

**VALIDASI METODE PENENTUAN MINYAK DAN LEMAK PADA AIR
DENGAN *FOURIER TRANSFORM INFRA-RED* (FTIR)**

DI PT. KEHATILAB INDONESIA

SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN



OLEH :

NAMA : HADI SUYONO

NIM : 210270006

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SATYA NEGARA INDONESIA

JAKARTA

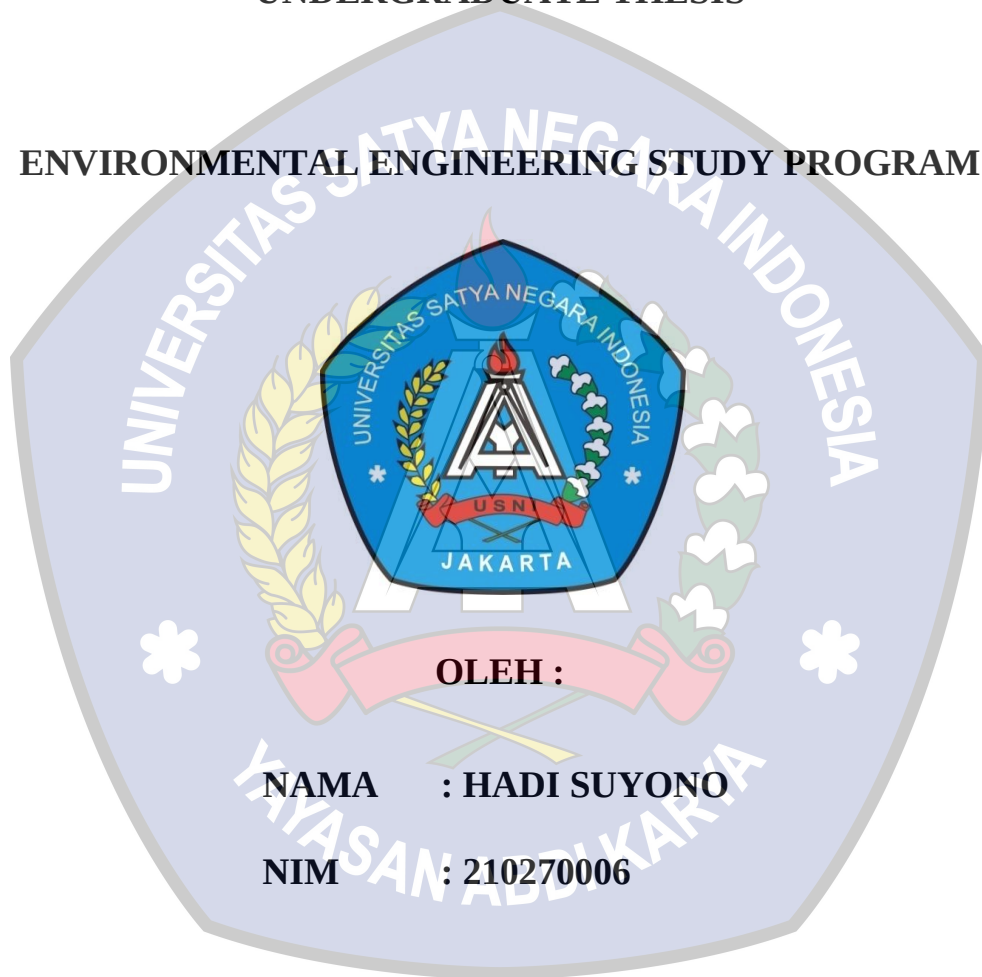
2024

**VALIDATION OF OIL AND GREASE DETERMINATION METHOD IN
WATER BY FOURIER TRANSFORM INFRA-RED (FTIR)**

AT PT. KEHATILAB INDONESIA

UNDERGRADUATE THESIS

ENVIRONMENTAL ENGINEERING STUDY PROGRAM



OLEH :

NAMA : HADI SUYONO

NIM : 210270006

**FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITY SATYA NEGARA INDONESIA**

JAKARTA

2024

**VALIDASI METODE PENENTUAN MINYAK DAN LEMAK PADA AIR
DENGAN *FOURIER TRANSFORM INFRA-RED* (FTIR)**

DI PT. KEHATILAB INDONESIA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

SARJANA TEKNIK



OLEH :

NAMA : HADI SUYONO

NIM : 210270006

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SATYA NEGARA INDONESIA

JAKARTA

2024

**VALIDATION OF OIL AND GREASE DETERMINATION METHOD IN
WATER BY FOURIER TRANSFORM INFRA-RED (FTIR)**

AT PT. KEHATILAB INDONESIA

UNDERGRADUATE THESIS

Presented As One Of Terms To Acquire Degree

BACHELOR OF ENGINEERING



OLEH :

NAMA : HADI SUYONO

NIM : 210270006

FACULTY OF ENGINEERING

UNIVERSITY SATYA NEGARA INDONESIA

JAKARTA

2024

SURAT PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Hadi Suyono

NIM : 210270006

Program Studi : Teknik Lingkungan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul Validasi Metode Penentuan Minyak dan Lemak Pada Air Dengan Fourier Transform Infra-Red (FTIR) di PT. Kehatilah Indonesia adalah benar karya saya dengan arahan pembimbing dan belum diajukan ke dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi ataupun instansi mana pun. Sumber informasi yang didapat dan dikutip berasal dari karya yang telah diterbitkan oleh penulis lain yang telah disebutkan dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir penulisan karya tulis ini. Saya bersedia dikenai sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan tindakan plagiat (penjiplakan).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 22 Agustus 2024



Hadi Suyono

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

NAMA : HADI SUYONO
NIM : 210270006
JURUSAN : TEKNIK
KONSENTRASI : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL SKRIPSI : VALIDASI METODE PENENTUAN MINYAK
DAN LEMAK DENGAN FOURIER TRANSFORM
INFRA-RED (FTIR) DI PT. KEHATILAB INDONESIA
TANGGAL UJIAN : 22 AGUSTUS 2024

JAKARTA, 22 AGUSTUS 2024

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

(Dr. Yusriani Sapta Dewi, M.Si)

(Ir. Benjamin J. Lekatompessy, ST., MT)

DEKAN

KETUA PROGRAM STUDI

(Hermalom Sitorus, ST., M. KOM)

(Ir. Nurhayati, M.Si)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**VALIDASI METODE PENENTUAN MINYAK DAN LEMAK PADA AIR DENGAN
FOURIER TRANSFORM INFRA-RED (FTIR) DI PT. KEHATILAB INDONESIA**

OLEH :

NAMA : HADI SUYONO
NIM : 210270006

Telah dipertahankan di depan Penguji pada tanggal 22 Agustus 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

KETUA PENGUJI

(Dr. Yusriani Sapta Dewi, M.Si)

PENGUJI I

(Ai Silmi, ST. MT)

PENGUJI II

(Sri Rachmawati H. Siregar, S.T., M.T)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia -Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan dalam menyelesaikan jenjang perkuliahan Strata I Teknik Lingkungan Universitas Satya Negara Indonesia.

Rasa cinta dan bangga penulis persembahkan kepada Ayahanda, Ibunda, Kakak serta Adik tercinta atas do'a dan semangat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Satya Negara Indonesia Dr. Sihar P. Sitorus, BSBA., MBA.
2. Bapak Hernalom Sitorus, ST., M. KOM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia.
3. Ibu Ir. Nurhayati, M.Si selaku Kepala Jurusan Teknik Lingkungan, Ir. Nurhayati, M.Si.
4. Ibu Dr. Yusriani Sapta Dewi, M.Si selaku Pembimbing Materi, yang sudah membantu memberikan masukan dan saran dalam penulisan karya tulis ini.
5. Bapak Ir. Benjamin J. Lekatompessy, ST., MT., Selaku Pembimbing Teknis Penulisan, yang sudah memberikan masukan dan saran dalam penulisan karya tulis ini.
6. Dosen-dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Satya Negara Indonesia.
7. Istri dan anak-anak ku tersayang atas do'a dan penyemangat dalam menyelesaikan karya tulis ini.
8. Rekan-rekan Teknik Lingkungan Universitas Satya Negara Indonesia (USNI) Jakarta yang turut membantu secara fisik maupun dukungan moril selama proses pembuatan karya tulis ini.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi peningkatan di masa depan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan ilmunya dan masyarakat luas pada umumnya.



ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian validasi metode penentuan minyak dan lemak dalam air dengan *fourier transform infra-red* (FTIR) tipe L1600100 *spectrum two* nomor seri 123010. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode analisis minyak dan lemak menggunakan *fourier transform infra-red* (FTIR) dalam mengukur kadar minyak dan lemak mencapai 1 mg/l. Hasil penelitian yang diperoleh dibandingkan dengan syarat keberterimaan yang ditetapkan PT. Kehatilab Indonesia sehingga dapat digunakan untuk analisis rutin. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan untuk uji linieritas diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9996. Uji akurasi diperoleh nilai %recovery 98,20% dengan nilai rentang (96,29 - 100,54)%. Uji presisi diperoleh nilai %RSD sebesar 1,48%. Uji LoQ (Limit of Quantity) diperoleh nilai sebesar 0,5 mg/l. Uji MDL (Method Detection Limit) diperoleh nilai sebesar 0,2 mg/l. Uji repeatabilitas diperoleh nilai %RSD 4,22% untuk kadar rendah, 4,85% untuk kadar sedang dan 3,01% untuk kadar tinggi. Uji reproduktibilitas diperoleh nilai %RSD 4,24% untuk kadar rendah, 4,21% untuk kadar sedang dan 3,71% untuk kadar tinggi. Semua parameter uji telah memenuhi syarat keberterimaan, sehingga metode penetapan kadar minyak dan lemak dalam air dengan *fourier transform infra-red* (FTIR) tipe L1600100 *spectrum two* nomor seri 123010 dapat digunakan untuk analisis rutin di PT. Kehatilab Indonesia.

Kata kunci : validasi metode, minyak dan lemak, *fourier transform infra-red* (FTIR)

ABSTRACT

This research has been conducted to validate the method of determining oil and fat in water with fourier transform infra-red (FTIR) type L1600100 spectrum two serial number 123010. This study aims to determine the method of oil and fat analysis using fourier transform infra-red (FTIR) in measuring oil and fat levels up to 1 mg/l. The results obtained were compared with the acceptance requirements set by PT Kehatilab Indonesia so that it can be used for routine analysis. Based on the experiments that have been carried out for the linearity test, the coefficient of determination (R^2) value is 0.9996. The accuracy test obtained a %recovery value of 98.20% with a range value of (96.29 - 100.54)%. The precision test obtained a %RSD value of 1.48%. LoQ (Limit of Quantity) test obtained a value of 0.5 mg/l. MDL (Method Detection Limit) test obtained a value of 0.2 mg / l. The repeatability test obtained a %RSD value of 4.22% for low levels, 4.85% for medium levels and 3.01% for high levels. The reproducibility test obtained a %RSD value of 4.24% for low levels, 4.21% for medium levels and 3.71% for high levels. All test parameters have met the acceptance requirements, so the method of determining oil and fat content in water with fourier transform infra-red (FTIR) type L1600100 spectrum two serial number 123010 can be used for routine analysis at PT Kehatilab Indonesia.

