

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN BAHAN BAKU KLINDAMISIN HCI SECARA
KUALITATIF DAN KUANTITATIF DI
PT FERRON PAR PHARMACEUTICALS**

**Diajukan untuk memenuhi salahsatu syarat memperoleh
derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Analisis Kimia
Program Studi DIII Analisis Kimia**



Disusun oleh :

Lia Ulul Albab

Nim : 17231061

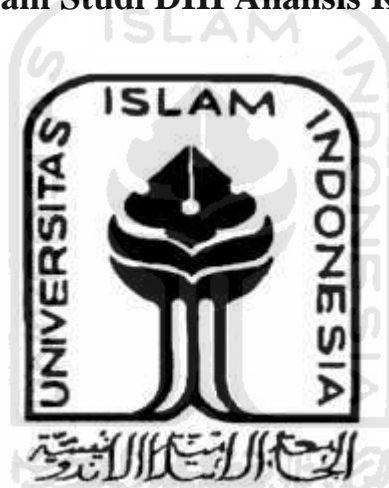
**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN BAHAN BAKU KLINDAMISIN HCI SECARA
KUALITATIF DAN KUANTITATIF DI
PT FERRON PAR PHARMACEUTICALS**

***DETERMINATION OF RAW MATERIALS CLINDAMICYN HCI
QUALITATIVELY AND QUANTITATIVELY IN
PT FERRON PAR PHARMACEUTICALS***

**Diajukan untuk memenuhi salahsatu syarat memperoleh
derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Analisis Kimia
Program Studi DIII Analisis Kimia**



Disusun oleh :

**Lia Ulul Albab
Nim : 17231061**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN BAHAN BAKU KLINDAMISIN HCI SECARA
KUALITATIF DAN KUANTITATIF DI
PT FERRON PAR PHARMACEUTICALS**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Lia Ulul Albab

NIM: 17231061

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan
Program Studi DIII Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
pada tanggal 13 Agustus 2020

Menyetujui,

Ketua Program Studi



**Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si.
NIK. 132311102**

Pembimbing



**Yuli Rohyami, S.Si., M.Sc.
NIK. 052316004**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN BAHAN BAKU KLINDAMISIN HCI SECARA
KUALITATIF DAN KUANTITATIF DI
PT FERRON PAR PHARMACEUTICALS**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Lia Ulul Albab

NIM: 17231061

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 13 Agustus 2020

Susunan Tim Penguji

Pembimbing/ Penguji



Yuli Rohyami, S.Si., M.Sc.

NIK. 052316004

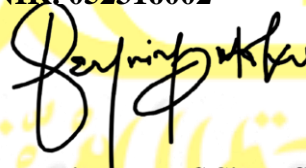
Penguji I



Reni Banowati Istiningrum, S.Si., M.Sc.

NIK. 052316002

Penguji II



Bayu Wiyantoko, S.Si., M.Sc.

NIK. 132311101

Mengetahui,

Dekan Fakultas MIPA UII



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.

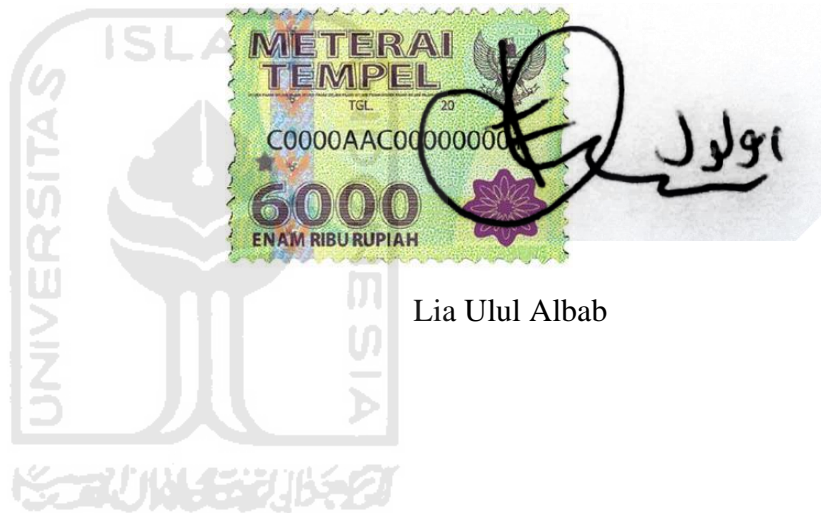
NIK. 006120101

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Praktik Kerja Lapangan dengan judul pengujian bahan baku klindamisin HCl secara kualitatif dan kuantitatif di PT Ferron par pharmaceuticals terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Science atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Saya memperbolehkan sebagian pengutipan karya ini sebagai materi praktikum setelah penerbitan karya ini.

Yogyakarta, 26 Agustus 2020

Penyusun,



Lia Ulul Albab

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan.”
(Al-Insyirah [94] : 6)

“Semangatlah dalam hal yang bermanfaat untukmu, minta tolonglah pada Allah, dan jangan malas (patah semangat)”.
(HR. Muslim no. 2664)

“Orang yang bertakwa dan kuat imanya, cenderung akan optimis menghadapi kondisi kritis. Meskipun ikhtiar yang ia lakukan dengan sungguh sungguh dan optimas itu tampak remeh dan kurang strategis. Sebab, ikhtiar terbaik adalah syarat saja. Sedangkan hasilnya adalah urusan Allah Ta’ala.

Siapa sungguh sungguh membangun takwa, Allah akan mudahkan baginya solusi atas masalah yang di hadapinya. Bisa jadi lewat jalan yang sama sekali tak pernah dia duga”
(Abun Nada)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin...

Sujud serta syukur kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* selalu saya panjatkan atas Rahmat dan Hidayah-Nya yang tak terhingga yang berlimpah sehingga memberikan saya kekuatan dan semangat dalam menuntut ilmu di program studi DIII Analisis Kimia FMIPA UII. Berkat kekuasaan-Nya saya dapat menyelesaikan studi dan laporan Tugas Akhir yang sederhana ini semaksimal mungkin untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Science (Amd.Si.).

Bapak, Ibu, dan Kakak Saya yang Tercinta

Terimakasih atas dukungan, motivasi, dan usaha kalian untuk saya bisa bertahan di kampus, mengusahakan saya untuk bisa kuliah dengan usaha kalian. Bapak yang memberikan dukungan dan kasih sayangnya. Ibu yang sangat saya sayangi melebihi bapak yang merawatku dari kecil hingga saat ini, selalu memberikan asupan yang bergizi dan selalu kontrol aku dimanapun dan kapanpun, saya sangat merindukan sosok ibu disisi saya, serta kakaku Yusuf dan Afif yang sudah membantu saya untuk terus semangat dan jadi pribadi yang lebih dewasa dan tahan banting dengan semua kerasnya hidup.

Dosen dan Staff Program Studi DIII Analisis Kimia serta Almamater UII yang Saya Banggakan

Terimakasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada dosen-dosen dan staff program studi DIII Analisis Kimia yang banyak memberikan ilmunya untuk menuntun saya lebih banyak mengetahui banyak pengetahuan khususnya dibidang kimia terapan. Analisis Kimia Jaya...

Teman-Teman Seperjuangan Angkatan 2017 DIII Analisis Kimia

Teman seperjuanganku, yang selalu memberi dukungan, membantu dalam proses pembelajaran maupun dikala lagi kesusahan terimakasih atas segala yang kalian

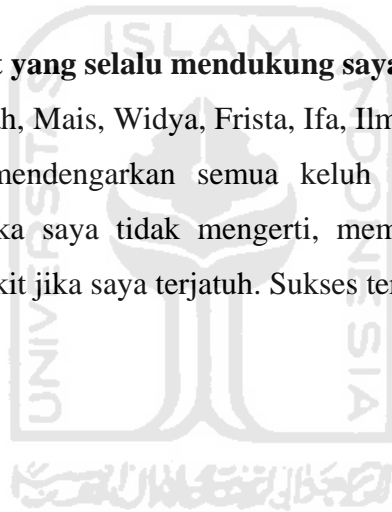
berikan selama 3 tahun ini. Semoga ukhuwah diantara kita akan terus erat hingga menuju jannah-Nya Aamiin..

Bapak dan Ibu di PT Ferron Par Pharmaceuticals

Terimakasih kepada pemimpin PT Ferron Par Pharmaceuticals yang telah memberikan kesempatan bagi saya untuk melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL), serta kepada Ibu Cahyani Pramesti, S.Si., Apt. selaku pembimbing PKL terimakasih atas bimbingan, arahan, dan ilmunya selama saya melakukan Praktik Kerja Lapangan dan Mba Boniem dan Mba Kiki yang telah banyak memberi arahan dan ilmunya untuk bisa melakukan pengujian di PT Ferron Pharmaceuticals.

Teman sekaligus sahabat yang selalu mendukung saya

Terimakasih kepada Azizah, Mais, Widya, Frista, Ifa, Ilma, Dinda, Adjeng, Royan dan Hilda yang telah mendengarkan semua keluhan saya selama ini, mengajarkan pelajaran jika saya tidak mengerti, memberikan dukungan serta motivasi agar segera bangkit jika saya terjatuh. Sukses terus untuk kalian semua.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim...

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi agung Muhammad SAW dan para sahabat yang senantiasa istiqomah menjalankan agama-Nya. Berkat pertolongan dan rahmat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Laporan Praktik Kerja Lapangan yang berjudul tentang Penentuan bahan baku klindamisin HCl secara kualitatif dan kuantitatif di PT Ferron Par Pharmaceuticals. Laporan Praktik Kerja Lapangan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) pada Program Studi DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta. Laporan ini telah penulis susun dengan maksimal dan mendapat bantuan serta bimbingan dari beberapa pihak dari masa PKL, pandemi Covid 19 sampai pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

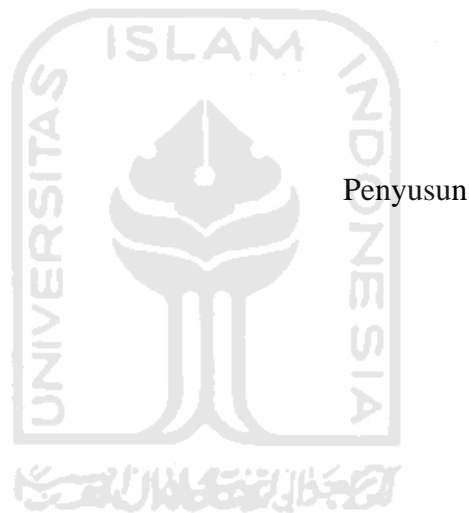
1. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Beni Sutisna, S.Si., Apt. Selaku Pimpinan PT Ferron Par Pharmaceuticals.
3. Ibu Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program studi DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Puji Kurniawati, S.Pd.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Ibu Yuli Rohyami, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan yang banyak memberi nasihat, perhatian, bimbingan dan saran. Semoga segala bantuan dan bimbingannya mendapat imbalan yang lebih baik disisi-Nya.

