....	8
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
<b>BAB III. LANDASAN TEORI</b> .....	<b>18</b>

3.1	Spektroskopi Fotoakustik Laser CO <sub>2</sub> .....	18
3.1.1	Efek Fotoakustik pada Gas .....	18
3.1.2	Pembangkitan Sinyal Fotoakustik.....	20
3.2	Sumber Radiasi CO <sub>2</sub> .....	23
3.3	Analisis Multikomponen.....	27
3.4	Gas Amonia pada Gangguan Liver .....	29
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN.....</b>		<b>31</b>
4.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
4.2	Subyek Penelitian .....	31
4.3	Bahan Penelitian.....	32
4.4	Alat Penelitian .....	32
4.4.1	Spektrometer Fotoakustik Laser CO <sub>2</sub> .....	33
4.4.2	Sistem Sampling .....	38
4.5	Prosedur Kerja dan Pengumpulan Data .....	40
4.5.1	Karakterisasi Kinerja Spektrometer Fotoakustik .....	40
4.5.2	Penerapan Metode Spektroskopi Fotoakustik untuk Mendeteksi Konsentrasi Gas Amonia pada Gas Hembus Napas Pasien Penderita Liver serta Relawan Sehat .....	48
4.6	Teknik Analisis Data Penelitian .....	52
<b>BAB V. Hasil dan Pembahasan.....</b>		<b>53</b>
5.1	Pelurusan Optik Spektrometer Fotoakustik Laser CO <sub>2</sub> Konfigurasi Intrakavitas .....	53
5.2	Optimasi Daya dan Pemayaran Laser CO <sub>2</sub> .....	55
5.3	Spektrum Serapan Laser CO <sub>2</sub> untuk Gas Amonia.....	58
5.4	Kurva Resonansi dan Faktor Kualitas .....	62
5.5	Sinyal Latar, Derau (Noise) dan Batas Deteksi Terendah (BDT).....	64
5.6	Linearitas Gas Standar (Etilen,Aseton dan Amonia) .....	67

5.7 Aplikasi Spektroskopi Fotoakustik Laser CO <sub>2</sub> untuk Mengukur Konsentrasi Gas Amonia Pasien Penderita Liver dan Relawan Sehat ....	75
<b>BAB VI. Kesimpulan dan Saran.....</b>	<b>80</b>
6.1 Kesimpulan .....	80
6.2 Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>82</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>86</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Konsentrasi gas aseton pasien diabetes millitus tipe 2 dan relawan sehat (Tyas, 2017) .....	13
Gambar 2.2 Konsentrasi gas amonia pada relawan sehat dan pasien gagal ginjal (Nusa, 2017) .....	15
Gambar 3.1 Tingkat energi vibrasi pada laser CO <sub>2</sub> .....	20
Gambar 3.2 Tiga ragam normal getaran molekul CO <sub>2</sub> .....	23
Gambar 3.3 Tingkat energi vibrasi molekul terkait transisi laser CO <sub>2</sub> .....	26
Gambar 4.1 Skema alat spektrometer fotoakustik laser CO <sub>2</sub> .....	33
Gambar 4.2 Skema Tabung laser CO <sub>2</sub> .....	34
Gambar 4.3 Skema sel Fotoakustik .....	37
Gambar 4.4 Diagram alir optimasi daya laser .....	43
Gambar 4.5 Sistem <i>scrubber</i> dan <i>sample bag</i> yang digunakan untuk pengambilan data sampel gas hembus napas manusia .....	50
Gambar 5.1 Komponen optik spektrometer fotoakustik konfigurasi intrakavitas .....	53
Gambar 5.2 Laser dioda .....	54
Gambar 5.3 Komponen pengaturan <i>gratting</i> .....	57
Gambar 5.4 Hasil pemayaran garis laser CO <sub>2</sub> .....	58
Gambar 5.5 <i>Setting</i> LabVIEW .....	59
Gambar 5.6 Hasil pemayaran garis laser dan serapan terhadap gas amonia .....	60
Gambar 5.7 Kestabilan daya laser CO <sub>2</sub> pada garis 10P12 .....	61
Gambar 5.8 Kurva resonansi garis laser 10P12 .....	63
Gambar 5.9 Sinyal latar pada garis 10P12 .....	65
Gambar 5.10 Grafik sinyal derau ( <i>noise</i> ) sistem fotoakustik pada garis 10P12 ..	66