Keywords: *method validation, oil and grease, fourier transform infra-red (FTIR)*

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	v
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	vi
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air.....	5
2.2 Baku Mutu Air Sungai.....	6
2.3 Validasi Metode.....	6
2.3.1 Linieritas.....	7
2.3.2 Akurasi	7
2.3.3 Presisi	8
2.3.4 LoQ (<i>Limit of Quantity</i>)	8
2.3.5 MDL (<i>Method Detection Limit</i>)	9
2.3.6 Repeatabilitas	9
2.3.7 Reprodusibilitas.....	9
2.4 Minyak dan Lemak	9

2.5 Metode Analisis Minyak Lemak	10
2.5.1 Gravimetri	10
2.5.2 <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR).....	10
2.6 Tinjauan Penelitian	12
BAB III.....	18
METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.1.1 Waktu Penelitian	18
3.1.2 Tempat Penelitian.....	18
3.2 Desain Penelitian	18
3.3 Metode Pengumpulan Data	18
3.4 Data dan Sumber Data	18
3.4.1 Data Primer.....	18
3.4.2 Sumber Data.....	19
3.5 Variabel Penelitian	19
3.5.1 Variabel Terikat.....	19
3.5.2 Variabel Bebas	19
3.6 Skema Penelitian	19
3.7 Prosedur Perolehan Data	20
3.7.1 Persiapan sampel	20
3.7.1 Linieritas.....	20
3.7.2 Akurasi	20
3.7.3 Presisi	20
3.7.4 LoQ (<i>Limit of Quantity</i>)	20
3.7.5 MDL (<i>Method Detection Limit</i>)	21
3.7.6 Repeatabilitas	21
3.7.7 Reprodusibilitas.....	21
3.8 Pengkondisian <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR)	21
3.9 Kerangka Berfikir	22
BAB IV.....	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	24

4.1 Umum	24
4.2 Hasil dan Pembahasan	25
4.2.1 Linieritas.....	25
4.2.2 Akurasi	27
4.2.3 Presisi	28
4.2.4 LoQ (<i>Limit of Quantity</i>)	29
4.2.5 MDL (<i>Method Detection Limit</i>)	29
4.2.6 Repeatabilitas	32
4.2.7 Reprodusibilitas.....	36
BAB V	38
KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39



DAFTAR TABEL

Tabel 1: Nilai Persen <i>Recovery</i> Berdasarkan Konsentrasi Analit	8
Tabel 2. Tinjauan Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3. Hasil Penelitian Validasi Metode dan Syarat Keberterimaan	22
Tabel 4. Kurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak.....	23
Tabel 5. Syarat Keberterimaan Kurva Linieritas.....	24
Tabel 6. Hasil Akurasi dan Syarat Keberterimaan	25
Tabel 7. Hasil Presisi dan Syarat Keberterimaan	26
Tabel 8. Kurva Linieritas MDL.....	27
Tabel 9. Syarat Keberterimaan Kurva MDL	28
Tabel 10. Hasil LoQ dan MDL dan Syarat Keberterimaan.....	30
Tabel 11. Syarat Keberterimaan MDL	31
Tabel 12. Hasil Repeatabilitas dan Reprodusibilitas Kadar Rendah.....	32
Tabel 13. Hasil Repeatabilitas dan Reprodusibilitas Kadar Sedang	33
Tabel 14. Hasil Repeatabilitas dan Reprodusibilitas Kadar Tinggi	34
Tabel 15. Syarat Keberterimaan Repeatabilitas dan Reprodusibilitas	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rangkaian Kerja Spektrofotometer FTIR	11
Gambar 2. Skema Spektrofotometer FTIR.....	12
Gambar 3. Skema Penelitian	22
Gambar 4. Alat fourier transform infra-red (FTIR) PerkinElmer	23
Gambar 5. Kerangka Berpikir	25
Gambar 6. PerhitunganKurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak.....	26
Gambar 7. Kurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak	26
Gambar 8. Kurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak	30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran air merupakan masuknya suatu makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Menurut Kristanto (2002) pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal.

Air merupakan sumber daya yang tidak ada batasnya, sehingga pemanfaatan sumber daya air harus disesuaikan dengan jumlah yang tersedia di alam. Dari tahun ke tahun, kelayakan air memiliki kualitas yang menurun dan tidak memenuhi syarat air bersih, hal ini disebabkan oleh adanya pesatnya pertumbuhan penduduk yang memungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan juga semakin meningkat (Lestari et al., 2015). Sekitar 80% air yang digunakan manusia untuk aktivitasnya akan dibuang lagi dalam bentuk air yang sudah tercemar, baik itu limbah industri maupun limbah rumah tangga (Purwanti, 2018).

Pencemaran lingkungan timbul dari pembuangan limbah dapur yang langsung dibuang ke saluran air atau perairan umum. Pencemaran lingkungan oleh bahan organik dan lemak adalah media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme, sehingga menimbulkan bau tidak enak (bau busuk) karena terjadi proses pembusukan. Permukaan air akan tertutupi lemak dalam limbah cair dapur di perairan, sehingga menghambat masuknya oksigen. Keseimbangan ekosistem air terganggu akibat kekurangan oksigen di perairan, sehingga menyebabkan kematian berbagai biota air (Ganefati, 2011 dalam Purwanti, 2018).

Sumber air lingkungan dapat tercemar limbah minyak/lemak jika dibiarkan mengalir dalam saluran drainase lingkungan, karena dalam limbah cair minyak/lemak terdapat polutan yang cukup berbahaya dan menjadikan sumber berkembang biak bakteri patogen yang juga dapat mengurangi kandungan oksigen dalam limbah cair.

Bila limbah cair minyak/lemak masuk ke tanah akan mampu menutup pori-pori tanah dan mengganggu daya resap air tanah dalam perairan (Hakim, 2017 dalam Purwanti 2018).

Pengujian minyak dan lemak di Laboratorium dapat dilakukan menggunakan metode konvensional yaitu analisa secara gravimetri. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI, Baku mutu parameter minyak dan lemak di air sungai dan sejenisnya kelas 2 yaitu 1 mg/L. Limit deteksi metode secara gravimetri yaitu 5 mg/L, sehingga metode ini tidak dapat digunakan untuk analisa minyak lemak dan lemak dalam air sungai. Oleh karena itu dilakukan pengembangan metode analisa menggunakan instrumen FTIR.

Fourier Transform Infra-Red (FTIR) adalah teknik pengukuran dengan spektrum inframerah, energi pada berbagai frekuensi sinar inframerah direkam dan diteruskan ke interferometer, sinyal diubah menjadi interferogram dan perhitungan secara matematika (*fourier transform*) untuk sinyal tersebut akan menghasilkan spektrum yang identik pada spektroskopi inframerah.

Laboratorium lingkungan khususnya di PT. Kehatilab Indonesia telah banyak melakukan pengembangan validasi metode, yang juga terakreditasi Komite Akreditasi Nasional (KAN) dan telah teregistrasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Saat ini, Laboratorium Lingkungan PT. Kehatilab Indonesia juga hendak melakukan pengembangan suatu metode, yaitu Pengembangan metode analisis kandungan Minyak dan Lemak dalam air dilakukan sejalan dengan ketersediaan alat baru yaitu, *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) tipe L1600100 *spectrum two* nomor seri 123010 luas area 1377 cm^{-7} .

Metode analisis minyak dan lemak menggunakan alat FTIR memerlukan sikloheksan sebagai pelarut/bahan pengekstrak. Senyawa sikloheksan merupakan senyawa yang mempunyai karakteristik tidak berwarna, mempunyai bau seperti benzen dengan dengan tingkat toksisitas yang rendah. Sikloheksan merupakan sikloalkana yang rumus molekul C_6H_{12} . Analisa minyak dan lemak menggunakan FTIR memiliki limit deteksi yang lebih kecil, tingkat presisi dan akurasi pengujian

yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional seperti gravimetri. Metode yang dikembangkan di laboratorium harus dilakukan validasi sehingga dapat digunakan sebagai metode analisa rutin agar data yang digunakan bersifat valid.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian “Validasi Penentuan Minyak dan Lemak Pada Air Dengan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Cemaran minyak dan lemak yang tersebar akibat buangan limbah.
2. Baku mutu minyak dan lemak di air sungai kelas 2 maksimal 1 mg/L.
3. Limit deteksi metode pengujian konvensional tidak dapat mencapai 1 mg/L.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penulis membatasi masalah yaitu terfokus pada validasi metode minyak dan lemak pada air.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut, maka permasalahan yang perlu dikaji lebih dalam adalah bagaimana metode analisis minyak dan lemak menggunakan FTIR dapat mengukur kadar minyak dan lemak mencapai 1 mg/L.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui metode analisis minyak dan lemak menggunakan FTIR dapat mengukur kadar minyak dan lemak mencapai 1 mg/L.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah :

1. Bagi Mahasiswa.

Dapat memberikan pengetahuan dan wawasan baru tentang metode analisis minyak dan lemak pada contoh uji air.

2. Bagi Universitas Satya Negara Indonesia (USNI).

Dapat dijadikan salah satu masukan pembuatan jurnal dan dapat dijadikan refrensi bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian.

3. Bagi PT Kehatilab Indonesia.

Dapat dijadikan acuan metode yang sesuai dan dapat dijadikan ruang lingkup akreditasi yang baru.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan sumber daya yang tidak ada batasnya, sehingga pemanfaatan sumber daya air harus disesuaikan dengan jumlah yang tersedia di alam. Dari tahun ke tahun, kelayakan air memiliki kualitas yang menurun dan tidak memenuhi syarat air bersih, hal ini disebabkan oleh adanya pesatnya pertumbuhan penduduk yang memungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan juga semakin meningkat. Air digunakan dalam keperluan sehari-hari seperti mencuci, memasak, mandi, dan lain sebagainya. Fungsi lain dari air yaitu untuk memenuhi kebutuhan seperti pada aktivitas industri, rumah sakit, rumah makan, perhotelan, perkantoran dan lain-lain. Pada wilayah perkotaan, banyaknya kawasan perindustrian juga membawa pengaruh besar terhadap ketersediaan sumber daya air yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Lestari *et al.*, 2015).

Lingkungan hidup sangat berkaitan erat dengan ketersediaan air. Air dan lingkungan saling berkesinambungan, jika disuatu lingkungan tidak baik maka juga akan berdampak pula pada sumber air. (Mulyadi *et al.*, 2019) Kualitas lingkungan hidup dikatakan menurun, hal ini disebabkan oleh penurunan persediaan sumber daya alam (SDA). Air digunakan makhluk hidup salah satunya manusia untuk keperluan sehari-hari. Disisi lain, jumlah manusia dan makhluk hidup lainnya juga dapat menyebabkan keterbatasan lingkungan. Dengan demikian, pemanfaatan lingkungan serta pengolahan maupun lahan yang tersedia perlu diperhatikan secara benar dan berkelanjutan. Setiap aktivitas manusia akan menghasilkan limbah, jumlah limbah dalam skala kecil tidak berpengaruh terhadap kualitas lingkungan sekitar dan juga lingkungan suatu perairan (Wacana *et al.*, 2021).