6. Ibu Cahyani Pramesti, S.Si., Apt. selaku pembimbing Praktik Kerja Lapangan di PT Ferron Par Parmaceuticals.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan arahan, bimbingan, kritik dan saran yang membangun demi terciptanya laporan yang lebih baik untuk kedepannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun semua pihak yang terkait.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

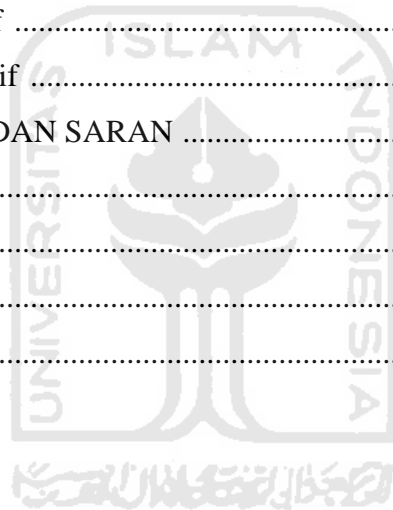
Yogyakarta, 26 Agustus 2020



DAFTAR ISI

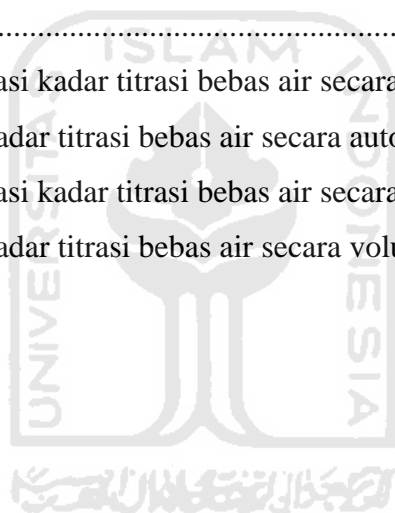
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTI SARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Profil Singkat PT Ferron Par Pharmaceuticals	4
2.2 Zat aktif dalam obat	6
2.3 Clindamycin Hidrogen Clhoride	7
2.4 Uji kualitatif dan kuantitatif	8
2.5 Kelarutan	9
2.6 Spektrofotometer Fourter Transform Ifra Red	11
2.6.1 Komponen Spektrofotometer Inframerah	12
2.7 Uji Klorida	13
2.8 Pemeriksaan Tapped Density	13
2.9 pH 10%	14
2.10 Rotasi Jenis	14

2.11 Kadar Air	14
2.12 Sisa Pijar	15
2.13 Kadar TBA.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Alat	16
3.2 Bahan	16
3.3 Cara Kerja	16
3.3.1 Analisis klindamisin hidroklorida secara kualitatif.....	16
3.3.2 Analisis klindamisin hidroklorida secara kuantitatif.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis kualitatif	20
4.2 Analisis kuantitatif	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel kelarutan.....	10
Tabel 4.1 Hasil uji kelarutan	20
Tabel 4.2 Hasil identifikasi spektrum serapan IR	21
Tabel 4.3 Hasil uji klorida.....	23
Tabel 4.4 Pemeriksaan <i>tapped density</i>	24
Tabel 4.5 Hasil pH 10%	24
Tabel 4.6 Hasil rotasi jenis.....	25
Tabel 4.7 Hasil standarisasi kadar air.....	26
Tabel 4.8 Hasil sampel kadar air.....	26
Tabel 4.9 Hasil sisa pijar.....	26
Tabel 4.10 Hasil standarisasi kadar titrasi bebas air secara autotitrator	27
Tabel 4.11 Hasil sampel kadar titrasi bebas air secara autotitrator.....	28
Tabel 4.12 Hasil standarisasi kadar titrasi bebas air secara volumetri.....	29
Tabel 4.13 Hasil sampel kadar titrasi bebas air secara volumetri	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo PT ferron par pharmaceuticals.....	5
Gambar 2.2 Struktur Senyawa Klindamisin HCl.....	8
Gambar 4.1 Spektrum FTIR klindamisin HCl.....	21
Gambar 4.2 Hasil <i>purity indeks</i> FTIR klindamisin HCl	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil uji analisis bahan baku klindamisin HCl.....	34
Lampiran 2. Gambar spektrum FTIR klindamisin HCl	47
Lampiran 3. Gambar hasil <i>purity indeks</i> FTIR klindamisin HCl.....	47



PENENTUAN BAHAN BAKU KLINDAMISIN HCl SECARA KUANTITATIF DAN KUALITATIF DI PT FERRON PHAR MACEUTICALS

Lia Ulul Albab

Program Studi DIII Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta

Email: 17231061@students.uii.ac.id

INTISARI

Penentuan bahan baku klindamisin HCl telah dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif di PT Ferron Par Pharmaceuticals. Tujuan penelitian ini untuk menentukan hasil analisis kualitatif (uji kelarutan, identifikasi spektrum IR, dan uji klorida) dan kuantitatif (pemeriksaan *tapped density*, pengukuran pH 10%, pengukuran rotasi jenis, penentuan kadar air, penentuan sisa pijar, penentuan kadar titrasi bebas air) dalam bahan baku klindamisin HCl dan membuktikan bahwa hasil uji kualitas bahan baku klindamisin HCl telah memenuhi spesifikasi dari PT ferron par pharmaceuticals. Berdasarkan hasil penentuan klindamisin hidroklorida yang telah dilakukan didapatkan hasil analisis kualitatif dengan parameter kelarutan didapat hasil sampel klindamisin hidroklorida sangat mudah larut dalam air dan sukar larut dalam etanol. Identifikasi serapan IR diperoleh spektrum sampel dan standar memiliki kemiripan dan uji klorida didapat hasil sampel positif mengandung ion Cl⁻. Hasil analisis kuantitatif klindamisin hidroklorida dengan parameter *tapped density* sebesar 0,69 g/mL, pH 10% sebesar 4,26 dan 4,191, rotasi jenis sebesar 136,75°, persen kadar air dalam sampel sebesar 4,1444%, persen sisa pijar sebesar 0,2 %, persen kadar titrasi bebas air ± ketidakpastian dengan autotitrator dan volumetric sebesar 98,77 ± 0,29% dan 100,64 ± 0%. Berdasarkan hasil uji kualitas bahan baku klindamisin hidroklorida memperoleh hasil yang sesuai dengan spesifikasi bahan baku klindamisin HCl PT Ferron Par Pharmaceuticals.

Kata kunci : zat aktif, klindamisin HCl, spektrum IR, titrasi bebas air

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obat dapat diberikan tergantung penyakit yang dimana tujuan penggunaannya sesuai bentuk sediaan atau sasaran yang diinginkan. Obat yang diberikan harus mempunyai kualitas atau mutu yang baik. Obat yang sudah terjamin stabilitasnya baik secara fisik, kimia, keragaman dosis, akseptabilitas dan wadah yang terjamin obat yang dikemas adalah obat yang berkualitas (Aisyah dkk, 2015). Pengertian obat berdasarkan undang undang Farmasi adalah suatu bahan atau campuran bahan yang digunakan untuk menentukan diagnosis, mencegah, mengurangi, menghilangkan, menyembuhkan penyakit atau gejala penyakit pada manusia maupun hewan (Elmitra, 2017). Klindamisin HCl adalah golongan obat antibiotik dan merupakan zat aktif yang biasa digunakan untuk infeksi bakteri anaerob, golongan *streptococcus*, *staphylococcus*, *pneumococcus*, serta protozoa (Smieja, 1998).

Zat aktif dapat digunakan untuk pembuatan obat yang akan menjadi zat aktif obat tersebut merupakan bahan atau campuran yang digunakan untuk sediaan farmasi. Zat aktif dapat mempengaruhi struktur dan fungsi tubuh yaitu termasuk mempunyai khasiat farmakologi atau efek langsung dalam diagnosis, penyembuhan, peredaan, pengobatan penyakit (Dirjen POM, 2006). Menurut Siregar, 2010 Zat aktif yang jarang diberikan langsung untuk sediaan obat yaitu senyawa kimia murni tunggal. Sediaan obat dapat bermacam macam dari yang sederhana sampai yang rumit, untuk fungsi farmasetik yang berbeda beda maka menggunakan zat tambahan dalam pembuatan obat. Analisis bahan aktif pada sediaan obat di industri farmasi merupakan bentuk kontrol kualitas untuk menjamin khasiat dan keamanan obat bagi para konsumen (Kaale dkk, 2013). Pengujian bahan baku zat aktif klindamisin HCl secara kualitatif dan kuantitatif perlu dilakukan untuk memastikan sampel tersebut sesuai dengan spesifikasi Parmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron Par Pharmaceuticals.

Parameter pengujian sampel analisis bahan baku klindamisin HCl secara kualitatif adalah uji kelarutan, identifikasi spektrum serapan infra merah dan uji

klorida. Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui sifat kelarutan klindamisin HCl. Sifat kelarutan klindamisin yang sesuai Farmakope Indonesia edisi V 2014 adalah sangat mudah larut dalam air dan sukar larut dalam etanol. Identifikasi serapan infra merah bertujuan untuk melihat kesamaan gugus fungsi antara sampel klindamisin HCl dengan standar Klindamisin HCl yang dapat dilihat dari spektrum hasil pengukuran instrumen FTIR. Hasil spektrum yang sesuai dengan farmakope adalah apabila spektrum sampel memiliki kesamaan dengan spektrum standar klindamisin HCl. Uji klorida bertujuan untuk mengetahui adanya ion klorida di dalam sampel. Hasil yang sesuai spesifikasi adalah apabila direaksikan dengan asam nitrat dan perak nitrat akan menghasilkan endapan AgCl berwarna putih seperti dadih dan endapan AgCl akan larut jika direaksikan dengan amonia. Reaksi tersebut terjadi karena adanya ion klorida (Svehla, 1985).

Parameter pengujian sampel analisis bahan baku klindamisin HCl secara kuantitatif adalah penentuan *tapped density*, pH 10%, rotasi jenis, kadar air, penentuan sisa pijar, dan penentuan kadar titrasi bebas air menggunakan autotitrator. Penentuan sisa pijar bertujuan untuk mengetahui adanya pengotor di dalam sampel dan dapat mempengaruhi kualitas bahan baku. Penentuan susut pengeringan atau kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air di dalam sampel. Klindamisin HCl yang sesuai spesifikasi sebesar 3,0% sampai 6,0%. Apabila kandungan airnya lebih dari spesifikasi tersebut maka akan mempengaruhi kualitas dan daya simpan obat yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diperoleh berdasarkan uraian latar belakang adalah

1. Bagaimana hasil analisis kualitatif yaitu uji kelarutan, identifikasi spektrum IR, dan uji klorida bahan baku klindamisin HCl ?
2. Bagaimana hasil analisis kuantitatif yaitu pemeriksaan *tapped density*, pengukuran pH 10%, pengukuran rotasi jenis, penentuan kadar air, penentuan sisa pijar, penentuan kadar titrasi bebas air bahan baku klindamisin HCl ?

3. Bagaimana hasil uji kualitas bahan baku klindamisin HCl jika dibandingkan dengan spesifikasi yang ada di PT Ferron Par Pharmaceuticals?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui hasil analisis kualitatif yaitu uji kelarutan, identifikasi spektrum IR, dan uji klorida bahan baku klindamisin HCl.
2. Mengetahui hasil uji kualitas kuantitatif yaitu pemeriksaan tapped density, pengukuran pH 10%, pengukuran rotasi jenis, penentuan kadar air, penentuan sisa pijar, penentuan kadar titrasi bebas air bahan baku klindamisin HCl.
3. Membuktikan bahwa hasil uji kualitas bahan baku klindamisin HCl telah memenuhi spesifikasi dari PT ferron par pharmaceuticals.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Memperluas ilmu pengetahuan, pengalaman dan wawasan sebelum terjun kedalam dunia kerja.
2. Memperdalam dan meningkatkan kualitas, keterampilan dan kreativitas.
3. Menjalin hubungan kerjasama dalam bidang penelitian maupun tenaga kerja yang baik dengan instansi dan lembaga yang bersangkutan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 PT Ferron Par Pharmaceuticals

PT Ferron Par Pharmaceuticals adalah perusahaan farmasi yang telah bergabung dalam Dexa Medica Grup. Didirikan sejak pada tanggal 27 September 1970 oleh Rudy Soetikno, Hetty Soetikno, dan Lydia Septiani Dexa Medica telah tumbuh menjadi industri besar farmasi di Indonesia. Perkembangan ini dan tuntutan global industri, membuat PT Dexa Medica membutuhkan perusahaan yang lebih kompleks dibawah operasional Dexa Medica. PT Ferron Par Pharmaceuticals berdiri pada 5 Desember 1994 dan proses operasionalnya dimulai pada 24 Januari 2001. Selama waktu sepuluh tahun PT Ferron Par Pharmaceuticals berhasil menjadi lima besar perusahaan farmasi terbesar di Indonesia.

Produk yang diproduksi adalah produk perusahaan lain yang *toll in* serta produk PT Ferron Par Pharmaceuticals sendiri. Distribusi produk tersebut dilakukan oleh PT Anugrah Argon Medica (PT AAM), adalah perusahaan yang tergabung dalam Dexa Medica Group. Perusahaan lain yang juga tergabung dalam Dexa Medica Group adalah Equilab merupakan laboratorium BABE (Bioavailability and Bioequivalent), Inmark yang bergerak dalam penyediaan jasa Medical Representative dan DLBS (Dexa Laboratory and Biomolecule Science) berperan sebagai riset produk biomolekul dan vaksin.

Motto dari PT Ferron Par Pharmaceuticals yaitu inovasi (innovation), kualitas (quality), dan pelayanan (care) dengan motto ini perusahaan telah mampu memproduksi bermacam sediaan obat dan mengelompokkan produk menjadi 5 kategori yaitu opta (sediaan obat untuk mata), derma (sediaan obat untuk kulit), *oncology* (sediaan obat untuk penyakit kanker) serta terdapat produk campuran obat lainnya yaitu kardiovaskular, antineoplastik, antidiabetes, analgesik dan vitamin.

Logo PT Ferron Par Pharmaceuticals berwarna merah berbentuk segitiga seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 Logo PT ferron par pharmaceuticals

Logo tersebut terdapat tulisan fe dalam segitiga merah merupakan simbol dari unsur besi (ferrum), asal nama ferron. Besi merupakan salah satu unsur terpenting dalam kehidupan, karena harapannya PT. Ferron Par Pharmaceuticals mempunyai sifat yang sama seperti besi dalam hal kekuatan, kegunaan dan keberadaannya. Kata par berasal dari istilah dalam olahraga golf yaitu target yang harus ditepati. Kata par menunjukkan bahwa perusahaan selalu berusaha untuk memenuhi standar yang sudah ditetapkan dalam hal kualitas dan bisnis. Kata pharmaceuticals menunjukkan perusahaan ini bergerak di bidang farmasi.