Gambar 5.11 Kurva linearitas gas etilen pada garis 10P14 .....	68
Gambar 5.12 Kurva linearitas gas etilen pada garis 10P20 .....	69
Gambar 5.13 Kurva linearitas gas etilen pada garis 10P12 .....	69
Gambar 5.14 Kurva linearitas gas aseton pada garis 10P14 .....	70
Gambar 5.15 Kurva linearitas gas aseton pada garis 10P20 .....	71
Gambar 5.16 Kurva linearitas gas aseton pada garis 10P12 .....	71
Gambar 5.17 Kurva linearitas gas amonia pada garis 10P14.....	72
Gambar 5.18 Kurva linearitas gas amonia pada garis 10P20.....	73
Gambar 5.19 Kurva linearitas gas amonia pada garis 10P12.....	73
Gambar 5.20 Grafik konsentrasi gas amonia pada relawan sehat dan relawan pasien liver .....	76
Gambar 5.21 Grafik konsentrasi gas etilen pada relawan sehat dan relawan pasien liver .....	77
Gambar 5.22 Grafik konsentrasi gas aseton pada relawan sehat dan relawan pasien liver .....	78

## DAFTAR TABEL

2.1	Hasil pengukuran konsentrasi gas amonia pada manusia .....	15
5.1	Kurva Linearitas Gas Etilen pada Garis 10P14, 10P20 dan 10P12.....	70
5.2	Kurva Linearitas Gas Aseton pada Garis 10P14, 10P20 dan 10P12.....	72
5.3	Kurva Linearitas Gas Amonia pada Garis 10P14, 10P20 dan 10P12 .....	74

## DAFTAR ISTILAH

Konfigurasi intrakavitas :	sel fotoakustik berada dalam rongga resonator laser.
Sistem <i>scrubber</i> :	alat atau bahan untuk menangkap senyawa gas tertentu yang tidak diinginkan.
<i>Non invasive</i> :	tindakan yang tidak menciptakan luka pada tubuh manusia.
Eksitasi :	penambahan tenaga pada suatu sistem yang mengalihkannya dari keadaan dasarnya ke suatu keadaan dengan tenaga yang lebih tinggi.

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran I

1. <i>Ethics Commite Approval</i> .....	86
2. Surat Ijin Penelitian RSUP Dr. Sardjito .....	87
3. Lembar Penjelasan Kepada Calon Subjek .....	88
4. Lembar Persetujuan ( <i>Informed Consent</i> ) .....	90
5. Lembar Identitas Responden .....	91
6. Lembar Persetujuan ( <i>Informed Consent</i> ) RSUP Dr. Sardjito .....	93

### Lampiran II

1. Kurva Resonansi Gas Amonia, Etilen dan Aseton Beserta Faktor Kualitasnya (Q) .....	94
2. Perhitungan Batas Deteksi Terendah (BDT).....	100
3. Karakterisasi Spektrometer Fotoakustik .....	103

### Lampiran III

1. Konsentrasi Gas Hembus Napas Relawan.....	107
2. Data Medis Relawan Penderita Liver.....	108

### Lampiran IV

1. Analisis Statistik Konsentrasi Gas Etilen pada Napas Relawan Sehat dengan Sakit.....	110
2. Analisis Statistik Konsentrasi Gas Aseton pada Napas Relawan Sehat dengan Sakit .....	111
3. Analisis Statistik Konsentrasi Gas Amonia pada Napas Relawan Sehat dengan Sakit.....	112

## **Lampiran V**

1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian dan Alat Penelitian ..... 114