2.2 Baku Mutu Air Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya. Daerah aliran sungai yang selanjutnya disingkat DAS adalah suatu wilayah dataran yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Air sungai dibagi menjadi 4 kelas yaitu kelas satu merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas dua merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas tiga merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas empat merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Untuk parameter minyak dan lemak pada baku mutu air sungai kelas 1 sampai kelas 3 bernilai 1 mg/L dan kelas 4 bernilai 10 mg/L.

2.3 Validasi Metode

Validasi metode adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya. Validasi merupakan bagian dasar yang dibutuhkan untuk menjamin kualitas dan reliabilitas hasil untuk semua pelaksanaan analitis. Hal-hal yang harus dipersiapkan sebelum melakukan validasi metode antara

lain instrumen, bahan atau reagen, analisis dan dokumen. Dalam melakukan validasi metode parameter yang di uji harus meliputi linieritas, akurasi, presisi, *limit of quantity* (LoQ), *method detection limit* (MDL), repeatabilitas dan reproduibilitas.

2.3.1 Linieritas

Linieritas adalah kemampuan metode analisis yang memberikan respon yang secara langsung atau dengan bantuan transformasi matematik yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Linieritas biasanya dinyatakan dalam istilah variansi sekitar arah garis regresi yang dihitung berdasarkan persamaan matematik data yang diperoleh dari hasil uji analit dalam sampel dengan berbagai konsentrasi analit. Hubungan linier digunakan koefisien korelasi (r) pada analisis regresi linier $y = a + bx$ (a adalah intersep, b adalah slope, x adalah konsentrasi analit dan y adalah respon instrumen). Hubungan linier yang ideal dicapai jika nilai $b = 0$ dan $r = +1$ atau -1 bergantung pada arah garis. Sedangkan nilai a menunjukkan kepekaan analisis terutama instrumen yang digunakan.

2.3.2 Akurasi

Akurasi didefinisikan sebagai suatu ukuran kedekatan antara kuantitas yang diukur cocok dengan nilai yang sebenarnya. Suatu hasil yang akurat adalah sesuatu yang disepakati sangat mendekati nilai yang sebenarnya dalam suatu pengukuran kuantitas. Keakuratan hasil analisis sangat tergantung kepada sebaran galat sistematis di dalam keseluruhan tahapan analisis. Oleh karena itu untuk mencapai keakuratan yang tinggi hanya dapat dilakukan dengan cara mengurangi galat sistematis tersebut seperti menggunakan peralatan yang telah dikalibrasi, menggunakan pereaksi dan pelarut yang baik, pengontrolan suhu, dan pelaksanaannya yang cermat, taat asas sesuai prosedur. Dalam beberapa tipe sampel kita dapat menggunakan sampel yang telah diketahui nilainya dan mengecek metode pengukuran yang kita gunakan untuk menganalisis sampel itu, sehingga kita mengetahui akurasi dari prosedur yang diujikan. Metode ini dengan CRM (*Certified Reference Method*). Pendekatan

lain adalah dengan membandingkan hasilnya dengan hasil yang dilakukan dilaboratorium lain atau dengan menggunakan metode *referen*. Akurasi juga dapat diketahui dengan melakukan uji perolehan kembali (recovery). Hasil uji akurasi dapat dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (recovery) analit yang ditambahkan pada sampel. Persen recovery yang dapat diterima sesuai konsentrasi analit menurut AOAC tertera pada Tabel 1.

Tabel 1: Nilai Persen *Recovery* Berdasarkan Konsentrasi Analit

Kadar (unit)	Batasan maksimum %R
100%	98 – 101
10%	95 – 102
1%	92 – 105
0,1%	90 – 108
0,01% (100 ppm)	85 – 110
10 ppm	80 – 115
1 ppm	75 – 120
10 ppb	70 – 125

2.3.3 Presisi

Presisi merupakan pengukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian hasil uji individual diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata, jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Presisi dapat dibagi dalam dua kategori yaitu keterulangan (*repeatability*) dan ketertiruan (*reproducibility*).

2.3.4 LoQ (*Limit of Quantity*)

LoQ (*limit of quantity*) adalah konsentrasi terendah dari analit yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima.

2.3.5 MDL (*Method Detection Limit*)

MDL (*method detection limit*) adalah batas deteksi metode yang bisa diuji pada konsentrasi paling rendah.

2.3.6 Repeatabilitas

Repeatabilitas merupakan nilai presisi yang diperoleh jika seluruh pengukuran dihasilkan oleh satu orang analis dalam satu periode tertentu, menggunakan contoh yang sama, pereaksi dan peralatan yang sama dalam laboratorium yang sama.

2.3.7 Reprodusibilitas

Reprodusibilitas merupakan nilai presisi yang dihasilkan pada kondisi yang berbeda. Contohnya analis yang berbeda pada laboratorium yang sama dan laboratorium yang berbeda dengan analis yang sama. Karena ketertiruan dapat memperbanyak sumber variasi. Ketertiruan dari analisis tidak akan lebih baik hasilnya dari nilai keterulangan (Utami Riza Ardhaningtyas, 2017).

2.4 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah salah satu parameter yang dipersyaratkan untuk air limbah domestik. Restoran padang merupakan salah satu tempat yang kadar limbah minyak dan lemaknya tinggi. Minyak dan lemak terdapat di badan air akan membentuk lapisan dipermukaan, karena nilai dari densitas minyak lebih kecil dari densitas air. Tumbuhan air tidak dapat melakukan fotosintesis karena terhalang masuknya cahaya matahari akibat lapisan minyak dan lemak tersebut. Agar tidak mencemari kelestarian lingkungan perlu dilakukan analisis minyak dan lemak serta dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

Cara mengekstrak suatu sampel yang mengandung minyak dan lemak dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu sokletasi (secara sederhana), *twisselman* dan metode *randall*. Perbedaan dari ketiganya secara garis besar adalah pada langkah dalam pengestrakan sampel. Metode soklet merupakan metode ekstraksi dengan

cara merendam sampel dalam pelarut terkondensasi dengan waktu yang cukup agak lama, sedangkan *twisselman* adalah metode ekstraksi yang dilakukan dengan perendaman sampel pada pelarut dingin. Metode yang ketiga adalah metode *randall*. Metode ini merupakan metode improvisasi dari metode soklet yang diikuti dengan tahap recovery pelarut. Meski terdapat tiga metode untuk ekstraksi minyak dan lemak tetapi, umumnya metode untuk ekstraksi yang digunakan adalah sokletasi dan metode *randall* (Papini, 2019).

2.5 Metode Analisis Minyak Lemak

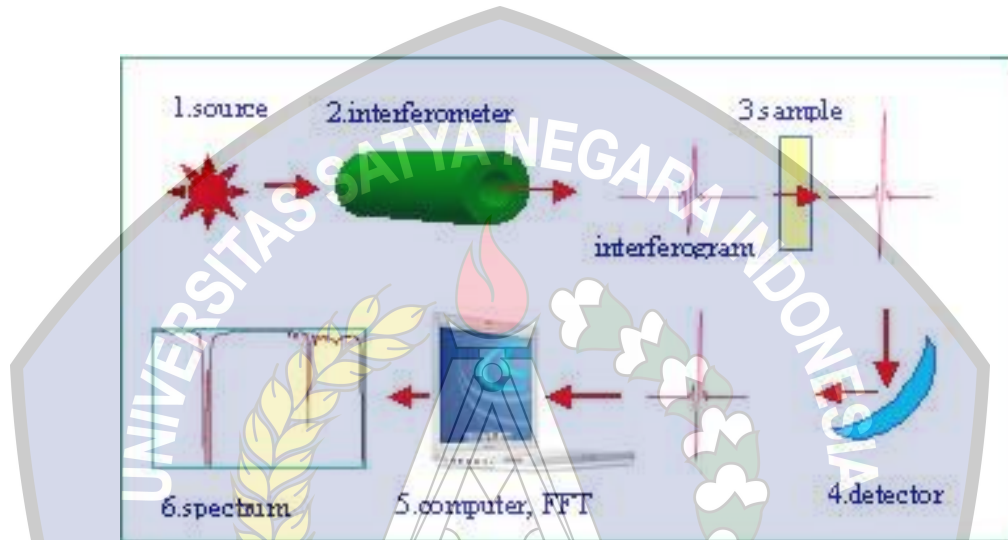
2.5.1 Gravimetri

Salah satu cara untuk mengetahui kandungan minyak dan lemak dari air limbah domestik adalah dengan cara metode kimia yaitu gravimetri. Metode kimia gravimetri adalah salah satu pengujian dari kimia analitik, dimana mempunyai tahap analisis berupa penimbangan dengan memisahkan analit dari pengganggu-pengganggu dimana proses pelarut, ekstraksi dan volatilisasi adalah metode penting untuk melakukan pemisahan minyak dan lemak dengan pengganggu lainnya. Pengolahan limbah cair dimaksudkan untuk menurunkan konsentrasi bahan-bahan pencemar yang terkandung didalamnya sehingga limbah cair tersebut memenuhi syarat untuk dapat dibuang (Ilham Akbar, 2021).

2.5.2 Fourier Transform Infra-Red (FTIR)

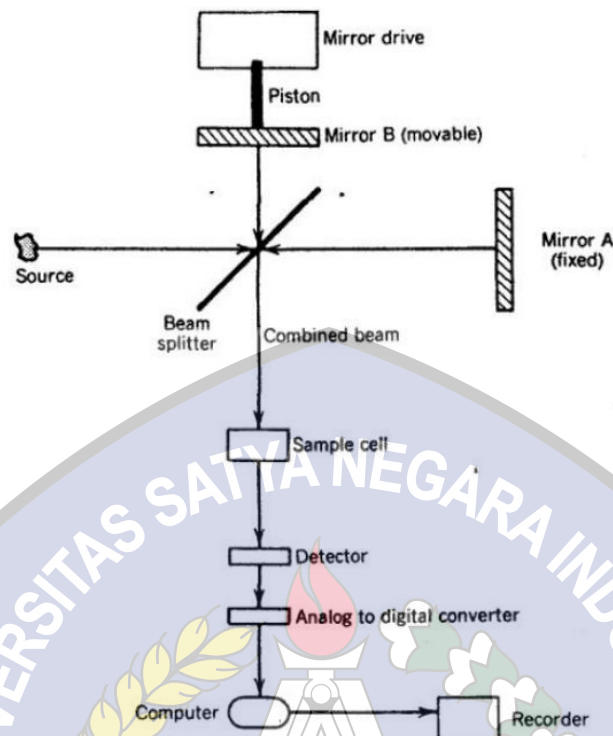
Fourier Transform Infra-Red (FTIR) merupakan teknik pengukuran dengan spektrum inframerah, energi pada berbagai frekuensi sinar inframerah direkam dan diteruskan ke interferometer, sinyal diubah menjadi interferogram dan perhitungan secara matematika (*fourier transform*) untuk sinyal tersebut akan menghasilkan spektrum yang identik pada spektroskopi inframerah. Pada dasarnya spektrofotometer FTIR adalah sama dengan spektrofotometer IR, yang membedakan adalah pengembangan pada sistem

optiknya sebelum berkas sinar inframerah melewati cuplikan. Sensitifitas dari metode spektrofotometer FTIR lebih besar sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah. Interferometer mengubah komponen tertentu dalam sinyal menjadi berbagai nilai intensitas radiasi secara simultan menuju sampel sehingga waktu analisis lebih singkat.