Visi perusahaan ini menjadi perusahaan terkemuka dengan tekad memberikan nilai tambah yang tinggi bagi setiap pelanggan dan para stakeholder dengan :

1. Memberikan inovatif dan produk berkualitas tinggi
2. Memberikan pelayanan yang unggul melalui proses yang efektif dan efisien
3. Memberikan penyempurnaan yang berkesinambungan untuk mencapai kesehatan bagi semua, baik di tingkat nasional, regional dan global.

PT. Ferron Par Pharmaceuticals mempunyai misi untuk membangun kapasitas dan kompetensi farmasi untuk berperan dalam meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan, melalui :

1. Inovasi dalam produk dan kegiatan operasional
2. Perbaikan berkesinambungan untuk kepentingan stake holder
3. Produk berkualitas dan layanan bernilai tambah bagi pelanggan
4. kemitraan regional dan global demi pertumbuhan dan eksistensi

Visi dan misi PT. Ferron Par Pharmaceuticals menerapkan 5R yaitu ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin. Program Ferron Suggestion System (FeSS) merupakan sarana bagi semua karyawan dalam menyampaikan pendapat maupun ide untuk kemajuan Ferron. Program tersebut akan dilombakan tiap 3 bulanan atau tahunan. Lokasi PT. Ferron Par Pharmaceuticals terletak di Jababeka Industrial Estate I, kawasan industri 40 km sebelah Timur Jakarta. Berdasarkan tata letaknya PT. Ferron Par Pharmaceuticals di jalan Kababeka VI, Blok J No 2-3, Cikarang, Jawa Barat.

2.2 Zat Aktif dalam Obat

Zat aktif dalam obat berasal dari nabati, hewani, kimiawi maupun sintesis dalam kadar atau dosis tertentu dan dapat digunakan untuk terapi, diagnosa penyakit pada manusia maupun hewan. Zat aktif dapat digunakan dalam bentuk sediaan seperti pil, tablet, kapsul, sirup, suspensi (Jas, 2007). Menurut peraturan menteri kesehatan RI nomor 73 tahun 2016, obat juga berupa zat yang mempengaruhi atau menyelidiki sistem fisiologi atau keadaan patologi dalam rangka untuk diagnosis, pencegahan, penyembuhan, dan dapat memulihkan peningkatan kesehatan dan kontrasepsi pada manusia.

Bahan baku merupakan zat aktif atau zat nonaktif, yang berubah maupun tidak berubah yang digunakan untuk pembuatan obat (Siregar, 2010). Zat aktif adalah bahan atau campuran yang digunakan untuk sediaan farmasi termasuk pembuatan obat. Zat aktif mempunyai khasiat farmakologi atau efek langsung dalam diagnosis, penyembuhan, peredaan, pengobatan penyakit atau dapat mempengaruhi struktur dan fungsi tubuh (Dirjen POM, 2006). Zat aktif yang jarang diberikan langsung untuk sediaan obat yaitu senyawa kimia murni tunggal. Sediaan obat dapat bermacam macam dari yang sederhana sampai yang rumit, dengan menggunakan zat tambahan dalam pembuatan obat untuk fungsi farmasetik yang berbeda beda (Siregar, 2010).

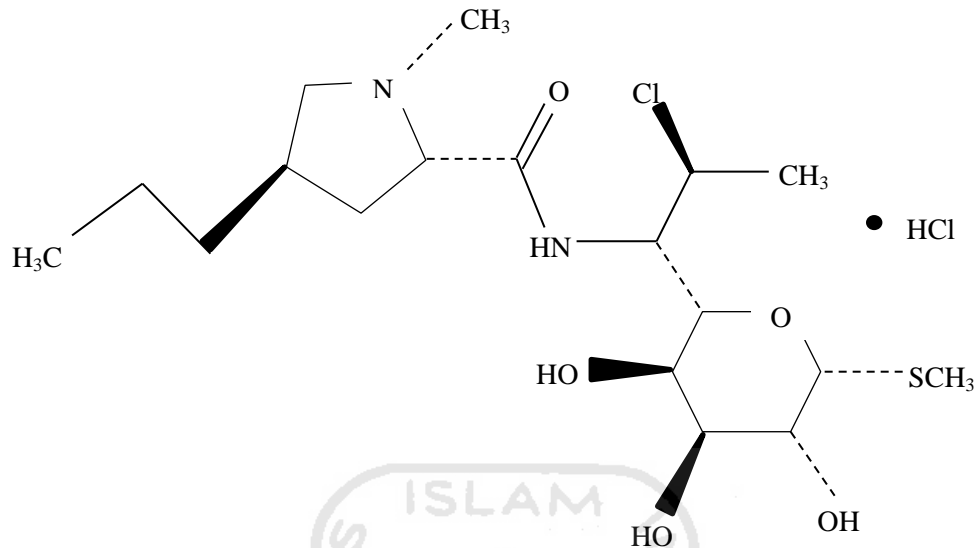
Kontrol kualitas merupakan hal yang penting dalam industri farmasi termasuk kualitas sediaan obat yang harus dikontrol analisis zat aktif dalam sediaan obat untuk menjamin khasiat dan keamanan obat bagi konsumen (Kaale dkk, 2013). Bahan baku yang digunakan harus sesuai persyaratan yang ada di Farmakope atau

yang lainya sesuai persetujuan perusahaan. Bahan yang dibeli juga harus sesuai baku mutu obat (Siregar, 2010).

2.3 Klindamisin HCl

Klindamisin adalah agen antibakteri yang efektif terhadap stafilocokus, streptokokus, dan pneumokokus, sebagian besar bakteri anaerob, *Chlamydia trachomatis*, dan beberapa protozoa. Klindamisin menunjukkan aktivitas bakteriostatik dengan menghambat aktivitas ribosom 50-an, sehingga menghambat sintesis protein bakteri karena aktivitas melawan *Staphylococcus aureus*, streptokokus, dan anaerob. Klindamisin ditemukan efektif untuk pengobatan berbagai infeksi kulit dan jaringan lunak. Klindamisin memberikan sifat anti-mikroba yang efektif *Cutibacterium acnes*, sebelumnya bernama *Propionibacterium acnes* (Chaiwarit dkk, 2020). Klindamisin HCl memiliki nama kimia yaitu $C_{18}H_{33}ClN_2O_5S.HCl$ (Farmakope Indonesia, 2014). Klindamisin HCl adalah antibiotik semi sintetis. Klindamisin menghambat sintesis protein bakteri pada tingkat ribosom bakteri. Antibiotik mengikat secara istimewa ke subunit ribosom 50S dan mempengaruhi proses inisiasi rantai peptida (Patel dkk, 2015). Klindamisin digunakan untuk infeksi pada sistem pencernaan, tulang, sendi, organ reproduksi wanita, serta infeksi gigi. Klindamisin juga dapat digunakan sebagai profilaksis sebelum tindakan pembedahan (Smieja, 1998).

Klindamisin HCl adalah garam klindamisin hidroklorida hidrat yang dihasilkan dengan cara klorinasi dan inkomisin. Klindamisin HCl memiliki sifat kimia fisika yaitu berbentuk serbuk berwarna putih, mudah larut dalam air, mudah larut dalam dimetil formamida, mudah larut dalam metanol, larut dalam etanol, praktis tidak larut dalam aseton. Struktur senyawa Klindamisin HCl dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur Senyawa Klindamisin HCl (Farmakope, 2014)

2.4 Uji Kualitatif dan Kuantitatif

Analisis kimia adalah cabang ilmu kimia yang fokus pada analisis material yang bertujuan untuk mengetahui komposisi, struktur, dan fungsi kimiawi. Tujuan analisis dikelompokkan menjadi dua yaitu secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif adalah penentuan jenis zat atau komponen bahan yang akan dianalisis. Analisis kualitatif bertujuan untuk mengetahui suatu unsur atau senyawa kimia yang ada dalam sampel, baik organik maupun anorganik (Yusuf, 2017). Analisis kualitatif bahan baku klindamisin HCl terdiri dari uji kelarutan, identifikasi spektrum serapan IR dan uji klorida.

Analisis kuantitatif adalah penentuan jumlah zat tertentu yang ada di dalam sampel. Analisis kuantitatif terdiri dari analisis titrimetri dan analisis gravimetri. Analisis titrimetri merupakan pengukuran volume suatu larutan dengan konsentrasi yang diperlukan untuk bereaksi dengan analit. Analisis gravimetri merupakan analisa yang menyangkut pengukuran berat (Yusuf, 2017). Analisis kuantitatif bahan baku klindamisin HCl terdiri dari penentuan *tapped density*, pH 10%, rotasi jenis, kadar air, sisa pijar, dan penentuan kadar titrasi bebas air dengan menggunakan autotitrator dan manual.

2.5 Kelarutan

Kelarutan atau uji disolusi dibutuhkan dalam absorpsi obat karena intensitas obat tergantung pada aktivitas absorpsinya (Muchtaridi dkk, 2018) Pemilihan media pelarut untuk obat atau kombinasi obat juga sangat penting untuk mengatasi kesulitan yang timbul pada waktu pembuatan larutan farmasetik dan sebagai standar atau uji kemurnian (Tungandi, 2009). Menurut farmakope indonesia, kelarutan adalah zat dalam bagian tertentu pelarut. Kelarutan juga diartikan sebagai zat kimia tertentu, zat terlarut (solute), untuk larut dalam suatu pelarut (solvent).

Uji disolusi harus mencerminkan perbedaan signifikan dalam bioavailabilitas yang timbul dari perbedaan disolusi dan membedakan faktor formulasi seperti polimer, luas permukaan partikel, atau karakteristik fisik dan kimia obat. Pengujian disolusi digunakan untuk memperkirakan kinerja obat in vitro, sangat penting bahwa tes in vitro harus meniru kondisi in vitro sedekat mungkin. Sifat medium disolusi mempengaruhi laju disolusi. Media yang disukai adalah pH 4,5 asetat atau buffer fosfat, buffer pH 6,8 fosfat, buffer pH 7,2 atau 7,4 fosfat, air, atau asam hidroklorat 0,1 N. Obat yang larut dalam air yang buruk yang tidak menunjukkan kelarutan yang tergantung pH, pendekatan untuk meningkatkan laju disolusi adalah penambahan zat pembasah, zat terlarut, atau surfaktan ke media disolusi. Uji disolusi menggunakan surfaktan untuk obat yang jarang larut secara fisiologis relevan dan didokumentasikan dengan baik. Sodium laury sulfat adalah surfaktan yang biasa digunakan dalam media disolusi untuk obat-obatan yang kurang larut. Uji disolusi yang mengandung surfaktan dapat mensimulasikan lingkungan saluran pencernaan dengan lebih baik dari pada media yang mengandung pelarut organik atau zat non fisiologis lainnya (N, Singla dkk, 2009).

Kelarutan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu intensitas pengadukan, pH, suhu, komposisi cairan pelarut, ukuran partikel, pengaruh surfaktan, pembentukan kompleks, dan tekanan (Al dkk, 2010). Menurut dirjen POM, pengaruh kelarutan terdapat beberapa faktor yaitu pengadukan, suhu, luas

permukaan, fiskositas, ukuran partikel, pH larutan, dan polimerfisme (Dirjen POM, 1979).

Tabel 2.1 Tabel kelarutan (Dirjen POM, 1979)

Istilah Kelarutan	Jumlah bagian pelarut yang diperlukan untuk melarutkan 1 bagian zat
Sangat mudah larut	< 1
Mudah larut	1 – 10
Larut	10 – 30
Agak sukar larut	30 – 100
Sukar larut	100 – 1000
Sangat sukar larut	1000 - 10.000
Praktis tidak larut	> 10.000

Jenis jenis pelarut yang digunakan untuk melarutkan antara lain (Martin, 2008)

1. Pelarut polar

Pelarut polar adalah pelarut yang memiliki tingkat kepolaran yang tinggi. Pelarut polar dapat mengekstrasi senyawa senyawa yang polar dari tanaman. Pelarut polar juga digunakan secara universal karena dapat mencari senyawa dengan tingkat kepolarannya yang rendah. Pelarut polar dapat melarutkan zat pelarut ionik dan zat polar lainnya. Contoh pelarut polar adalah air, metanol, etanol, asam asetat.

2. Pelarut non polar

Gaya tarik menarik antara ion ion elektrolit kuat dan lemah tidak dapat di kurangi dengan pelarut non polar karena tetapan elektrik pelarut yang rendah dan senyawa non polar dapat melarutkan zat terlarut non polar dengan tekanan dalam yang sama melalui interaksi dipol induksi.

