

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bidang ilmu farmasi merupakan suatu bidang ilmu yang bergerak dalam penemuan obat dan pembuatan sediaan serta pelayanan kefarmasian. Akan tetapi, dalam pelaksanaan pekerjaan kefarmasian terutama dalam teknologi pembuatan sediaan farmasi. Industri farmasi memerlukan alat/instrumen pendukung untuk menjamin kualitas (*quality control*) sediaan farmasi agar memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan kompendial.

Alat yang dibutuhkan untuk evaluasi sediaan farmasi tentu saja dipahami oleh peneliti bidang farmasi karena mereka yang memahami parameter apa saja yang perlu dievaluasi. Namun, hingga saat ini belum semua alat evaluasi tersedia untuk menjamin kualitas sediaan farmasi, terutama sediaan semisolid (pasta, salep, krim, dan gel) seperti alat uji daya lekat. Uji daya lekat sediaan semisolid dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan sediaan semisolid dapat melekat pada kulit dalam waktu tertentu sebelum sediaan dicuci atau dibersihkan sehingga penghantaran obat lebih efektif dan dapat menghasilkan efek yang diinginkan. Pengujian daya lekat sediaan juga sangat penting dilakukan dalam perancangan formulasi suatu sediaan semisolid (Kurniawan, dkk., 2018).

Di Indonesia, pengujian daya lekat sediaan farmasi semisolid secara umum masih dilakukan secara konvensional dengan metode pelat sejajar. Uji daya lekat dilakukan dengan cara sediaan semisolid dengan volume tertentu diletakkan ke pusat antara dua pelat kaca, ditekan dengan bobot tertentu selama lima menit kemudian dihitung lamanya waktu pelepasan kedua pelat kaca ketika pelat ditarik (Pandanwangi, dkk., 2018). Kelemahan yang biasa ditemukan dari metode pelat sejajar ini yaitu pelat kaca yang digunakan dan perlakuan pengujian dari setiap orang berbeda-beda, baik dari segi beban maupun kekuatan yang diberikan saat menarik pelat kaca. Pengujian dengan alat konvensional dinilai kurang tepat dan kurang sensitif karena pengantaran tekanan dan kekuatan penarikan yang tidak konstan sehingga nilai daya lekat yang didapat tidak akurat dan sulit untuk divalidasi. Oleh sebab itu, perlu dibuat suatu alat uji daya lekat yang tervalidasi baik penghantaran tekanan, maupun tingkat penarikannya sehingga menghasilkan data pengujian yang lebih akurat (Garg, *et al.*, 2002).

Hal penting dari pengukuran daya lekat dalam sistem semisolid adalah sebuah penghantaran tekanan hingga terjadi kontak pada sediaan dan menarik diri untuk waktu yang singkat dengan kecepatan yang tetap. Dalam pengujian daya lekat sediaan semisolid, parameter yang diukur adalah lamanya waktu yang

dibutuhkan kedua pelat kaca yang menempel untuk saling memisah dengan beban dan kecepatan tertentu (Adhikari, *et al.*, 2003). Dalam hal adhesi kulit, biasanya pengukuran lekat terjadi dalam jangka pendek yaitu dalam hitungan detik. Waktu minimum lekat diinginkan untuk melihat kecenderungan sediaan menempel pada kulit. Besarnya waktu minimum ini dipengaruhi oleh parameter pengukuran seperti sifat dari adheren, tekanan, tingkat gaya penarikan, dan lain-lain, yang merupakan suatu ukuran yang digunakan untuk mengkarakterisasi daya lekat (Venkatraman and Gale, 1998).

Pada penelitian ini akan dirancang dan dirakit alat uji daya lekat sediaan semisolid. Alat ini dirancang dengan bentuk menyerupai kerangka balok dengan ukuran 290 x 260 mm. Pada kerangka ini terdapat dua buah pelat *stainless steel* yang terletak di bagian dasar dan di bagian tengah kerangka dengan ukuran panjang x lebar x tinggi yaitu 260 x 260 x 5 mm, ukuran pelat *stainless steel* tersebut diharapkan mampu menahan beban pada saat diberikan tekanan. Pada bagian atas kerangka dibuat sebuah kaca dengan dudukan dari bahan *hardnylon* yang berukuran panjang x lebar x tinggi yaitu 260 x 220 x 25 mm, berfungsi sebagai penahan tekanan. Untuk tempat penyimpanan sampel uji digunakan sebuah timbangan digital yang sekaligus berfungsi sebagai sensor tekanan saat kedua kaca saling kontak. Pada pelat *stainless steel* bagian dasar dipasang sebuah roda gigi (*gear*) payung sebagai pengubah mekanis berupa rotasi yang menghasilkan gerakan turun naik pada pelat bagian tengah. Jika *gear* diputar searah jarum jam maka pelat akan naik dan jika diteruskan akan terjadi kontak antara pelat kaca yang selanjutnya akan menghasilkan tekanan, sebaliknya untuk menurunkan pelat maka *gear* diputar berlawanan arah jarum jam. Pada alat juga dipasang sebuah *stopwatch* yang digunakan untuk menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan kedua pelat untuk memisah saat ditarik.