Gambar 1. Rangkaian Kerja Spektrofotometer FTIR

Spektrofotometer FTIR terdiri dari atas 5 komponen utama, yaitu sumber sinar yang terbuat dari filamen *Nernst/globar* yang dipanaskan menggunakan listrik temperatur 1000-1800 °C, *Beam Splitter* berupa material transparan dengan indeks relatif sehingga menghasilkan 50% radiasi akan direfleksikan dan 50% radiasi akan diteruskan. Interferometer merupakan bagian utama yang berfungsi membentuk interferogram yang akan diteruskan ke detektor. Daerah cuplikan dimana berkas acuan dan cuplikan masuk kedalam daerah cuplikan masing-masing menembus sel acuan dan cuplikan secara bersesuaian. Detektor merupakan piranti yang mengukur energi yang dihasilkan.



Gambar 2. Skema Spektrofotometer FTIR

2.6 Tinjauan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dapat dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 2. Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Topik	Hasil Penelitian
1.	Gaisandry Devira Samban	2021	Validasi metode penentuan minyak dan lemak dalam air laut dengan spektrofotometri inframerah	Berdasarkan hasil penelitian ini, metode spektrofotometri infr amerah dapat digunakan dalam penentuan minyak dan lemak pada sampel air laut dengan hasil yang

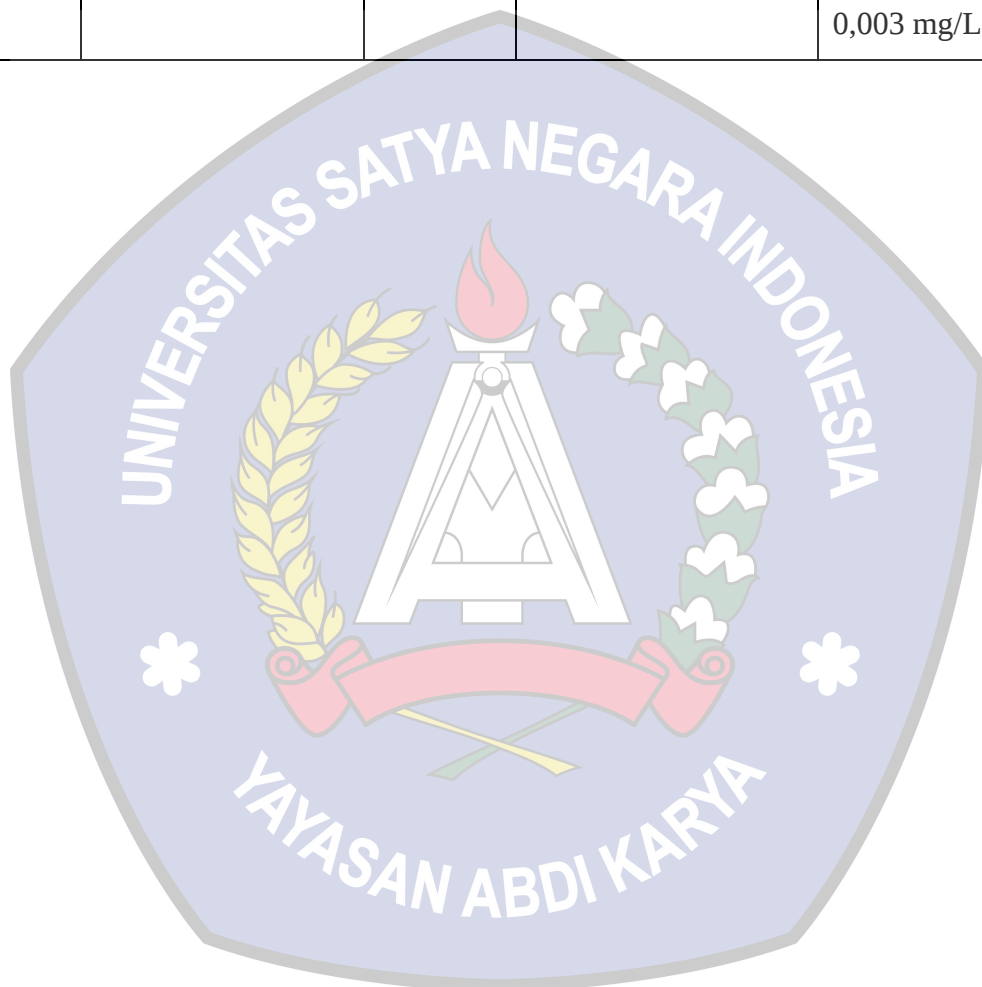
				valid.
2.	Eka Nadia Aprillina	2023	Potensi cemaran kandungan minyak lemak limbah cair PT Perikanan Sejahtera dan PT Tuban Kretek Maju di kabupaten tuban	Hasil penelitian nilai pH pada contoh uji air limbah PT Perikanan Sejahtera dan PT Tuban Kretek Maju sebesar 7,80 dan 7,67; nilai suhu sebesar 31,0 dan 32,6. Sedangkan nilai kadar minyak dan lemak sebesar 1.850 mg/L dan 1.800 mg/L.
3.	Setyani Hardiana S.	2014	Pengembangan metode analisis parameter minyak dan lemak pada contoh uji air.	Pada pembacaan pelarut C_2Cl_4 dan S316 menunjukkan respon yang sangat tinggi yaitu 18 mg/L (C_2Cl_4) dan 15 mg/L (S316) sehingga tidak bisa digunakan untuk analisis minyak dengan metode infra merah. Pada metode gravimetri diperoleh persen <i>recovery</i> 92,28% (sampel minyak nabati) dan 99,25% (sampel

				minyak mineral) dengan konsentrasi analit sebesar 0,9 mg/L dan 0,88 mg/L. Nilai persen <i>recovery</i> tersebut diperoleh pada volume sampel 2000 mL dan teknik ekstraksi 4 tahap dengan limit deteksi 0,5639 mg/L dan 0,4736 mg/L sehingga pengembangan metode gravimetri ini layak untuk analisis sampel air limbah dan air permukaan.
4	Mochamad Rodjulun Kaffah	2020	Validasi metode uji senyawa <i>cyclohexane</i> di udara lingkungan kerja dengan berbagai modifikasi metode secara gas chromatography mass spectrometry	Berdasarkan hasil penelitian dilaboratorium menunjukkan bahwa parameter-parameter validasi metode yang diteliti telah valid dan dapat digunakan untuk analisis rutin di laboratorium.
5	Ilham Akbar dkk	2021	Pengolahan limbah minyak dan lemak di	Berdasarkan hasil analisis pengolahan

			restoran padang dengan metode fisik (<i>oil grease trap</i>)	metode fisik oil grease trap dapat mengurangi kadar minyak dan lemak sebesar 45,50%, kadar BOD sebesar 24,10%, kadar COD sebesar 18% dan kadar TSS sebesar 27,72%.
6	Syahidatun Harafiah	2016	Validasi metode penetapan kadar etil asetat dalam udara lingkungan kerja secara kromatografi gas di PT. Petrolab Services	Berdasarkan percobaan untuk pengujian linieritas diperoleh (r) sebesar 0,9968. Pengujian presisi (%SBR) 1,03%. Pengujian akurasi (%recovery) 91,95%. Pengujian limit deteksi instrumen (LDI) 0,117 ppm dan limit kuantitas (LK) 0,392 ppm.
7	Yuli Rohyami dkk	2018	Validasi metode penentuan rhodamin B dalam contoh saos secara spektrofotometri uv-vis dengan dua	Berdasarkan data hasil validasi diperoleh kurva kalibrasi dengan linieritas 0,9996 dan 0,9989 dengan nilai LOD 0,1121 dan

			variasi pelarut.	0,1685 mg/kg serta nilai LOQ 0,3737 dan 0,5617 mk/kg.
8	Widyo Astono dkk	2014	Analisis penyebaran minyak dan lemak serta evaluasi unit proses air terproduksi di platform <i>kf star energy</i> (KAKAP) LTD	Berdasarkan hasil verifikasi model, diperoleh hasil 0,213 ppm untuk titik verifikasi A, 0,073 ppm untuk titik verifikasi B dan 0,092 untuk titik verifikasi C yang masih masuk dengan <i>range</i> nilai dari hasil permodelan.
9	M.C. Alcafi dkk	2019	Penggunaan zeolit dalam menurunkan konsentrasi minyak dan lemak pada air terproduksi migas.	Berdasarkan percobaan disimpulkan dimana media filter zeolit berukuran 0,8 mm - 1,4 mm mampu menurunkan konsentrasi minyak dan lemak hingga 92,59%.
10	Chatimatun	2020	Pengembangan dan validasi metode uji cadmium (Cd) pada air permukaan secara spektrometri serapan	Berdasarkan hasil studi, ditunjukkan dengan adanya kurva kalibrasi logam Cd yang linier, uji presisi

			atom nyala.	dengan nilai lebih kecil dari nilai horwitz, dengan persentase recovery antara 90-110% dan limit MDL sebesar 0,003 mg/L.
--	--	--	-------------	--



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan selama 1 bulan, yaitu bulan September 2023 sampai dengan tanggal Oktober 2023.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Hidup PT Kehatilah Indonesia, Tangerang Selatan.

3.2 Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif adalah suatu prosedur penelitian yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data serta penampilan dan hasilnya.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan studi lapangan. Studi lapangan ini adalah data yang didapatkan langsung di lapangan dengan hasil eksperimen.

3.4 Data dan Sumber Data

3.4.1 Data Primer

Untuk data primer yang penulis gunakan berasal dari pengukuran pengukuran linieritas, akurasi, presisi, LoQ (*Limit of Quantity*), MDL (*Method Detection Limit*), repeatabilitas dan reproduibilitas.

3.4.2 Sumber Data

Sumber data ini didapatkan dari studi literatur, hasil survei lapangan melalui pengukuran linieritas, akurasi, presisi, LoQ (*Limit of Quantity*), MDL (*Method Detection Limit*), repeatabilitas dan reproduibilitas.