3. Pelarut semi polar

Pelarut semi polar memiliki tingkat kepolaran yang lebih rendah dari pada pelarut polar. Pelarut semi polar baik di dapatkan pada tumbuhan. Pelarut semi polar adalah aseton, etil asetat, kloroform.

Kepolaran suatu larutan dapat dilihat dari momen dipol (hasil kali muatan dengan jarak antara kedua muatan yang berikatan), konstanta elektrik, kelarutannya dengan air. Larutan dikatakan polar jika molekul dari pelarut dengan momen dipol

yang besar dan konstanta dielektrik yang tinggi. Non polar yaitu molekul dari pelarut dengan momen dipol yang kecil dan konstanta dielektrik yang rendah.

2.6 Spektrofotometer Fourter Transform Infra Red (FTIR)

Spektrofotometer inframerah adalah salah satu teknik eksperimental tertua dan mapan untuk analisis struktur sekunder polipeptida dan protein. Spektroskopi FTIR adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas penyerapan radiasi IR oleh sampel. Spektrofotometer inframerah merupakan suatu metode yang berada pada panjang gelombang 0,75-1000 μm atau pada bilangan gelombang 13.000-10 cm^{-1} . Spektrofotometer inframerah dapat mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik. Spektroskopi tersebut di dasarkan pada vibrasi suatu molekul. Prinsip kerja spektroskopi ini berdasarkan interaksi energi dengan suatu materi (Silverstein, 2002). Spektroskopi inframerah mempunyai tujuan untuk mengetahui gugus fungsi karakteristiknya. Spektroskopi infra merah didasarkan pada vibrasi atom dalam suatu molekul. Spektroskopi infra merah dapat diperoleh dengan melewatkan radiasi elektromagnetik inframerah melalui sampel yang memiliki momen dipol permanen atau diinduksi dan berdasarkan radiasi penyerapan pada energi dengan panjang gelombang tertentu dan dapat ditentukan dengan fraksi yang ada dalam sampel (Stuart dkk, 2004: Jolanta, 2010).

Spektroskopi inframerah mempunyai salah satu teknik penyerapan inframerah oleh senyawa. Spektroskopi inframerah menghasilkan energi oleh spektrum lebih kecil dan hanya mampu menyebabkan vibrasi atom atom pada senyawa yang menyerapnya karena mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dari pada yang lain. Radiasi inframerah mempunyai 3 daerah yaitu daerah IR dekat dengan penyerapan sebesar 13000-4000 cm^{-1} , daerah IR tengah dengan penyerapan sebesar 4000-200 cm^{-1} , daerah IR jauh dengan penyerapan sebesar 200- 10 cm^{-1} . Daerah IR dekat untuk menganalisis kuantitatif dengan kecepatan tinggi, daerah IR tengah untuk menganalisis kimia, sedangkan daerah IR jauh untuk menganalisis zat organik, anorganik dan organologam yang memiliki atom berat (massa atom diatas 19). Spektroskopi inframerah dapat menyebabkan molekul yang bervibrasi, melainkan energi IR tidak mampu mentransisikan

elektron karena panjang gelombang IR lebih pendek dari panjang gelombang sinar tampak ataupun UV (Sastrohamidjojo, 2011).

2.6.1 komponen spektrofotometer inframerah

1. Sumber sinar inframerah

Sumber sinar inframerah pada spektroskopi ini adalah zat padat inert yang dipanaskan dengan listrik sampai suhu antara 1500-2000K. Sumber inframerah mempunyai jenis yaitu Nerst Glower yang terbuat dari campuran oksida unsur lantanida, Globar yang berbentuk batang dan terbuat dari silikom karbida (SIC) biasanya dengan diameter 5 mm dan panjang gelombang 50 mm. Kawat nikrom yang berbentuk spiral dan mempunyai intensitas radiasi lebih rendah dari Nerst Glower dan Globar tetapi umumnya lebih panjang dan merupakan campuran nikel (Ni) dan krom (Cr) (Hendayana, 1994). Nerst Glower mempunyai radiasi maksimum pada panjang gelombang 1,4 μm atau bilangan gelombang 7100 cm^{-3} . Radiasi maksimum Globar pada panjang gelombang 1,8-2,0 μm atau bilangan 7100 cm^{-1} .

2. Monokromator

Monokromator adalah alat untuk mengisolasi suatu berkas sempit dari panjang gelombang yang berbeda. Monokromator berupa prisma atau kisi dengan garis berukir halus. Prisma yang sering digunakan adalah NaCl, karena transparan NaCl dibawah 625 cm^{-1} .

3. Sampel

Sampel pada analisis FTIR dapat berupa padat, gas, dan cair. Sampel pada pengujian klindamisin HCl berupa padatan.

4. Detektor

Detektor bekerja dengan cara mengumpulkan sinar radiasi yang melewati sampel dan dalam operasi *double beam* membandingkan energinya dengan yang terjadi melalui referensi.

5. Recorder

Recorder adalah alat perekam energi sebagai fungsi frekuensi atau panjang gelombang yang biasanya dikirim langsung oleh detektor.

Instrumen FTIR sangat akurat tetapi ada beberapa kekurangan yaitu monokromator atau celah membatasi jumlah sinyal yang bisa dapat pada resolusi tertentu. Resolusi dapat ditingkatkan dengan mempersempit celah dan mengurangi sensitivitas. Instrumen FTIR tidak mempunyai cara mudah untuk membangunkan beberapa scan untuk membangun rasio signal to noise. Instrumen harus berulang ulang dikalibrasi. Instrumen FTIR memiliki kelebihan yaitu merupakan teknik analisis yang cepat dan nondestruktif, sensitif dan memerlukan preparasi sampel yang sederhana, serta penggunaan reagen kimia dan pelarut dalam jumlah sedikit, hampir semua sampel dalam keadaan apapun dapat dianalisis misalnya cairan, larutan, pasta, bubuk, film, serat gas, dan permukaan semuanya dapat diperiksa.

2.7 Uji Klorida

Analisis kualitatif pada uji klorida dilakukan dengan larutan perak nitrat. Endapan AgCl berwarna putih bergumpal yang tidak larut dalam asam nitrit dan mudah larut dalam amonia, terbentuk jika suatu larutan yang mengandung senyawa klorida direaksikan dengan larutan perak nitrat. Endapan dapat terbentuk kembali jika larutan amoniak tersebut diasamkan dengan asam nitrat. Endapan putih yang terbentuk berupa perak klorida yang tidak larut kembali dalam asam nitrat encer (Djuma dkk, 2014).

2.8 Tapped density

Tapped density adalah massanya dibagi dengan volume yang ditempati bubuk tersebut. *Tapped density* disebut sebagai massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu setelah adanya hentakan dalam periode waktu tertentu. Volume mencakup ruang antara partikel serta volume amplop partikel itu sendiri. *Tapped density* berubah sangat tergantung pada cara partikel dikemas, seperti pemadatan, konsolidasi. *Tapped density* diperoleh dengan mengetuk secara mekanis sebuah tabung ukur atau bejana ukur yang berisi sampel bubuk. Volume atau massa bubuk awal, silinder atau bejana ukur ditap secara mekanis, dan pembacaan volume atau massa dilakukan sampai sedikit volume atau perubahan massa lebih lanjut diamati. Penetapan mekanis dicapai dengan menaikkan silinder atau bejana dan membiarkannya jatuh, di bawah massanya sendiri, jarak

yang ditentukan oleh salah satu dari tiga metode seperti dijelaskan di bawah. Perangkat yang memutar silinder atau bejana selama penyadapan mungkin lebih disukai untuk meminimalkan kemungkinan pemisahan massa selama pengetapan (WHO, 2011).

2.9 Power of hidrogen (pH)

Power of hidrogen berasal dari p lambang matematika dari negatif logaritma, sedangkan H merupakan unsur hidrogen maka disimpulkan pH adalah negatif logaritma dari aktivitas unsur hidrogen. pH meter adalah alat ukur yang dapat menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. pH diukur pada skala 0 sampai 14. Prinsip pH meter adalah potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang diukur dengan larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas. pH meter dipelihara dengan cara elektroda gelas direndam dengan larutan HC 0,1 N (Klempner dkk, 1983).

2.10 Polarimetri (rotasi jenis)

Polarimetri bertujuan untuk mengetahui sudut putar suatu senyawa dengan menggunakan polarimeter. Prinsip polarimeter adalah berkas sinar yang masuk akan diteruskan ke polarizer dalam bentuk sinar terpolarisasi sehingga sinar yang masuk akan diteruskan ke analizer. Polarimeter dalam percobaan ini digunakan untuk penentuan rotasi jenis. Rotasi jenis diperoleh dengan adanya rumus besarnya rotasi optik. Menurut Farmakope indonesia edisi V (2014), rotasi optik adalah rotasi sudut atau derajat rotasi jenis yang dapat membandingkan dengan kadar 1 gram zat terlarut dalam 1 mL larutan. Rotasi optik dapat mengakibatkan cahaya terpolarisasi. Rotasi optik memiliki dua macam yaitu positif, pemutaran bidang cahaya yang searah jarum jam dan negatif yaitu pemutaran bidang cahaya tidak searah jarum jam.

2.11 Kadar air

1. Karl fischer

Titration karl fischer adalah metode titrasi yang sangat umum diterapkan untuk menentukan air dalam berbagai sampel. Titrasi tidak berair menghemat waktu dan memberikan hasil dengan reproduksibilitas yang baik dan akurasi tinggi dalam rentang konsentrasi yang sangat luas. Menurut Farida dkk (2000), kadar air pada

sampel klindamisin HCl menggunakan metode karl fischer yang sering digunakan untuk menentukan kadar air dengan sampel yang mengandung sedikit air. Prinsip karl fischer adalah air dalam sampel klindamisin HCl dititrasi dengan pereaksi karl fischer yang terdiri dari sulfur dioksida, piridin, iodium, dan metanol anhidrat.

2.12 Sisa pijar

Sisa pijar adalah uji kemurnian bahan baku untuk menentukan dalam senyawa tersebut tidak terdapat senyawa asing dan cemaran menggunakan *furnace*. Sisa pijar dilakukan dengan proses pemijaran sampai berat konstan. Sisa pijar dapat dilakukan pengukuran dengan metode gravimetri. Gravimetri termasuk metode kuantitatif, pengukuran senyawa dilakukan dengan cara ditimbang sebelum dan sesudah senyawa tersebut dikeringkan (Skoog, 2004).

2.13 Kadar TBA

Titration bebas air adalah titrasi yang tidak menggunakan pelarut air melainkan menggunakan pelarut organik untuk mempertajam titik akhir titrasi. Titrasi bebas air dilakukan untuk sampel yang sukar larut dalam air dan dapat larut dalam pelarut organik. Titrasi bebas air mengacu pada teori bronsted-lewis yang mengatakan bahwa asam adalah suatu senyawa yang dapat memberikan proton dan bisa menerima pasangan elektron sedangkan basa adalah suatu senyawa yang dapat mengikat proton dan bisa memberikan pasangan elektron. Netralisasi adalah terbentuknya ikatan koordinasi antara asam dan basa. Titrasi bebas air diukur menggunakan alat autotitrator. Autotitrator adalah alat titrasi otomatis yang didalamnya mencakup hasil kalkulasi, persiapan sampel dan analisis hasil. Autotitrator memudahkan analisis bahan baku lebih efektif. Prinsip autotitrator sama dengan titrasi potensiometri tetapi bedanya autotitrator dilakukan secara manual. Autotitrator diukur dengan besarnya potensial hidrogen yang terdapat dalam sampel, besarnya potensial dalam suatu pH sebesar 60 mV dengan titik nol berada di Ph 7 atau netral. pH semakin kecil angka dari titik nol maka semakin asam akan diukur potensialnya dan semakin positif mV sebaliknya semakin besar angka pH dari titik nol maka semakin basa akan diukur potensialnya dan semakin negatif mV (Young, 2016).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas (flakon, gelas beaker, erlenmeyer, labu ukur 10 mL \pm 0,025 mL 20°C, buret 25 mL \pm 0,03 mL 20°C, pipet 20 mL \pm 0,02 mL 20°C, pipet 30 mL \pm 0,05 mL 20°C), siring, *sonicate*, pH-meter, oven, polarimeter, karl fischer mettlert toledo, desikator, furnace, *hotplate stirer*, lemari asam, cawan pijar, propipet, instrumen FTIR *tracer 100 shimadzu corporation* dan *autotitrator mettler toledo*.