3.5 Variabel Penelitian

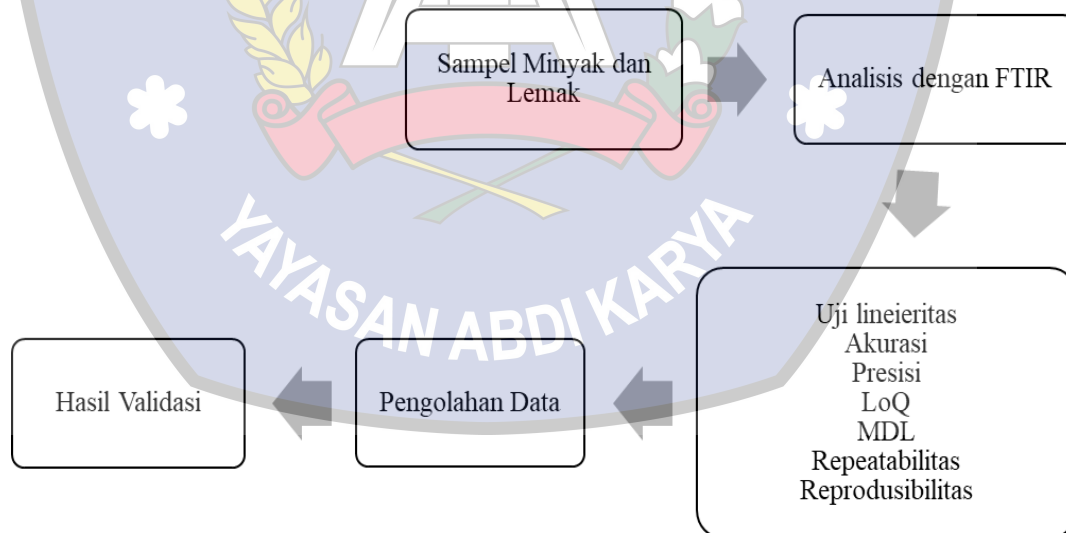
3.5.1 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipegaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu kadar minyak dan lemak pada air.

3.5.2 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel lain. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu uji linearitas, presisi dan akurasi, MDL dan LoQ, Repeatabilitas serta reproduibilitas metode analisis minyak dan lemak menggunakan Fourier Transform Infra-Red (FTIR).

3.6 Skema Penelitian



Gambar 3. Skema Penelitian

3.7 Prosedur Perolehan Data

3.7.1 Persiapan sampel

Dimasukkan 450 ml sampel air kedalam corong pisah, kemudian tambahkan 10 ml sikloheksan untuk mengikat minyak dan lemak didalam air, dan diekstraksi selama 2 menit. Biarkan fase terpisah dan hilangkan lapisan bawahnya (air) dari corong pisah. Tambahkan kurang lebih 1 gram natrium sulfat untuk menghilangkan air yang tersisa. Kemudian di ukur *fourier transform infra-red* (FTIR).

3.7.1 Linieritas

Operasikan alat dan optimalkan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk mengukur minyak dan lemak. Ukur serapan masing-masing larutan kerja kemudian catat dan plotkan terhadap kadar minyak dan lemak. Buat kurva linieritas dari deret kerja 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 5,0 mg/L; 10 mg/L; 20 mg/L; 50 mg/L, dan tentukan persamaan garis linieritasnya.

3.7.2 Akurasi

Sampel air di ekstrak dengan sikloheksan kemudian ditambahkan standar minyak dan lemak 1 mg/L. Larutan yang sudah dipersiapkan dianalisis dengan *fourier transform infra-red* (FTIR), pembacaan dilakukan sebanyak 7 kali pengulangan. Data dihitung nilai rata-rata konsentrasi untuk menentukan % *recovery*.

3.7.3 Presisi

Campuran larutan sampel air diekstraksi dan dianalisis dengan *fourier transform infra-red* (FTIR), catat konsentrasi sampel dalam satuan mg/L. Lakukan pembacaan larutan sebanyak 7 kali pengulangan, hitung nilai standar deviasi dan cv horwitz.

3.7.4 LoQ (*Limit of Quantity*)

Pada LoQ dilakukan secara statistik melalui garis regresi linier dari kurva linieritas, dimana respon instrumen y berhubungan linier dengan

konsentrasi x . Besar limit deteksi biasanya dinyatakan dengan $10sd$, dimana sd adalah standar deviasi.

3.7.5 MDL (*Method Detection Limit*)

Campuran larutan sampel air di ekstraksi dan di tambahkan standar minyak dan lemak 0,5 mg/L dianalisis dengan *fourier transform infra-red* (FTIR), pembacaan dilakukan 7 kali pengulangan. Data yang diperoleh dicatat dan dihitung nilai MDL.

3.7.6 Repeatabilitas

Larutan sampel air diekstraksi dan di tambahkan sejumlah standar minyak dan lemak kemudian dianalisis dengan *fourier transform infra-red* (FTIR) dan dicatat nilai konsentrasi untuk larutan sampel. Pembacaan larutan sampel dilakukan sebanyak 7 kali dalam hari yang sama dengan kadar rendah (10 mg/l) sedang (25 mg/l) dan tinggi (40 mg/l). Hitung nilai standar deviasi dan cv horwitz dari data pembacaan sampel.

3.7.7 Reproducibilitas

Larutan sampel air diekstraksi dan di tambahkan sejumlah standar minyak dan lemak kemudian dianalisis dengan *fourier transform infra-red* (FTIR) serta dicatat nilai konsentrasi untuk larutan sampel. Dilakukan konsentrasi larutan dilakukan pembacaan sebanyak 7 kali dalam hari yang beda dengan kadar rendah (10 mg/l) sedang (25 mg/l) dan tinggi (40 mg/l). Setelah data diperoleh, dihitung standar deviasi dan cv horwitz.

3.8 Pengkondisian *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR)

Fourier transform infra-red (FTIR) yang digunakan dalam penelitian ini adalah merk PerkinElmer tipe L1600100 *spectrum two* nomor seri 123010.

Optical Performance :

Wavelength Range : $8,300 - 350 \text{ cm}^{-1}$ *optimized, proprietary KBr beamsplitter*

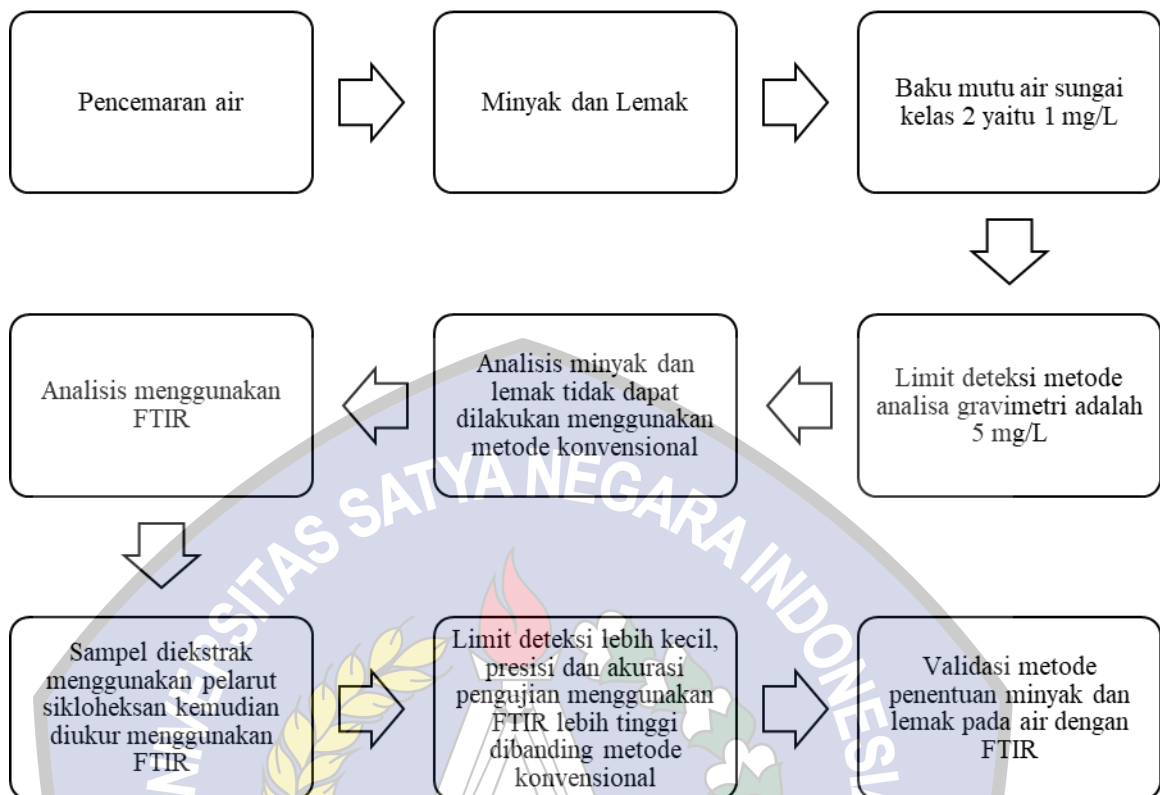
<i>Spectral Resolution</i>	: 0.5 cm^{-1} <i>standard</i>
<i>Wavelength</i>	: <i>Better than</i> 0.01 cm^{-1} <i>at</i> 3000 cm^{-1}
<i>Precision</i>	
<i>Wavelength</i>	: 0.1 cm^{-1} <i>at</i> 3000 cm^{-1}
<i>Accuracy</i>	
<i>Signal-to-noise</i>	: 9,300:1 <i>peak-peak, 5 seconds</i> 32,000:1 <i>peak-peak, 1 minute</i>

Penggunaan peralatan *fourier transform infra-red* (FTIR) PerkinElmer disesuaikan dengan petunjuk penggunaan alat, mengisi logbook penggunaan alat, melakukan pengecekan terhadap kemungkinan kelainan alat dan melakukan perawatan serta kalibrasi agar alat dalam kondisi baik saat digunakan untuk keperluan laboratorium. Pengoperasian peralatan *fourier transform infra-red* (FTIR) PerkinElmer harus pada fasilitas yang sedemikian rupa sehingga tidak merusak hasil pengujian.

Gambar 4. Alat fourier transform infra-red (FTIR) PerkinElmer

3.9 Kerangka Berfikir

Dalam proposal penelitian kerangka berfikir dijelaskan variabel-variabel yang akan diteliti serta kaitannya antar variabel yaitu input, proses dan output.