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah klindamisin HCl, *aquademin*, larutan asam nitrat (HNO₃) 2M, larutan perak nitrat (AgNO₃) 4,25%, larutan Amonia 10 N, larutan asam sulfat pekat (H₂SO₄), Asam Asetat Glasial, Hg Asetat, larutan asam perklorik (HClO₄) 0,1 N dan Etanol.

3.3 Cara Kerja

3.3.1 Analisis klindamisin HCl secara kualitatif

1. Penentuan kelarutan

Sampel klindamisin HCl dimasukkan ke dalam dua tabung reaksi. Sampel tersebut ditambahkan dua jenis pelarut yaitu air dan etanol pada masing masing tabung reaksi. Larutan sampel dikocok dan lihat kelarutan sampel klindamisin HCl pada setiap pelarut.

2. Identifikasi spektrum serapan infra merah

1) Pembuatan *background*

Padatan KBr dihaluskan dengan mortar khusus sebanyak 300 mg. Padatan tersebut dimasukkan ke dalam cawan atau tempat sampel selanjutnya dilakukan pembacaan *background*.

2) Preparasi Standar

Padatan KBr ditimbang sebanyak 300 mg dan standar klindamisin hidroklorida sebanyak 3 mg. Campuran KBr dan standar klindamisin hidroklorida dihaluskan dengan mortar khusus. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam tempat sampel selanjutnya dilakukan pengukuran spektrum.

3) Preparasi Sampel

Padatan KBr ditimbang sebanyak 300 mg dan sampel klindamisin HCl sebanyak 3 mg. Campuran KBr dan sampel klindamisin HCl dihaluskan dengan mortar khusus. Campuran dimasukkan dalam tempat sampel selanjutnya dilakukan pengukuran spektrum.

4) Prosedur pembacaan

Pengukuran spektrum dilakukan sesuai dengan prosedur pengoperasian FTIR. Sampel dan standar klindamisin HCl dibandingkan (*overlay*) dengan melihat hasil spektrum. Sampel menunjukkan spektrum yang sama dengan standar maka sampel positif.

3. Uji klorida

Sampel klindamisin HCl dilarutkan dalam 10 mL air sebanyak 1 g. Larutan sampel ditambahkan 2 mL larutan asam nitrat pekat, 0,4 mL larutan perak nitrat 4.25% (b/v). Sampel tersebut dihomogenkan dan biarkan beberapa saat hingga terbentuk endapan putih seperti dadih. Endapan diambil beberapa lalu disuspensikan dalam 2 mL air dan tambahkan 1,5 mL larutan Amonia 10 N sehingga endapan akan larut.

3.3.2 Analisis klindamisin HCl secara kuantitatif

1. Pemeriksaan *tapped density*

Sampel klindamisin HCl dimasukkan kedalam gelas ukur 100 mL sebanyak 20 g. Sampel tersebut dilakukan penetapan dengan cara di ketuk hingga rata selanjutnya di baca volume sampel pada gelas ukur.

2. Pengukuran pH 10 %

Sampel klindamisin HCl dimasukkan kedalam labu ukur 20 mL sebanyak 20 g. Sampel ditambahkan air sampai tanda batas volume lalu *Sonicate* sampai larut. Larutan sampel diukur pH menggunakan pH-meter.

3. Pengukuran rotasi jenis

Sampel klindamisin HCl dikeringkan pada suhu 105°C selama 2 jam sebanyak 2 g. Sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Sampel tersebut ditambahkan air sampai tanda batas volume, Sonicate sampai larut. Sampel diukur rotasi jenis menggunakan alat polarimeter.

4. Penentuan kadar air

1) Standarisasi pereaksi *karl fischer*

Standar sodium tartrat dihidrat ditimbang sebanyak 50 mg. Standar dimasukkan ke dalam gelas piala untuk standarisasi karl fischer. *Start conc* diklik untuk proses standarisasi.

2) Penentuan kadar sampel

Sampel klindamisin HCl ditimbang sebanyak 50 mg yaitu dengan spesifikasi sampel yang akan diperiksa dan tertera pada *display*. Sampel dimasukkan ke dalam gelas piala. *Start* sampel diklik pada *display* untuk dilakukan penetapan kadar air menggunakan alat karl fischer mettler toledo.

5. Penentuan sisa pijar

Cawan pijar kosong dipanaskan dan dipijarkan pada suhu $600^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Cawan yang telah dipijarkan selanjutnya didinginkan dalam desikator. Cawan ditimbang setelah mencapai suhu ruang. Sampel clindamycin HCl sebanyak 1 – 2 g dimasukkan ke dalam cawan pijar yang sudah ditara. Sampel tersebut dibasahi dengan 1 mL larutan H_2SO_4 pekat. Sampel dipanaskan sampai mengarang dan tidak berasap lagi. Sampel dipijarkan pada suhu $800^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ hingga bobot tetap lalu timbang. Jika jumlah sisa melebihi batas yang ditentukan maka basahi dengan larutan H_2SO_4 pekat, panaskan dan pijarkan lagi.

6. Penentuan kadar titrasi bebas air dengan autotitrator

1) Standarisasi titrasi bebas air

Kalium hidrogen ftalat ditimbang sebanyak 150 mg. Kalium hidrogen ftalat dimasukkan ke dalam alat autotitrator yang terdapat elektroda solvotrode dan akan menambahkan larutan asam asetat glasial. Sampel tersebut ditunggu hingga selesai dan diperoleh data volume dan konsentrasi.

2) Penentuan kadar sampel

Sampel klindamisin HCl ditimbang sebanyak 100 mg . sampel tersebut dimasukkan ke dalam alat *autotitrator* yang terdapat elektroda solvotrode dan akan menambahkan larutan asam asetat glasial dan larutan Hg asetat pekat. Larutan sampel dititrasi dengan HClO₄ 0,1 N. Larutan sampel ditunggu hingga selesai dan diperoleh data volume dan konsentrasi.

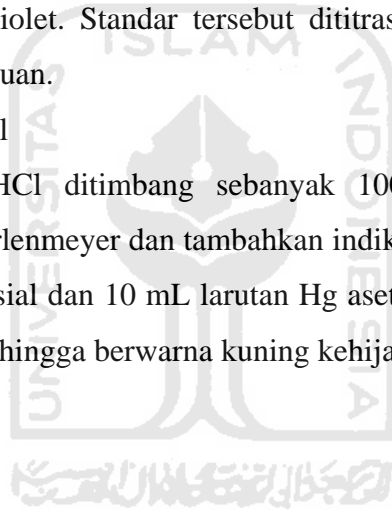
7. Penentuan kadar titrasi bebas air secara volumetric

1) standarisasi titrasi bebas air

kalium hidrogen ftalat ditimbang sebanyak 150 mg. kalium hidrogen ftalat dimasukkan kedalam alat erlenmeyer dan tambahkan 30 mL asam asetat glasial dan indikator kristal violet. Standar tersebut dititrasi dengan HClO₄ hingga berwarna kuning kehijauan.

2) Penentuan kadar sampel

Sampel klindamisin HCl ditimbang sebanyak 100 mg. Sampel tersebut dimasukkan kedalam erlenmeyer dan tambahkan indikator kristal violet, 30 mL larutan asam asetat glasial dan 10 mL larutan Hg asetat pekat. Larutan sampel dititrasi dengan HClO₄ hingga berwarna kuning kehijauan.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis kualitatif klindamisin hidroklorida

1. Uji kelarutan

Analisis kualitatif bahan baku klindamisin HCl salah satunya adalah uji kelarutan. Uji kelarutan bertujuan untuk mengetahui sifat kelarutan dari klindamisin HCl dengan cara sampel klindamisin HCl dilarutkan kedalam dua macam pelarut yaitu air dan etanol. Hasil uji kelarutan bahan baku klindamisin HCl pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil uji kelarutan

No	Pelarut	Kelarutan	Keterangan
1	Air	Larut	sangat mudah larut dalam air
2	Etanol	Sukar larut	sukar larut dalam etanol

Hasil uji kelarutan tersebut berdasarkan pada waktu sampel terlarut. Berdasarkan hasil uji pada Tabel 4.1 diketahui bahwa sampel klindamisin HCl adalah sangat mudah larut dalam air dan sukar larut dalam etanol. Sampel tersebut dapat disimpulkan berdasarkan struktur klindamisin HCl bersifat polar terdapat pada HCl bersifat polar dan klindamisin bersifat polar maka tingkat kelarutan HCl dan klindamisin adalah sama. Klindamisin pada saat pengambilan didalamnya tidak murni klindamisin, maka melalui proses treatment dahulu salah satunya dengan cara pemisahan memakai HCl otomatis terjadi reaksi antara klindamisin dengan HCl dan terdapat treatment yang tanpa pemisahan karena memakai alat yang canggih. Kelarutan suatu zat dipengaruhi oleh jenis pelarut atau polaritas pelarut. Pelarut polar akan melarutkan lebih baik zat – zat polar dan ionik (Chang, 2005). Hasil uji yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi yaitu sangat mudah larut dalam air dan sukar larut dalam etanol yang terdapat di farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.

2. Identifikasi spektrum IR klindamisin HCl

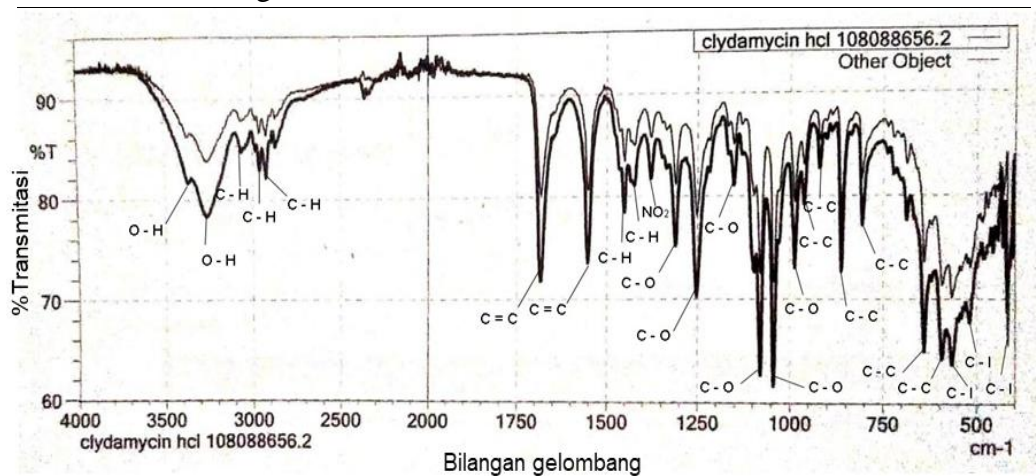
Identifikasi spektrum IR merupakan analisis kualitatif yang bertujuan untuk mengetahui kemurnian (*purity*) dari sampel klindamisin HCl jika dibandingkan

dengan standar klindamisin HCl yang dapat dilihat dari hasil spektrum FTIR. Prinsip kerja spektrofotometer inframerah adalah interaksi energi dengan suatu materi.

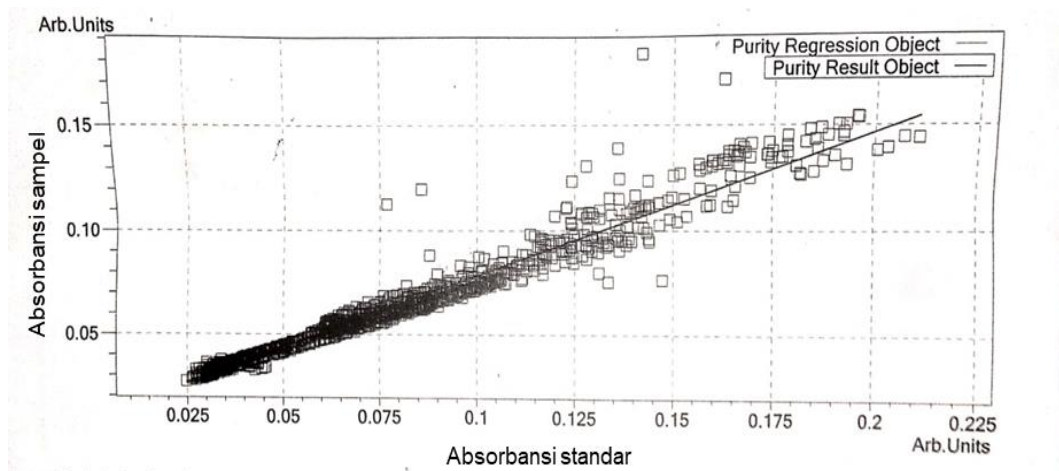
Preparasi sampel klindamisin HCl yaitu dengan sampel dimasukkan kedalam plat khusus dan dianalisis dengan FTIR pada rentang frekuensi 4000-1500 cm^{-1} (Mohamed, 2017). Menurut Sangnim dkk (2018), Spektrum FTIR pada senyawa klindamisin HCl menunjukkan gugus fungsi C=O *stretching*, C-O *stretching*, C=C *stretching*, C-H *stretching* dapat dilihat pada Tabel 4.2. *Purity indeks* atau indeks kemurnian untuk menunjukkan kemurnian pada sampel terhadap standar, jika sampel semakim mirip dengan standar maka semakin murni. *Purity indeks* pada PT Ferron par pharmaceuticals syaratnya lebih besar dari 0,98 maka dapat diperoleh hasil spektrum dan *purity indeks* pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2

Tabel 4.2 Hasil identifikasi spektrum serapan IR (Sangnim dkk, 2018)

Ikatan	Tipe Senyawa	Daeran Frekuensi (cm^{-1})	Intensitas
C – O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	1050 – 1300	kuat
C – H	Alkana	2850 – 2970	Sedang
C – H	Alkana	1340 – 1470	Kuat
C = C	cincin aromatik	1500 – 1600	Kuat
C – C	cincin aromatik	675 – 995	Kuat
C – I		< 500	Berubah – ubah
O – H	alkohol ikatan hidrogen, fenol	3200 – 3600	melebar



Gambar 4.1 spektrum FTIR klindamisin HCl



Gambar 4.2 Hasil *purity indeks* FTIR klindamisin HCl

Berdasarkan Gambar 4.1 tersebut diperoleh hasil. Gambar 4.2 menunjukkan hasil $y = 0,6853 + 0,0096$ purity index sebesar 0,9805 maka hasil tersebut memiliki kemurnian tinggi yaitu lebih besar dari 0,98 dan sesuai dengan spesifikasi yang ada PT Ferron par pharmaceuticals. Hasil dari *purity indeks* juga menunjukkan sampel klindamisin HCl memiliki kesamaan dengan standar klindamisin HCl.

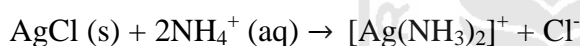
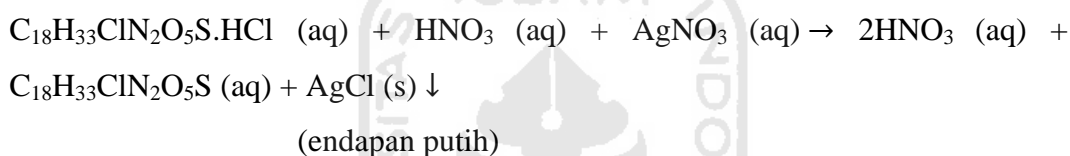
3. Uji klorida

Analisis kualitatif uji klorida yang bertujuan untuk mengetahui adanya senyawa klorida didalam sampel klindamisin HCl. Bahan baku klindamisin HCl dilarutkan ke dalam akuades. Larutan sampel tersebut ditambahkan larutan perak nitrat, asam nitrat serta amonia. Larutan tersebut terbentuk endapan putih seperti dadih. Larutan yang terbentuk seperti dadih ditambahkan air dan amonium hingga endapan tersebut larut. Hasil uji klorida pada sampel klindamisin HCl pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil uji klorida

Parameter uji klorida	Hasil	Spesifikasi
2 mL larutan sampel		
ditambah HNO ₃ 2 M dan	terbentuk	terbentuk endapan putih seperti dadih
0,4 mL larutan AgNO ₃	endapan putih	
4,25% lalu kocok, biarkan beberapa saat	seperti dadih	
Endapan putih seperti dadih		
ditambah 2 mL air dan 1,5 mL amonia 10 N	endapan larut	endapan larut

Reaksi dalam uji klorida:



Endapan AgCl berwarna putih bergumpal yang tidak larut dalam air dan mudah larut dalam amonia, terbentuk jika suatu larutan yang mengandung senyawa klorida direaksikan dengan larutan perak nitrat. Endapan dapat terbentuk kembali jika larutan amoniak tersebut diasamkan dengan asam nitrat. Endapan putih yang terbentuk berupa perak klorida yang tidak larut kembali. Endapan putih diubah karena untuk menunjukkan didalam sampel terdapat ion Cl⁻ agar ion tersebut bereaksi dengan Ag⁺. Ion adalah sesuatu yang terurai jika dalam kondisi larut maka terbentuk endapan putih yaitu positif ion Cl⁻ dan ditambahkan amonia untuk pengecekan terhadap endapan tersebut adalah AgCl.

Hasil uji klorida yang sudah didapat positif yaitu endapan larut menunjukkan sesuai dengan spesifikasi yang terdapat di farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.

4.2 Analisis kuantitatif klindamisin hidroklorida

1. Penentuan *tapped density*

Analisis kuantitatif pemeriksaan *tapped density* atau berat jenis mampat bertujuan untuk mengukur massa partikel yang ada dalam sampel dengan cara di hentakan. Pada pemeriksaan ini tidak memakai alat *tapped density* yang memakai tabung silinder melainkan memakai gelas ukur yang dihentakan sampai sampel mampat dan diukur volume sampel dalam gelas ukur tersebut dan didapat hasil pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pemeriksaan *tapped density*

Hasil <i>tapped density</i>	Spesifikasi
0,69 g/mL	$\geq 0,6$ g/mL

Ukuran partikel pada *tapped density* sangat penting untuk menentukan nilai *tapped density* dan mempengaruhi sifat alir serbuk halus. Ukuran partikel teratur maka nilai atau hasilnya akan lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran partikel yang tidak teratur. Hasil uji yang didapat sebesar 0,69 g/mL menunjukkan sesuai dengan spesifikasi sebesar $\geq 0,6$ g/mL yang terdapat di farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.

2. pH 10%

pH meter adalah alat untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaaan suatu sampel. Pada pengujian ini ditimbang sampel lalu sampel tersebut dilarutkan dalam labu ukur dan digojok. Sampel diukur menggunakan alat pH meter dan di dapat hasil pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil pH 10%

Parameter	Hasil	Spesifikasi
bobot sampel	2 g	2 g
pH10%	4,26 4,191	3 - 5,5

Nilai pH pada hasil tersebut menunjukkan tingkat keasaman karena di dapat hasil 4,26 dan 4,191 maka disimpulkan bahwa pH klindamisin HCl kisaran 4 dan batas toleransi nya sebesar 3 – 5,5. Nilai toleransi atau spesifikasi tersebut berpengaruh pada kualitas klindamisin HCl karena jika nilai pH di bawah range berarti zat

kemungkinan terurai, jika terlalu tinggi kemungkinan terkontaminasi basa. Hasil tersebut menunjukkan nilai sesuai dengan spesifikasi rentang sebesar 3 – 5,5 yang terdapat di farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.

3. Rotasi jenis

Rotasi jenis pada analisis kuantitatif diperoleh dengan rumus yang membutuhkan rotasi optik. Rotasi optik menyebabkan senyawa klindamisin HCl dapat mengakibatkan cahaya terpolarisasi. Rotasi jenis pada senyawa klindamisin HCl berupa zat padat, maka penetapannya dilakukan dengan menimbang sampel lalu dimasukkan kedalam labu ukur. Sampel tersebut ditambahkan air sampai tanda batas lalu. Sampel diukur rotasi jenis dengan alat polarimeter dan didapat hasil pada perhitungan Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil rotasi jenis

Parameter	Hasil
Bobot Sampel (g)	2
Rotasi optis	10,94
C larutan (g/100 mL)	4
Rotasi jenis (°)	136,75

Rotasi jenis pada hasil tersebut sebesar $136,75^\circ$ menunjukkan sesuai dengan spesifikasi rentang sebesar $+135^\circ$ s/d $+150^\circ$ terhadap zat anhidrat yang terdapat di farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.

4. Penentuan kadar air dengan karl fischer

Kadar air dengan karl fischer merupakan titrasi potensiometri yang digunakan untuk menentukan kadar air dalam bahan baku dengan elektroda kombinasi kaca platina dan labu khusus. Metode ini yang diukur hanya air. Prinsip karl fischer adalah air dalam sampel klindamisin HCl dititrasi dengan pereaksi karl fischer yang terdiri dari sulfur dioksida, piridin, iodium, dan metanol anhidrat. *Sodium tartrate dihydrate* digunakan sebagai standar *karl fischer*. Fungsi standarisasi pada percobaan ini adalah sebagai perbandingan hasil dengan sampel dan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan. Menurut farmakope indonesia edisi V 2014, kadar air dalam sampel mempunyai nilai spesifikasi sebesar 3% - 6% dan

spesifikasi standarisasi sebesar 4,5 – 5,5 mg/mL Kadar air dapat dilakukan dengan timbang sampel sesuai dengan spesifikasi yang ada di alat. Sampel tersebut dimasukkan pada alat lalu hasil kadar air terdapat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8

Tabel 4.7 Hasil standarisasi kadar air

Drift	Bobot Sampel (mg)	Kadar Air Standar (%)
14	50,1	5,32195
14	50,1	5,13802
rata rata		5,230

Tabel 4.8 Hasil sampel kadar air

Bobot Sampel (mg)	Kadar Air Standar (%)
0,2185	4,1082
0,2137	4,1806
Rata rata	4,1444

Kadar air pada hasil standarisasi dan sampel tersebut sebesar 5,230 % dan 4,1444% menunjukkan sesuai dengan spesifikasi rentang sebesar 3% - 6% yang terdapat di farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.

5. Penentuan sisa pijar

Sisa pijar pada sampel klindamisin HCl bertujuan untuk mengetahui sampel bebas dari senyawa asing atau cemaran senyawa lain. Sisa pijar dapat dilakukan dengan panaskan dan pijar cawan kosong lalu dinginkan dalam desikator. Sampel dimasukkan dalam cawan pijar yang sudah dibasahi dengan H₂SO₄ Pekat lalu pijarkan pada suhu 800°C ± 25°C hingga bobot tetap lalu ditimbang. Sampel tersebut melebihi bobot tetap maka dibasahi dengan H₂SO₄ Pekat panaskan dan pijarkan lagi. Sisa pijar dihitung dan didapat hasil seperti pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil sisa pijar

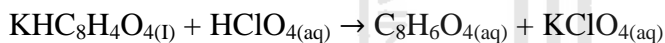
Cawan Kosong (g)	Bobot Sampel (g)	Bobot Akhir (g)	Sisa Pijar (%)
28,6412	1,0657	28,6434	0,20644

sisa pijar pada hasil tersebut di dapat sebesar 0,2 % menunjukkan sesuai dengan spesifikasi sebesar ≤ 0,5% yang terdapat di farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.

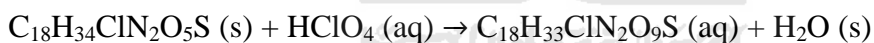
6. Penentuan kadar titrasi bebas air pada klindamisin HCl secara autotitrator

Kadar titrasi bebas air adalah titrasi yang menggunakan pelarut organik untuk mempertajam titik akhir titrasi. Titrasi bebas air dilakukan untuk sampel yang sukar larut dalam air dan dapat larut dalam pelarut organik. Preparasi sampel dilakukan dengan mencuci semua peralatan gelas seperti buret, erlenmeyer, gelas beaker dan pipet dengan etanol. Peralatan tersebut dioven hingga etanol menguap. Asam asetat glasial digunakan sebagai pelarut karena asam asetat glasial dapat berperan sebagai pengganti air sebagai pelarut organik. Asam asetat glasial merupakan pelarut protogenik yang bersifat asam dan pada saat terdisosiasi dapat memberikan proton. Larutan HClO_4 digunakan sebagai titran yang merupakan senyawa organik dan pengganti air. Titrasi bebas air menggunakan teori bronsted-lowry. Menurut teori bronsted-lowry asam adalah zat atau senyawa yang dapat mendonorkan proton (H^+) bisa berupa kation atau molekul netral dan basa adalah zat atau senyawa yang dapat menerima proton (H^+) bisa berupa anion atau molekul netral (Sadhu, S., 2019).