Gambar 5. Kerangka Berpikir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan metode analisa yang efisien dalam penetapan minyak dan lemak pada air. Waktu penelitian validasi dilakukan pada tanggal 04 September 2023. Untuk penelitian validasi metode, dilakukan di Laboratorium Lingkungan Hidup PT Kehatilab Indonesia, Tangerang Selatan. Hasil penelitian validasi metode penentuan minyak dan lemak dengan FTIR dan syarat keberterimaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penelitian Validasi Metode dan Syarat Keberterimaan

No	Uraian	Hasil	Batas Keberterimaan	Keterangan
1	Akurasi / <i>Trueness</i>	98.20%	$85\% \leq \%R \leq 115\%$	Memenuhi
2	Bias Metode	-1.80%	Jika batas keberterimaan <i>trueness</i> diterima maka bias metode diterima.	Memenuhi
3	Presisi	1.48%	$\%RSD \leq 8.02\%$	Memenuhi
4	Batas Deteksi Metode (MDL)	MDL = 0.16 mg/L	MDL _{prediksi} = $(4/10) \times 0.5$	Memenuhi
		Kadar Spike = 0.5 mg/L	= 0.20 mg/L	
		97.67%	$85\% \leq \%R \leq 115\%$	Memenuhi
		10.10%	$\%RSD \leq 11.94\%$	Memenuhi
		9.90	S/N = 2.5 - 10	Memenuhi
		0.2 mg/L < 0.5 mg/L	MDL < Kadar Spike	Memenuhi
		0.5 mg/L < 2 mg/L	Kadar Spike < 10MDL	Memenuhi
5	Batas Kuantifikasi (LoQ)	0.5 mg/L	Jika batas keberterimaan MDL diterima maka LoQ = 10sd diterima	Memenuhi
6	Repeatabilitas	1) 4.09% ≤ 5.67%	$\%RSD_r \leq 0.5 CV_{Horwitz}$	Memenuhi
		2) 4.85% ≤ 4.93%		
		3) 3.01% ≤ 4.60%		
7	Reprodusibilitas	1) 4.24% ≤ 7.60%	$\%RSD_R \leq 0.67 CV_{Horwitz}$	Memenuhi
		2) 4.21% ≤ 6.60%		
		3) 3.71% ≤ 6.16%		

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

4.2 Hasil dan Pembahasan

4.2.1 Linieritas

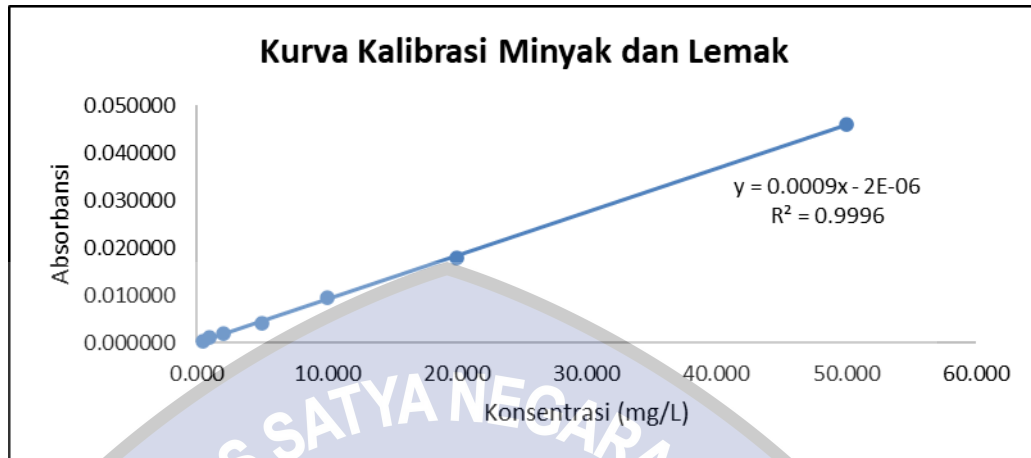
Linieritas diperoleh dari pengukuran deret standar minyak dan lemak berupa luas area diplotkan terhadap masing-masing konsentrasi membentuk sebuah kurva. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4, 5 dan Gambar 6,7.

Tabel 4. Kurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak

Pengukuran menggunakan spektroskopi FT-IR :			Konsentrasi Deret Standar (mg/L)	Absorbansi
Nomor Seri		123010	0.000	0.000002
Tipe		L1600100 Spectrum Two	0.500	0.000406
Luas area		1377 cm-1	1.000	0.001058
			2.000	0.002041
			5.000	0.004152
			10.000	0.009598
			20.000	0.017942
			50.000	0.045973
			Intersep (a)	-0.0000013
			Slope (b)	0.0009173
			Korelasi (r)	0.9998
			R ²	0.9996

$$\begin{aligned}
 \text{Slope}(b) &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot \sum_{i=1}^n Y_i}{n}}{\sum_{i=1}^n (X_i)^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}} = \frac{1.702 - \frac{5.324 \times 4.689}{9}}{5.738 - \frac{(5.324)^2}{9}} = 0.0009173 \\
 \text{Intersep}(a) &= \frac{[\sum_{i=1}^n Y_i - (b \cdot \sum_{i=1}^n X_i)]}{n} = \frac{[4.689 - (-0.414 \times 5.324)]}{9} = -0.0000013 \\
 r &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot \sum_{i=1}^n Y_i}{n}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i)^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i)^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n}}} = \frac{1.702 - \frac{5.324 \times 4.689}{9}}{\sqrt{3030.25 - \frac{(88.50)^2}{8}} \sqrt{0.0026 - \frac{(0.0812)^2}{8}}} = 0.9998
 \end{aligned}$$

Gambar 6. Perhitungan Kurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak



Gambar 7. Kurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak

Tabel 5. Syarat Keberterimaan Kurva Linieritas

No	Persyaratan Kurva Kalibrasi	Hasil	Kesimpulan	Manfaat
1	Koefisien determinasi : $R^2 \geq 0.990$	0.9996	Memenuhi	Pemenuhan regresi linear
2	Intersep $\geq MDL_{est}$	$ 0.0014 \leq 0.2$	Memenuhi	Kontrol kontaminasi dan kesalahan sistematis
	$ a/b \leq (4/10) \times LoQ$			
	$ -0.0000013/0.0009173 \leq 0.4 \times 0.5$			
	$ 0.0014 \leq 0.2$			
3	$\%R_{LCS} = 100\% \pm 10\%$	$\%R_{LCS} = 98.24\%$	Memenuhi	Kestabilan Instrumen
	Abs LCS nilai tengah (20 mg/L) = 0.0180215			
	Kadar LCS nilai tengah = 19.65 mg/L			

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Berdasarkan tabel 4, 5 dan gambar 6, 7, diperoleh nilai koefisiensi determinasi (R^2) sebesar 0,9998 memenuhi syarat keberterimaan yang ditentukan oleh PT Kehatilab Indonesia yaitu 0,990 sehingga pada penetapan kadar minyak dan lemak pada air dapat menggunakan kurva linieritas dengan rentang konsentrasi 0,5 mg/L sampai 50 mg/L. Nilai koefisiensi determinasi menunjukkan adanya hubungan yang erat antara konsentrasi dengan luas area.

Metode penelitian yang dilakukan mampu memberikan hasil yang proposional terhadap konsentrasi minyak dan lemak dengan respon *fourier transform infra-red* (FTIR) berupa luas area. Hal ini digambarkan oleh kurva linieritas yang membentuk suatu garis lurus. Persamaan garis lurus yang diperoleh yaitu $y = -0,0000013 + 0,0009173x$. Persamaan ini digunakan untuk menghitung konsentrasi minyak dan lemak yang terukur dalam semua parameter validasi.

4.2.2 Akurasi

Akurasi dinyatakan dengan nilai persen perolehan kembali (%*recovery*). Hasil pengukuran dapat dilihat Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Akurasi dan Syarat Keberterimaan

Pengulangan	Hasil Pengukuran		Kons Std Sebenarnya (mg/L)	%R	%Bias
	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)			
1	0.000921	1.005	1.000	100.54	0.54
2	0.000897	0.979	1.000	97.92	-2.08
3	0.000902	0.985	1.000	98.47	-1.53
4	0.000912	0.996	1.000	99.56	-0.44
5	0.000882	0.963	1.000	96.29	-3.71
6	0.000893	0.975	1.000	97.49	-2.51
7	0.000890	0.972	1.000	97.16	-2.84
Rerata		0.982	1.000	98.20	-1.80
Simpangan Baku		0.01			
%RSD		1.48			
CV _{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)		16.04			
0,5 x CV _{Horwitz}		8.02			

Uraian	Hasil	Batas Keberterimaan	Kesimpulan
Akurasi	98.20%	$85 \% \leq \%R \leq 115 \%$	Memenuhi
Presi	1.48%	$\%RSD \leq 8.02\%$	Memenuhi
Bias	-1.80%	Bila %R diterima, maka %Bias diterima	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilah Indoensia, 2023

Akurasi yang dilakukan menggunakan metode standar adisi. Hal ini dikarenakan belum tersedianya CRM minyak dan lemak di PT Kehatilah Indonesia. Berdasarkan akurasi diperoleh nilai %*recovery* berada pada rentang

(96,29% - 100,54%) dengan nilai rata-rata sebesar 98,20% memenuhi syarat keterbacaan yang ditetapkan oleh PT Kehatilah Indonesia yaitu (85% - 115%).

4.2.3 Presisi

Presisi diukur sebagai deviasi standar relative (%RSD). Hasil presisi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Presisi dan Syarat Keterbacaan

Pengulangan	Hasil Pengukuran		Kons Std Sebenarnya (mg/L)	%R	%Bias
	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)			
1	0.000921	1.005	1.000	100.54	0.54
2	0.000897	0.979	1.000	97.92	-2.08
3	0.000902	0.985	1.000	98.47	-1.53
4	0.000912	0.996	1.000	99.56	-0.44
5	0.000882	0.963	1.000	96.29	-3.71
6	0.000893	0.975	1.000	97.49	-2.51
7	0.000890	0.972	1.000	97.16	-2.84
Rerata		0.982	1.000	98.20	-1.80
Simpangan Baku		0.01			
%RSD		1.48			
CV _{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)		16.04			
0,5 x CV _{Horwitz}		8.02			

Uraian	Hasil	Batas Keterbacaan	Kesimpulan
Akurasi	98.20%	$85\% \leq \%R \leq 115\%$	Memenuhi
Presisi	1.48%	$\%RSD \leq 8.02\%$	Memenuhi
Bias	-1.80%	Bila %R diterima, maka %Bias diterima	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilah Indoensia, 2023

Berdasarkan tabel 7, nilai %RSD lebih kecil 0,5 x CV Horwitz (1,48 < 8,02), hal ini menunjukkan bahwa metode pengujian yang dilakukan memiliki presisi yang baik.

4.2.4 LoQ (*Limit of Quantity*)

Penetapan LoQ dilakukan secara statistik berdasarkan nilai simpangan baku dari pembacaan larutan konsentrasi terendah. Hasil LoQ dapat dilihat pada Tabel 10.

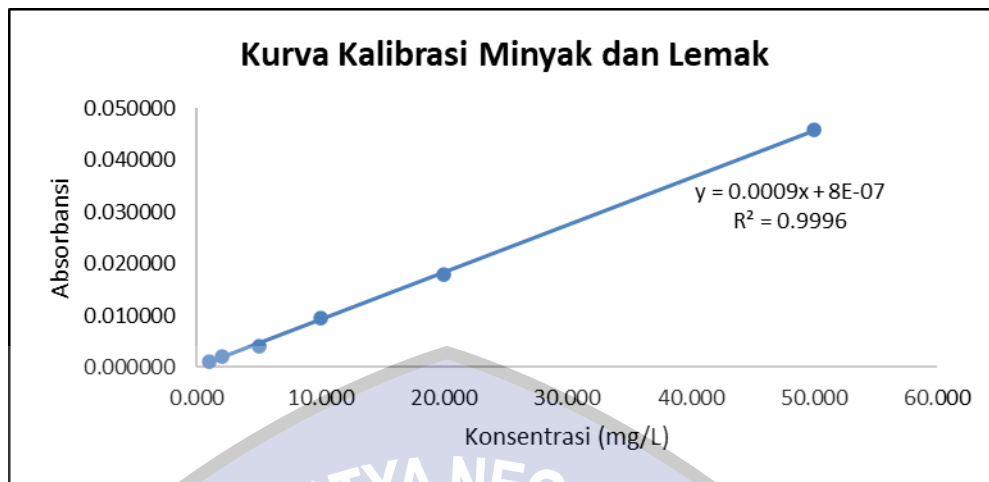
Hasil pengujian LoQ pada tabel 10 dinyatakan baik dikarenakan batas keberterimaan MDL diterima. Nilai LoQ yang diperoleh sebesar 0,5 mg/L dapat dinyatakan bahwa pengukuran dibawah 0,5 mg/L memiliki tingkat kepercayaan rendah sehingga disarankan pengukuran sampel diatas 0,5 mg/L.

4.2.5 MDL (*Method Detection Limit*)

Penetapan nilai MDL dilakukan dengan mempersiapkan sampel air yang tidak mengandung analit, kemudian ditambahkan sejumlah standar hingga mencapai konsentrasi target. Hasil MDL dapat dilihat pada Tabel 8, 9, 10, 11 dan Gambar 8.

Tabel 8. Kurva Linieritas MDL

Pengukuran menggunakan spektroskopi FT-IR :		Konsentrasi Deret Standar (mg/L)	Absorbansi
Nomor Seri	123010	0.500	0.000400
Tipe	L1600100 Spectrum Two	1.000	0.001052
Luas Area	1377 cm-1	2.000	0.002051
		5.000	0.004142
		10.000	0.009538
		20.000	0.017950
		50.000	0.045964
		Intersep (a)	-0.000012
		Slope (b)	0.0009
		Korelasi (r)	0.9998
		R ²	0.9996



Gambar 8. Kurva Linieritas Standar Minyak dan Lemak

Tabel 9. Syarat Keberterimaan Kurva MDL

No	Persyaratan Kurva Kalibrasi	Hasil	Kesimpulan	Manfaat
1	Koefisien determinasi $R^2 \geq 0.990$	0.9996	Memenuhi	Pemenuhan regresi linear
2	Intersep $\geq MDL_{est}$	$ 0.0135 \leq 0.2$	Memenuhi	Kontrol kontaminasi dan kesalahan sistematis
	$ a/b \leq (4/10) \times LoQ$			
	$ -0.000012/0.000917 \leq 0.4 \times 0.5$			
	$ 0.0135 \leq 0.2$			
3	$\%R_{LCS} = 100\% \pm 10\%$	$\%R_{LCS} = 98.13\%$	Memenuhi	Kestabilan Instrumen
	Abs LCS nilai tengah (20 mg/L) = 0.017991			
	Kadar LCS nilai tengah = 19.62 mg/L			

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Tabel 10. Hasil LoQ dan MDL dan Syarat Keberterimaan

No	Hari	Matriks	Sampel		Spiking			Hasil Pengukuran			%R
			Kadar (mg/L)	Volume (mL)	Kadar (mg/L)	Volume (mL)	Kons. Target (mg/L)	Abs Sampel + Spike	Konsentrasi Sampel + Spike (mg/L)	Konsentrasi (Sampel+Spike) - Sampel (mg/L)	
1	Pertama	Air Sungai	0.000	99	50.00	1	0.50	0.000399	0.448	0.448	89.69
2	Pertama	Air Sungai	0.000	99	50.00	1	0.50	0.000380	0.428	0.428	85.55
3	Pertama	Air Sungai	0.000	99	50.00	1	0.50	0.000459	0.514	0.514	102.77
4	Kedua	Air Sungai	0.000	99	50.00	1	0.50	0.000410	0.460	0.460	92.09
5	Kedua	Air Sungai	0.000	99	50.00	1	0.50	0.000502	0.561	0.561	112.15
6	Ketiga	Air Sungai	0.000	99	50.00	1	0.50	0.000480	0.537	0.537	107.35
7	Ketiga	Air Sungai	0.000	99	50.00	1	0.50	0.000419	0.470	0.470	94.05
Rerata (x)										0.488	97.67
Standar Deviasi (sd)										0.049	
$\%RSD = (sd/x) \times 100\%$										10.10	
$S/N = x/sd$										9.90	
$MDL = 3.14sd$										0.2	
$LoQ = 10sd$										0.5	
10MDL										2	
$CV_{Horwitz}(2^{1-0.5\log C})$										17.82	
$0.67 \times CV_{Howitz}$										11.94	

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Tabel 11. Syarat Keberterimaan MDL

No.	Uraian	Hasil	Batas Keberterimaan	Kesimpulan
1	Akurasi	97.67%	$85\% \leq \%R \leq 115\%$	Memenuhi
2	Presisi	10.10%	$\%RSD \leq 11.94\%$	Memenuhi
3	S/N	9.90	S/N = 2.5 - 10	Memenuhi
4	Hubungan MDL dan Spike	0.2 mg/L < 0.5 mg/L	MDL < Kadar Spike	Memenuhi
		0.5 mg/L < 2 mg/L	Kadar Spike < 10MDL	Memenuhi
5	Hubungan MDL dan Baku Mutu LH	0.2 mg/L < 1.0 mg/L*	MDL < Baku Mutu LH	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Nilai MDL diperoleh berdasarkan nilai t-student dikalikan dengan besarnya standar deviasi yaitu $3,14 \times 0.049 = 0,2$ mg/L. Syarat keberterimaan MDL yaitu $MDL < spike < 10 \times MDL$ dan hasil pengujian diperoleh $0,2 < 0,5 < 2$ sehingga nilai MDL dapat diterima.

4.2.6 Repeatabilitas

Untuk Repeatabilitas pada penelitian ini dilakukan pengukuran sampel air menggunakan *fourier transform infra-red* (FTIR). Hasil repeatabilitas dapat dilihat pada Tabel 12, 13, 14, dan 15.

Tabel 12. Hasil Repeatabilitas dan Reprodusibilitas Kadar Rendah

Pengujian	Pengulangan	Hasil Pengukuran Hari 1		Hasil Pengukuran Hari 2		Kons. Rerata (mg/L)	%RPD	%R
		Abs	Kons. (mg/L)	Abs	Kons. (mg/L)			
Kadar Rendah 10 mg/L	1	0.008855	9.654	0.008982	9.793	9.724	1.43	97.24
	2	0.009520	10.380	0.00982	10.707	10.543	3.10	105.43
	3	0.009491	10.348	0.00905	9.867	10.108	4.76	101.08
	4	0.008962	9.771	0.00842	9.180	9.476	6.24	94.76
	5	0.008510	9.278	0.008925	9.731	9.505	4.76	95.05
	6	0.008950	9.758	0.00902	9.834	9.796	0.78	97.96
	7	0.008701	9.487	0.008901	9.705	9.596	2.27	95.96
Rerata (x)			9.811		9.826			
Simpangan Baku (sd)			0.414		0.402			
Simpangan Baku Relatif (%RSD)			4.22		4.09			
0.5 x CV_{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)			5.67		5.67			
Reprodusibilitas								
Grand Mean/Rerata Total (x)				9.821				
Simpangan baku (sd)				0.416				
Simpangan Baku Relatif (%RSD)				4.24				
0.67 x CV_{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)				7.60				

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Tabel 13. Hasil Repeatabilitas dan Reprodusibilitas Kadar Sedang

Analisis	Pengulangan	Hasil Pengukuran Hari 1		Hasil Pengukuran Hari 2		Kons. Rerata (mg/L)	%RPD	%R
		Abs	Kons. (mg/L)	Abs	Kons. (mg/L)			
Kadar Sedang 25 mg/L	1	0.021120	23.025	0.021959	23.940	23.482	3.89	93.93
	2	0.022158	24.157	0.022919	24.986	24.572	3.38	98.29
	3	0.024005	26.170	0.022820	24.878	25.524	5.06	102.10
	4	0.023118	25.203	0.023001	25.076	25.139	0.51	100.56
	5	0.022309	24.321	0.023605	25.734	25.028	5.65	100.11
	6	0.024156	26.335	0.023314	25.417	25.876	3.55	103.50
	7	0.023614	25.744	0.024804	27.041	26.393	4.92	105.57
Rerata (x)			24.994		25.220			
Simpangan Baku (sd)			1.212		0.913			
Simpangan Baku Relatif (%RSD)			4.85		3.62			
0.5 x CV_{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)			4.93		4.92			
Reprodusibilitas								
Grand Mean/Rerata Total (x)			25.145					
Simpangan baku (sd)			1.058					
Simpangan Baku Relatif (%RSD)			4.21					
0.67 x CV_{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)			6.60					

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Tabel 14. Hasil Repeatabilitas dan Reprodusibilitas Kadar Tinggi

Analisis	No.	Hasil Pengukuran Hari 1		Hasil Pengukuran Hari 2		Kons. Rerata (mg/L)	%RPD	%R
		Abs	Kons. (mg/L)	Abs	Kons. (mg/L)			
Kadar Tinggi 40 mg/L	1	0.035520	38.723	0.035961	39.204	38.964	1.23	97.41
	2	0.034821	37.961	0.035012	38.169	38.065	0.55	95.16
	3	0.035920	39.159	0.036118	39.375	39.267	0.55	98.17
	4	0.035918	39.157	0.035129	38.297	38.727	2.22	96.82
	5	0.038021	41.450	0.039250	42.789	42.120	3.18	105.30
	6	0.037065	40.407	0.037021	40.360	40.383	0.12	100.96
	7	0.037048	40.389	0.038529	42.003	41.196	3.92	102.99
Rerata (x)			39.607		39.923			
Simpangan Baku (sd)			1.193		1.573			
Simpangan Baku Relatif (%RSD)			3.01		3.94			
0.5 x CV_{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)			4.60		4.59			
Reprodusibilitas								
Grand Mean/Rerata Total (x)				39.817				
Simpangan baku (sd)				1.477				
Simpangan Baku Relatif (%RSD)				3.71				
0.67 x CV_{Horwitz} ($2^{1-0.5\log C}$)				6.16				

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Tabel 15. Syarat Keberterimaan Repeatabilitas dan Reprodusibilitas

Uraian	Hasil			Batas Keberterimaan	Kesimpulan
Repeatabilitas	%RSD Kadar rendah	Hari 1	4.22% ≤ 5.67%	$\%RSD_r \leq 0.5$ CV_{horwitz}	Memenuhi
		Hari 2	4.09% ≤ 5.67%		Memenuhi
	%RSD Kadar sedang	Hari 1	4.85% ≤ 4.93%		Memenuhi
		Hari 2	3.62% ≤ 4.92%		Memenuhi
	%RSD Kadar tinggi	Hari 1	3.01% ≤ 4.60%		Memenuhi
		Hari 2	3.94% ≤ 4.59%		Memenuhi
Reprodusibilitas	%RSD Kadar rendah		4.24% ≤ 7.60%	$\%RSD_R \leq 0.67$ CV_{horwitz}	Memenuhi
	%RSD Kadar sedang		4.21% ≤ 6.60%		Memenuhi
	%RSD Kadar tinggi		3.71% ≤ 6.16%		Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium PT. Kehatilab Indoensia, 2023

Syarat keberterimaan repeatabilitas yaitu nilai $\%RSD \leq 0,5 \times CV$ Horwitz. Hasil pengujian menunjukkan bahwa $\%RSD$ pada kadar rendah yaitu 4,22 lebih kecil dari $0,5 \times CV$ Horwitz yaitu 5,67 ($4,22 \leq 5,67$), analisis pada kadar sedang yaitu 4,85 lebih kecil dari $0,5 \times CV$ Horwitz yaitu 4,93 ($4,85 \leq 4,93$), dan analisis pada kadar tinggi yaitu 3,01 lebih kecil dari $0,5 \times CV$ Horwitz yaitu 4,60 ($3,01 \leq 4,60$). Setelah repeatabilitas yang baik dan dapat dinyatakan valid.