Reaksi standarisasi KHP dengan asam asetat glasial sebagai berikut:



Reaksi sampel klindamisin HCl dengan HClO_4 sebagai berikut:



Kadar sampel pada titrasi bebas air dengan autotitrator mempunyai spesifikasi sebesar 91 – 102%. Kadar Titrasi bebas air di dapat hasil pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11

Tabel 4.10 Hasil standarisasi kadar titrasi bebas air

Bobot KHP (mg)	V. HClO_4 (mL)	Konsentrasi	$\text{xi}-\bar{x}$	$(\text{xi}-\bar{x})^2$
150	7,1743	0,1024	$2,33 \times 10^{-5}$	$5,43 \times 10^{-10}$
150	7,1744	0,1024	$2,19 \times 10^{-5}$	$4,78 \times 10^{-10}$
150	7,1791	0,1023	$0,10 \times 10^{-5}$	$2,04 \times 10^{-9}$
Rata-rata		0,1024	Jumlah	$3,06 \times 10^{-9}$
SD				3,9119
RSD				0,0382

Tabel 4.11 Hasil sampel kadar titrasi bebas air

V. Sampel (mL)	Berat (mg)	LOD	Kadar (%)	(xi - \bar{x}) ²
3,9971	100	4,1084	98,4764	0,0838
4,0206	100		99,0554	0,0838
4,0089	100	Rata rata	98,7659	0,1676
	SD		0,4094	
	RSD		0,5862	

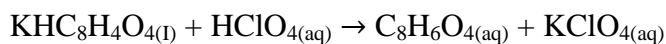
Nilai presisi pengujian kali ini dilakukan secara duplo maka dinyatakan dalam %RSD dan dilakukan pada waktu yang sama dengan alat yang sama maka termasuk *repeatability*. Hasil standarisasi dari pengujian ini di dapat standar deviasi sebesar $3,9119E-05$ dan *relative standard deviation* sebesar 0,0382 menurut Riyanto 2017 nilai *relative standard deviation* harus kurang dari 2 %, maka hasil *relative standard deviation* tersebut sesuai. Hasil kadar sampel sebesar 98,7659 maka masuk spesifikasi dari PT Ferron par pharmaceuticals. Hasil standar deviasi dan *relative standard deviation* dari sampel berturut turut sebesar 0,4094 dan 0,58620. Menurut Riyanto 2017 nilai *relative standard deviation* harus kurang dari 10 % maka hasil *relative standard deviation* tersebut sesuai dengan spesifikasi.

7. Penentuan kadar titrasi bebas air pada klindamisin HCl secara volumetri

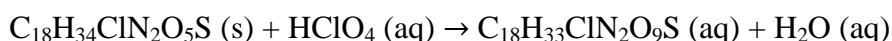
Kadar titrasi bebas air adalah titrasi yang menggunakan pelarut organik untuk mempertajam titik akhir titrasi. Titrasi bebas air dilakukan untuk sampel yang sukar larut dalam air dan dapat larut dalam pelarut organik. Preparasi sampel dilakukan dengan mencuci semua peralatan gelas seperti buret, erlenmeyer, gelas beaker dan pipet dengan etanol. Peralatan tersebut dioven hingga etanol menguap. Asam asetat glasial digunakan sebagai pelarut karena asam aseta glasial dapat berperan sebagai pengganti air sebagai pelarut organik. Asam asetat glasial merupakan pelarut protogenik yang bersifat asam dan pada saat terdisosiasi dapat memberikan proton. Larutan $HClO_4$ digunakan sebagai titran yang merupakan senyawa organik dan pengganti air. Titrasi bebas air menggunakan teori bronsted-lowry. Menurut teori bronsted-lowry asam adalah zat atau senyawa yang dapat mendonorkan proton (H^+) bisa berupa kation atau molekul netral dan basa adalah

zat atau senyawa yang dapat menerima proton (H^+) bisa berupa anion atau molekul netral.

Reaksi standarisasi KHP dengan asam asetat glasial sebagai berikut:



Reaksi sampel klindamisin HCl dengan $HClO_4$ sebagai berikut:



Kadar sampel pada titrasi bebas air dengan autotitrator mempunyai spesifikasi sebesar 91 – 102%. Kadar Titrasi bebas air di dapat hasil pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13

Tabel 4.12 Hasil standarisasi kadar titrasi bebas air secara volumetri

Bobot KHP (mg)	Volume $HClO_4$ (mL)	Konsentrasi	$xi-\bar{x}$	$(xi-\bar{x})^2$
700	34,5	0,0994	-0,0015	$2,22 \times 10^{-6}$
700	34,5	0,1023	0,0015	$2,22 \times 10^{-6}$
rata-rata		0,1008	Jumlah	$4,39 \times 10^{-6}$
SD				0,0021
RPD				-2,9412

Tabel 4.13 Hasil sampel kadar titrasi bebas air secara volumetri

Bobot Sampel (mg)	V. larutan titrasi (mL)	Kadar sampel (%)	$xi-\bar{x}$	$(xi-\bar{x})^2$
100	4,15	100,64	0	0
100	4,15	100,64	0	0
rata-rata		100,64	Jumlah	0
SD				0
RPD				0

Nilai presisi pengujian kali ini dilakukan secara duplo maka dinyatakan dalam %RPD dan dilakukan pada waktu yang sama dengan alat yang sama maka termasuk *repeatability*. Hasil standarisasi dari pengujian ini di dapat standar deviasi dan *relative percent difference* sebesar 0,0021 dan 2,9412 dan hasil standar deviasi dan re dari sampel berturut turut sebesar 0 dan 0 menurut Riyanto 2017 nilai *relative percent difference* harus kurang dari 10 % maka hasil *relative percent difference* tersebut sesuai dengan spesifikasi. Hasil kadar sampel sebesar

100,64 %, maka masuk spesifikasi rentang sebesar 91% - 102% yaitu terdapat pada Farmakope indonesia edisi V 2014 dan PT Ferron par pharmaceuticals.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis klindamisin hidroklorida yang telah dilaksanakan di PT ferron par pharmaceuticals maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisis kualitatif dengan parameter kelarutan didapat hasil sampel klindamisin hidroklorida sangat mudah larut dalam air dan sukar larut dalam etanol, Identifikasi serapan IR diperoleh spektrum sampel dan standar memiliki kemiripan dan uji klorida didapat hasil sampel positif mengandung ion Cl⁻.
2. Hasil analisis kuantitatif klindamisin hidroklorida dengan parameter *tapped density* sebesar 0,69 g/mL, pH 10% sebesar 4,26 dan 4,191, rotasi jenis sebesar 136,75°, persen kadar air dalam sampel sebesar 4,1444%, persen sisa pijar sebesar 0,2 %, persen kadar titrasi bebas air dengan autotitrator dan volumetric sebesar 98,7659 % dan 100,64 %.
3. Hasil uji kualitas bahan baku klindamisin hidroklorida memperoleh hasil yang sesuai dengan spesifikasi bahan baku klindamisin hidroklorida PT ferron par pharmaceuticals.

5.2 Saran

Saran yang direkomendasikan yaitu pada saat pengukuran kerapatan bahan baku menggunakan alat *tapped density* bukan menggunakan gelas ukur supaya hasil lebih maksimal dan pengujian kuantitatif bahan baku minimal diuji secara duplo.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, F., Michrun, N., dan Radhia, R., 2015, *Teknologi Sediaan Farmasi*, Yogyakarta: Deepublish.
- Al, Bahela., SK, Sahoo., dan SV, Patil., 2010, *Enhancement of Solubility: A Pharmaceutical Overview*, Scholars Research Library.
- Chaiwarit, T., Rachtanapun, P., Kantrong, N., dan Jantrawut, P., 2020, Preparation of Clindamycin Hydrochloride Loaded De-Esterified Low-Methoxyl Mango Peel Pectin Film Used as a Topical Drug Delivery System, *Jurnal Polymer*, MDPI.
- Chang, R., 2005, *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Jilid 1 Edisi 3*, Jakarta: Erlangga.
- Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan, 2006, *Metode Analisis PPOM*, Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Direktorat Jenderal Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan, 2014, *Farmakope Indonesia Edisi V*, Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1979, *Farmakope Indonesia Edisi III*, Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Djuma, A, W., dan Talaen, M, S., 2015, The Analysis of Chloride in Argentometry on Dig Well Water in Kupang Regency of Kupan Tengah District Oebelo Village in 2014, Kupang, *Jurnal Info Kesehatan*, Vol.14.
- Elmitra, 2017, *Dasar Dasar Farmasetika dan Sediaan Semi Solid*, Yogyakarta: Deepublish.
- Farida., Yudhi, N., Lilis, W., dan Purwadi, K, P, 2000, Studi Banding Penentuan Kadar H₂O dalam Serbuk UO₂ Menggunakan Metode MEA (moisture evolution analysis) dan KFT (karl fischer titration), *Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir V*, ISSN 1410-1998.
- Hendayana, S., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Semarang: IKIP Press.
- Jas, A., 2007, *Perihal Resep dan Dosis Serta Latihan Menulis Resep Edisi 1*, Medan: Universitas Sumatera Utara Press.
- Kaale, E., Nyamweru, B. C., Manyanga, V., Chambuso, M., dan layloff, T., 2013, The Development and Validation of a Thin Layer Chromatography Densitometry Method for The Analysis of Diclofenac Sodium Tablets, *International Journal of Chemical and Analytical Science.*, 4, 73-79.

- Klempner, S, M., dan Styrt, B., 1983, Alkalization of the Intralysosomal pH by Clindamycin and Its Effect on Neutrophil Function, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy.*, 12, suppl. C, 39-50.
- Martin, A., 2008, *Farmasi Fisika*, Jakarta: UI press.
- Muchtaridi., Yanuar, A., Megantara, S., dan Purnomo, H., 2018, *Kimia Medisial: Dasar Dasar dalam Perancangan Obat*, Jakarta: Prenadamedia Group.
- Patel, P., dan Patel, P., 2015, Formulation and Evaluation of Clindamycin HCl in Situ Gel for Vagina Application, *International Jurnal of Pharmaceutical Investigation.*, 5, 50-6
- Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 73, 2016, *Standar Pelayanan Kefarmasian di Apotek*, Jakarta: Menteri Kesehatan RI.
- Riyanto., Iaksono, A, T., 2017, Validation Method for Determination of Cholesterol in Human Urine with Electrochemical Sensor Using Gold Electrodes, *AIP Conference Proceedings 1911*, AIP publishing.
- Sadhu, S., 2019, Uncover Students Alternative Conception in Acid-Base Theory Using A Modified Certainly of Response Index Instrument, *Formatif. Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA.*, 9(1): 11-12.
- Singla, N., Gupta, D, G., Kohli, K., dan Singla, K, A., 2009, *A Discriminatory and Biorelevant Dissolution Test Method for Simvastatin Drug Products*, Dissolution technologies.
- Siregar, S., 2010, *Statistik Deskriptif Untuk Penelitian*, Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Smieja, M., 1998-1, Current Indications for the Use of Clindamycin: A Critical Review, *The Canadian Journal of Infectious Diseases, Journal Canadien Des Maladies Infectieuses.*, 9, 22-28.
- World Health Organization, 2011, *Bulk Density and Tapped Density of Powders*, The International Pharmacopoeia.
- Young, J., 2016, *Autotitrator Titrant Dispenser Hydrodynamis*, The Chemical Educator, S1430-4171(16)12719-6.
- Yusuf, M., 2017, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Penelitian Gabungan*, Jakarta: Kencana.

LAMPIRAN

Lampran 1. Hasil uji analisis bahan baku klindamisin HCl

A. Hasil uji analisis kualitatif

1. Uji kelarutan

Tabel 4.1 Hasil uji kelarutan

No	pelarut	Kelarutan	Keterangan
1	Air	+	sangat mudah larut dalam air
2	Etanol	+	sukar larut dalam etanol

2. Uji klorida

Tabel 4.3 Hasil uji klorida

Parameter	Hasil	Spesifikasi
2 mL larutan sampel + HNO ₃ 2 M + 0,4 mL larutan AgNO ₃ 4,25% (kocok, biarkan beberapa saat)	Positif	terbentuk endapan putih seperti dadih
sebagian endapan hasil perlakuan di atas + 2 mL air + 1,5 mL amonia 10 N	Positif	endapan larut

B. Hasil uji kuantitatif

1. Perhitungan Penentuan Tapped density

$$\text{tapped density} = \frac{A}{B}$$

$$\text{tapped density} = \frac{2 \text{ g}}{02,9 \text{ mL}}$$

$$\text{tapped density} = 0,69 \text{ g/mL}$$

2. pH 10%

Tabel 4.4 Hasil pH 10%

Parameter	hasil	Spesifikasi
Bobot Sampel	2	2 g
pH10%	4,26	3 - 5,5
	4,191	

3. Perhitungan rotasi jenis

$$\text{Rotasi jenis } (^{\circ}) = \frac{\alpha \times 100}{C \times d}$$

$$\text{Rotasi jenis } (^{\circ}) = \frac{10,94 \times 100}{4 \times 2}$$

$$\text{Rotasi jenis } (^{\circ}) = 136,75^{\circ}$$

4. Kadar air

Tabel 4.4 Hasil standarisasi kadar air

Parameter	Hasil	Spesifikasi
Drift	14	5 - 30
bobot sampel	50,1	50 mg
	50,1	
kadar air standar	5,321947	4,5 - 5,5
	5,138023	
rata rata	5,230	mg/mL

Tabel 4.5 Hasil sampel kadar air

Parameter	Hasil	Spesifikasi
bobot sampel	0,2185	Sesuai dengan spesifikasi sampel yang akan diperiksa, yang tertera pada display alat karl fischer mettler toledo DL-38 atau DL-31
	0,2137	
kadar air standar	4,1082	3% - 6%
	4,1806	
rata rata	4,1444	

5. Perhitungan sisa pijar

$$\text{sisa pijar} = \frac{C - A}{B} \times 100\%$$

$$\text{sisa pijar} = \frac{28,6434 \text{ g} - 28,6412 \text{ g}}{1,0657 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{sisa pijar} = \frac{0,0022 \text{ g}}{1,0657 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{sisa pijar} = 0,2 \%$$

6. Standarisasi kadar TBA menggunakan autotitrator

Tabel 4.7 hasil standarisasi kadar TBA

Bobot KHP (mg)	V. HClO ₄ (mL)	Konsentrasi	xi- \bar{x}	(xi- \bar{x}) ²
150	7,1743	0,1024	$2,33 \times 10^{-5}$	$5,43 \times 10^{-10}$
150	7,1744	0,1024	$2,19 \times 10^{-5}$	$4,78 \times 10^{-10}$
150	7,1791	0,1023	$0,10 \times 10^{-5}$	$2,04 \times 10^{-9}$
rata-rata		0,1024	Jumlah	$3,06 \times 10^{-9}$
SD				3,9119
RPD				0,03821

a. Perhitungan standarisasi 1

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{Mg KHP}}{204,2 \times V \text{ HClO}_4}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{150 \text{ mg}}{204,2 \times 7,1743}$$

$$\text{konsentrasi} = 0,1024$$

b. Perhitungan standarisasi 2

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{Mg KHP}}{204,2 \times V \text{ HClO}_4}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{150 \text{ mg}}{204,2 \times 7,1744}$$

$$\text{konsentrasi} = 0,1024$$

c. Perhitungan standarisasi 3

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{Mg KHP}}{204,2 \times V \text{ HClO}_4}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{150}{204,2 \times 7,1791}$$

$$\text{konsentrasi} = 0,1023$$

d. Perhitungan standar deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{3,0606 \times 10^{-9}}{3 - 1}}$$

$$SD = 3,9119 \times 10^{-5}$$

e. Perhitungan RSD

$$RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

$$RSD = \frac{3,9119 \times 10^{-5}}{0,1024} \times 100$$

$$RSD = 0,0382$$



7. Sampel kadar TBA menggunakan autotitrator

Tabel 4.8 hasil sampel kadar TBA

V. Sampel	Berat	LOD	Kadar	$(xi - \bar{x})^2$
3,9971	100	4,1084	98,4764	0,0838
4,0206	100		99,0554	0,0838
4,00885	100	Rata rata	98,7659	0,1676
	SD		0,4094	
	RPD		-0,5862	

a. Sampel 1

$$\text{kadar (\%)} = \frac{V \times N \times 23,07 \times 100}{W \times 0,1 (100 - w)}$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{3,9971 \times 0,1024 \times 23,07 \times 100}{100 \times 0,1 (100 - 4,1444)} \times 100\%$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{944,2621}{958,556} \times 100\%$$

$$\text{kadar (\%)} = 98,5088 \%$$

b. Kadar sampel 2

$$\text{kadar (\%)} = \frac{V \times N \times 23,07 \times 100}{W \times 0,1 (100 - w)} \times 100\%$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{4,0206 \times 0,1024 \times 23,07 \times 100}{100 \times 0,1 (100 - 4,1444)} \times 100\%$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{949,8137}{958,556} \times 100\%$$

$$\text{kadar (\%)} = 99,0880 \%$$

c. Standar deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0,1676}{2 - 1}}$$

$$SD = 0,4094$$

d. RPD

$$RPD = \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{\frac{\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran}}{2}} \times 100$$

$$RPD = \frac{98,4764 - 99,0554}{\frac{98,4764 + 99,0554}{2}} \times 100$$

$$RPD = \frac{-0,579}{98,7659} \times 100$$

$$RPD = 0,5862 \%$$

8. Standarisasi kadar TBA menggunakan biuret

Tabel 4.9 hasil standarisasi kadar TBA

Bobot KHP	V. HCLO4	Konsentrasi	(xi-x̄)²
700	34,5	0,0994	2,19E-06
700	33,5	0,1023	2,19E-06
rata rata		0,1008	4,39E-06
SD		0,0021	
RPD		-2,9412	

a. Perhitungan standarisasi 1

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{Mg KHP}}{204,2 \times V \text{ HClO}_4}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{700 \text{ mg}}{204,2 \times 34,5}$$

$$\text{konsentrasi} = 0,0994$$

b. Perhitungan standarisasi 2

$$\text{konsentrasi} = \frac{\text{Mg KHP}}{204,2 \times V \text{ HClO}_4}$$

$$\text{konsentrasi} = \frac{700 \text{ mg}}{204,2 \times 33,5}$$

$$\text{konsentrasi} = 0,1023$$

c. Perhitungan standar deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{4,3987 \times 10^{-6}}{2 - 1}}$$

$$SD = 2,0973 \times 10^{-3}$$

d. Perhitungan RPD

$$RPD = \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{\frac{\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran}}{2}} \times 100$$

$$RPD = \frac{0,0994 - 0,1023}{\frac{0,0994 + 0,1023}{2}} \times 100$$

$$RPD = \frac{-0,0029}{0,1009} \times 100$$

$$RPD = 2,8756 \%$$

7. Sampel kadar TBA menggunakan biuret

Tabel 4.10 hasil sampel kadar TBA

Bobot Sampel (mg)	V. larutan titrasi	Kadar sampel	xi- \bar{x}	(xi- \bar{x}) ²
100	4,15	100,64	0	0
100	4,15	100,64	0	0
rata-rata		100,64	Jumlah	0
SD				0
RPD				0

a. Perhitungan kadar sampel 1

$$\text{kadar (\%)} = \frac{V \times N \times 23,07 \times 100}{W \times 0,1 (100 - w)}$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{4,15 \times 0,1008 \times 23,07 \times 100}{100 \times 0,1 (100 - 4,1444)}$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{965,0642}{958,556} \times 100\%$$

$$\text{kadar (\%)} = 100,6790$$

b. Perhitungan kadar sampel 2

$$\text{kadar (\%)} = \frac{V \times N \times 23,07 \times 100}{W \times 0,1 (100 - w)}$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{4,15 \times 0,1008 \times 23,07 \times 100}{100 \times 0,1 (100 - 4,1444)}$$

$$\text{kadar (\%)} = \frac{965,0642}{958,556} \times 100\%$$

$$\text{kadar (\%)} = 100,6790$$

c. Perhitungan standar deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0}{n - 1}}$$

$$SD = 0$$

d. Perhitungan RPD

$$RPD = \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{\frac{\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran}}{2}} \times 100$$

$$RPD = \frac{100,64 - 100,64}{\frac{100,64 + 100,64}{2}} \times 100$$

$$RPD = \frac{0}{100,64} \times 100$$

$$RPD = 0$$

9. Ketidakpastian volume contoh (μV_c)

a. Pipet ukur 10 mL $\pm 0,02$ mL 20°C

- Ketidakpastian kalibrasi pipet

$$\mu V_c = \frac{V}{\sqrt{6}}$$

$$\mu V_c = \frac{0,02 \text{ mL}}{\sqrt{6}}$$

$$\mu(V) = \pm 0,0082$$

- Ketidakpastian faktor muai

$$\mu(T) = \frac{V \times \rho \times \Delta T}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = \frac{10 \text{ mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \times (24 - 20)}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = \frac{0,0084}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = 0,0048$$

- Ketidakpastian volume contoh

$$\mu(V_c) = \sqrt{\mu(V)^2 + \mu(T)^2}$$

$$\mu(V_c) = \sqrt{(0,0082)^2 + (0,0048)^2}$$

$$\mu(V_c) = 0,0095$$

- b. Pipet ukur 30 mL \pm 0,05 mL 20°C

- Ketidakpastian kalibrasi pipet

$$\mu V_c = \frac{V}{\sqrt{6}}$$

$$\mu V_c = \frac{0,05 \text{ mL}}{\sqrt{6}}$$

$$\mu(V) = \pm 0,0204$$

- Ketidakpastian faktor muai

$$\mu(T) = \frac{V \times \rho \times \Delta T}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = \frac{30 \text{ mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \times (24 - 20)}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = \frac{0,0252}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = 0,0145$$

- Ketidakpastian volume contoh

$$\mu(Vc) = \sqrt{\mu(V)^2 + \mu(T)^2}$$

$$\mu(Vc) = \sqrt{(0,0204)^2 + (0,0145)^2}$$

$$\mu(Vc) = 0,0250$$

- c. Buret 25 mL \pm 0,03 mL 20°C

- Ketidakpastian kalibrasi pipet

$$\mu Vc = \frac{V}{\sqrt{6}}$$

$$\mu Vc = \frac{0,03 \text{ mL}}{\sqrt{6}}$$

$$\mu(V) = \pm 0,0122$$

- Ketidakpastian faktor muai

$$\mu(T) = \frac{V \times \rho \times \Delta T}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = \frac{25 \text{ mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \times (24 - 20)}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = \frac{0,021}{\sqrt{3}}$$

$$\mu(T) = 0,0121$$

- Ketidakpastian volume contoh

$$\mu(Vc) = \sqrt{\mu(V)^2 + \mu(T)^2}$$

$$\mu(Vc) = \sqrt{(0,0122)^2 + (0,0121)^2}$$

$$\mu(Vc) = 0,0172$$

10. Ketidakpastian presisi dengan autotitrator

Kadar	$(x_i - \bar{x})^2$
98,47642783	0,083801208
99,0553966	0,083801208
$\bar{x} = 98,76591222$	$\Sigma = 0,167602416$

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0,1676}{2 - 1}}$$

$$SD = 0,4094$$

$$\mu_p = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$\mu_p = \frac{0,4094}{\sqrt{2}}$$

$$\mu_p = 0,2895$$



11. Ketidakpastian presisi dengan buret

Kadar	$(x_i - \bar{x})^2$
100,64	0
100,64	0
$\bar{x} = 100,64$	$\Sigma = 0$

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0}{2-1}}$$

$$SD = 0$$

$$\mu\rho = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$\mu\rho = \frac{0}{\sqrt{2}}$$

$$\mu\rho = 0$$

12. Ketidakpastian gabungan

$$\mu c = \sqrt{\left(\frac{\mu Vc}{Vc}\right)^2 + \left(\frac{\mu Vc}{Vc}\right)^2 + \left(\frac{\mu Vc}{Vc}\right)^2 + \left(\frac{\mu\rho}{\rho}\right)^2 + \left(\frac{\mu\rho}{\rho}\right)^2}$$

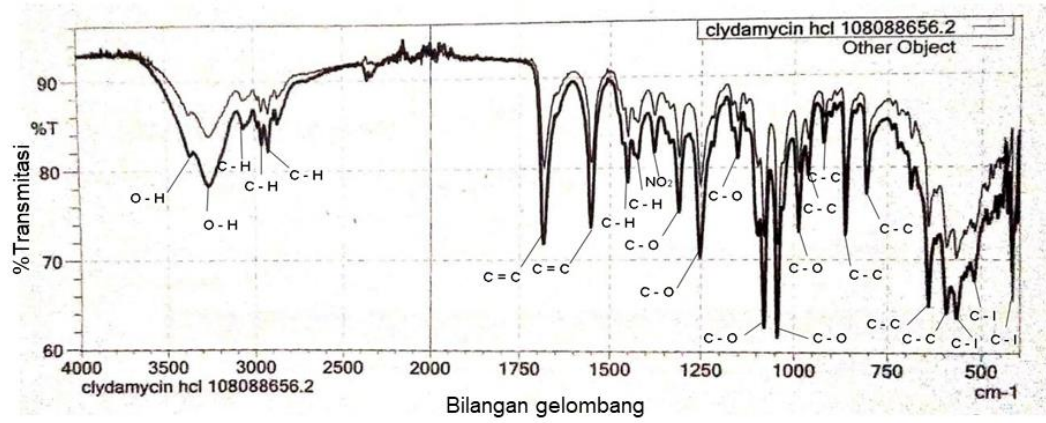
$$\mu c = \sqrt{\left(\frac{0,0095}{10 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{0,0250}{30 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{0,0172}{25 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{0,4094}{2}\right)^2 + \left(\frac{0}{2}\right)^2}$$

$$\mu c = \sqrt{9,027 \times 10^{-7} + 6,944 \times 10^{-7} + 4,733 \times 10^{-7} + 0,0419 + 0}$$

$$\mu c = \sqrt{0,0419}$$

$$\mu c = 0,2047$$

Lampiran 2. Gambar spektrum IR lindamisin HCl



Lampiran 3. Gambar hasil *purity indeks* FTIR klindamisin HCl