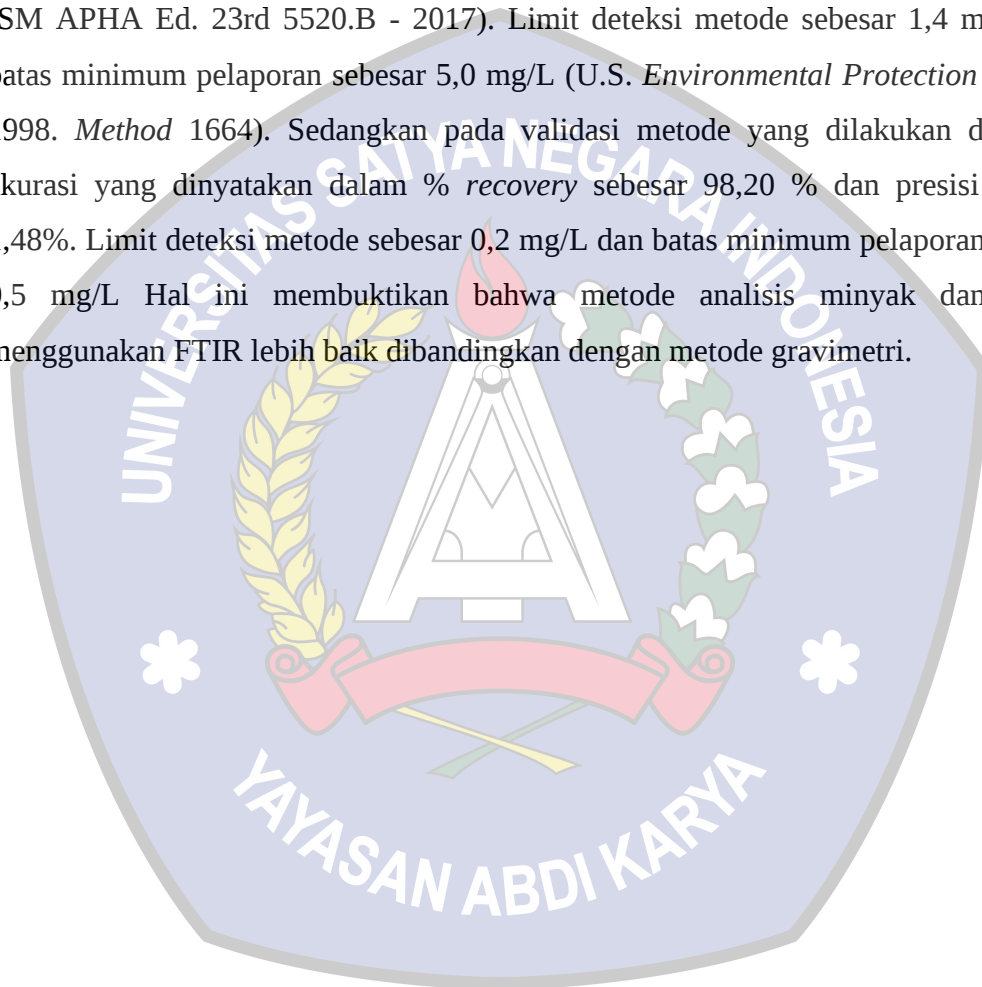
4.2.7 Reprodusibilitas

Untuk reprodusibilitas pada penelitian ini dilakukan pengukuran sampel air menggunakan *fourier transform infra-red* (FTIR). Hasil reprodusibilitas dapat dilihat pada Tabel 12, 13, 14, dan 15.

Hasil reprodusibilitas dapat diterima apabila nilai $\%RSD \leq 0,67 \times CV$ Horwitz. Hasil reprodusibilitas menunjukkan bahwa $\%RSD$ pada analisis hari 1 dan hari ke 2 pada kadar rendah yaitu 4,24 lebih kecil dari $0,67 \times CV$ Horwitz yaitu 7,60 ($4,24 \leq 7,60$), analisis hari 1 dan hari ke 2 pada kadar sedang yaitu 4,21 lebih kecil dari $0,67 \times CV$ Horwitz yaitu 6,60 ($4,21 \leq 6,60$), dan analisis hari 1 dan hari ke 2 pada kadar tinggi yaitu 3,71 lebih kecil dari

0,67 x CV Horwitz yaitu 6,16 ($3,71 \leq 6,16$). Setelah reproduibilitas yang baik dan dapat dinyatakan valid.

Metode analisis minyak dan lemak secara gravimetri yang telah diuji di masing-masing laboratorium dan pengujian antar laboratorium (uji banding), kombinasi data dari pengujian ini didapatkan rerata % *recovery* sebesar 93% dan presisi sebesar 8,7% (SM APHA Ed. 23rd 5520.B - 2017). Limit deteksi metode sebesar 1,4 mg/L dan batas minimum pelaporan sebesar 5,0 mg/L (U.S. *Environmental Protection Agency*. 1998. *Method 1664*). Sedangkan pada validasi metode yang dilakukan diperoleh akurasi yang dinyatakan dalam % *recovery* sebesar 98,20 % dan presisi sebesar 1,48%. Limit deteksi metode sebesar 0,2 mg/L dan batas minimum pelaporan sebesar 0,5 mg/L Hal ini membuktikan bahwa metode analisis minyak dan lemak menggunakan FTIR lebih baik dibandingkan dengan metode gravimetri.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, semua parameter uji linieritas, akurasi, presisi, LoQ, MDL, repeatabilitas dan reproduibilitas memenuhi syarat keberterimaan yang telah ditetapkan perusahaan, sehingga metode validasi penentuan minyak dan lemak pada air dengan *fourier transform infra-red* (FTIR) tipe L1600100 *spectrum two* nomor seri 123010 dapat digunakan untuk analisis rutin di PT Kehatilab Indonesia.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, pada dasarnya penelitian ini berjalan dengan baik. Adapun saran peneliti selanjutnya :

1. Jika melakukan validasi metode sebaiknya menggunakan peralatan yang tepat dan terkalibrasi.
2. Pihak laboratorium Kehatilab Indonesia membuat penetapan untuk analisis minyak dan lemak dengan menggunakan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR).

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhaningtyas, Riza, Utami. 2017. Verifikasi Metode Pengujian Sulfat Dalam Air dan Air Limbah Sesuai SNI 6989.20:2009. Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya.
- Chatimatun, Nisa, Panji, Saputra, Evy, Setiawati. 2020. Pengembangan dan Validasi Metode Uji Cadmium (Cd) Pada Air Permukaan Secara Spektrometri Serapan Atom Nyala. Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru.
- Eka, Nadia, Aprillina, Akhad, Farid. 2023. Potensi Cemaran Kandungan Minyak Lemak (Oil and Grease) Limbah Cair PT Perikanan Sejahtera dan PT Tuban Kretek Maju di Kabupaten Tuban. Universitas Trunojoyo Madura.
- Gaisandry, Devira, Samban, Alimuddin, Aman, Sentosa, Panggabean. 2021. Validasi Metode Penentuan Minyak dan Lemak Dalam Air Laut Dengan Spektrofotometri Inframerah. Universitas Mulawarman.
- Ilham, Akbar, Ai, Silmi. 2021. Pengolahan Limbah Minyak dan Lemak di Restoran Padang Dengan Metode Fisik (Oil Grease Trap). Jurnal TechLINK Vol.5 No.2. Universitas Satya Negara Indonesia.
- Kristanto, P. 2002. Ekologi Industri, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Lestari, E. S., Wirman, S. P., Febriani, N., & Suroso, A. 2015. Uji pH dan Karakteristik Kualitas Air di Pemukiman Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Naga Sakti Tapung Lahir. Photon : Jurnal Sain dan Kesehatan, 5(2), 131 – 139.
- M. C. Alcafi, M. Yusuf, U. A. Prabu. 2019. Penggunaan Zeolit Dalam Menurunkan Konsentrasi Minyak dan Lemak Pada Air Terproduksi Migas. Universitas Sriwijaya.

- Mochamad, Rodjulun, Kaffah. 2020. Validasi Metode Uji Senyawa Cyclohexane di Udara Lingkungan Kerja Dengan Berbagai Modifikasi Metode Secara Gas Chromatography Mass Spectrometry. Universitas Satya Negara Indonesia.
- Mulyadi, M., Siregar, F., & Hasyim, I. A. 2019. Environmental Pollution and Damage Control Through Management of Licensing At the Regional Level. *De'Rechtsstaat*, 4(2),93-104.
- Papini, Matteo. 2019. Soxhlet and Randal Methods for Solvent Extraction. Italia : Velp.
- Purwanti, Indah, Yani. 2018. Pengaruh Komposisi Campuran Perasan Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dan Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) Terhadap Kadar Minyak dan Lemak Pada Limbah Cair Dapur. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Yogyakarta.
- Setyani, Hardiana S., Aris, Mukimin. 2014. Pengembangan Metode Analisis Parameter Minyak dan Lemak Pada Contoh Uji Air. Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri.
- Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, Metode 5520 B (Partition Gravimetric Method), 23th Edition, 2017.
- Syahidatun, Harafiah. 2016. Validasi Metode Penetapan Kadar Etil Asetat Dalam Udara Lingkungan Kerja Secara Kromatografi Gas di PT. Petrolab Services. Politeknik AKA Bogor.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1998. Method 1664, Revision A: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material by Extraction and Gravimetry; EPA-821-R-98-002. 40 CFR Part 136 (July 1, 2000); Fed. Reg. 64(93):26315. Washington, D.C.

Wacana, G., Yuniarti, N., & Pujiono. 2021. Penurunan Kadar Minyak dan Lemak Pada Limbah Cair Kantin Menggunakan Metode Adsorpsi Zeolit. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 2(2), 477-484.

Widyo, Astono, Endro, Suswantoro, Winda. 2014. Analisis Penyebaran Minyak dan Lemak Serta Evaluasi Unit Proses Air Terproduksi di *Platform KF Star Energy (KAKAP) LTD*. Universitas Trisakti.

Yuli, Rohyami, Hartiwi, Putri, Indah, Ratri, Wihyarti. 2018. Validasi Metode Penentuan Rhodamin B Dalam Contoh Saos Secara Spektrofotometri UV-Vis Dengan Dua Variasi Pelarut. Universitas Islam Indonesia.