Dengan memperoleh data hasil pengujian daya lekat yang akurat diharapkan dapat menghasilkan sediaan semisolid farmasi yang berkualitas. Dengan demikian, alat ini dapat mempermudah peneliti farmasi dalam menjamin kualitas sediaan semisolid, baik dalam penelitian skala laboratorium di institusi pendidikan atau institusi penelitian maupun skala industri di industri farmasi Indonesia.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, identifikasi masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana perancangan dan perakitan alat uji daya lekat sediaan semisolid yang tervalidasi dan dapat digunakan untuk evaluasi sediaan semisolid farmasi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang dan merakit alat uji daya lekat sediaan semisolid yang tervalidasi.

1.4. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan terutama pada pembuatan sediaan semisolid di laboratorium dan untuk industri farmasi yaitu menyediakan suatu alat uji daya lekat sediaan semisolid yang lebih praktis dan tervalidasi sehingga evaluasi sediaan semisolid lebih terkarakterisasi dan akurat.

1.5. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Maret 2019 – Juli 2019 dan dilaksanakan di Pusat Riset Institusi Nanoteknologi dan Graphene (PRINT-G) Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM 2, Hegamanah, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, 45363.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sediaan Semisolid

Sediaan semisolid/semipadat farmasi didefinisikan sebagai produk topikal yang ditujukan untuk aplikasi pada kulit atau membran mukosa untuk mencapai efek lokal dan kadang-kadang efek sistemik. Sediaan semisolid yang digunakan pada kulit umumnya berfungsi sebagai pembawa pada obat-obat topikal, sebagai emolien, atau sebagai mantel oklusif. Sebagian kecil bentuk sediaan semisolid digunakan pada membran mukosa, seperti jaringan rektal, jaringan bukal (di bawah lidah), mukosa vagina, membran uretra, saluran telinga luar, mukosa hidung, dan kornea (Lachman, dkk., 2008).

Secara umum, sediaan semisolid adalah formulasi yang terdiri atas dua fasa (minyak dan air) dimana salah satunya merupakan fase kontinyu (fase luar) dan yang lain merupakan fase terdispersi (fase dalam). Bahan berkhasiat (*Active Pharmaceutical Ingredient*) sering melarut dalam salah satu atau kedua fase sehingga secara menyeluruh membentuk 3 fasa (Agoes, 2012). Eksiipien dapat ditambahkan ke formulasi topikal sebagai pengisi dan pembawa untuk mengontrol penetrasi jaringan dalam membantu bahan aktif menembus kulit, untuk mencegahnya tercuci, atau untuk menyediakan mantel oklusif pencegah efek menghilang. Eksiipien juga digunakan untuk melarutkan bahan aktif, memberikan sifat antibakteri, meningkatkan stabilitas, pengemulsi dan sebagai suspending agents (Frederiksen, *et al.*, 2015).

Beberapa kategori sediaan semisolid untuk aplikasi kulit dibedakan atas salep, krim, gel, dan pasta. Salah satu sifat sediaan semisolid adalah mampu melekat pada permukaan tempat pemakaian dalam waktu yang cukup lama sebelum sediaan dicuci atau dihilangkan. Pelekatan ini disebabkan oleh sifat rheologis dari sediaan yang memungkinkan sediaan semisolid tersebut bentuknya tetap dan melekat sebagai lapisan tipis sampai ada suatu tindakan yang mengakibatkan sediaan semisolid akan rusak bentuknya dan mengalir (Lachman, dkk., 2008).

Dalam pengembangan sediaan semisolid farmasi, dipertimbangkan bahwa semua variabel formulasi dapat mempengaruhi baik kelekatan, pelepasan obat dan sifat adhesi sediaan. Tingkat kelekatan sediaan tergantung pada faktor-faktor seperti konsistensi dari formulasi, tingkat dan waktu geser yang dihasilkan pada mengolesi, suhu situs target, tingkat penguapan pelarut, dan viskositas formulasi. Karakteristik formulasi, diantaranya yaitu viskositas, elastisitas dan reologi. Meningkatkan viskositas pembawa dapat meningkatkan pengiriman dan waktu daya lekat sediaan di situs target. Daya lekat yang lama pada permukaan kulit diharapkan dapat memperlama kontak antara zat aktif dengan kulit. Untuk mencapai tujuan tersebut, rancangan formulasi merupakan persyaratan utama dalam uji daya lekat sehingga memiliki kemampuan untuk melepaskan obat sesuai waktu yang diperlukan (Garg, *et al.*, 2002).

2.2. Daya Lekat

Daya lekat menggambarkan kemampuan sediaan semisolid untuk melepaskan obat sesuai waktu yang diperlukan. Uji daya lekat sediaan semisolid bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan suatu sediaan semisolid dapat melekat pada kulit dalam waktu tertentu sehingga dapat berfungsi secara maksimal pada penghantaran obat. Pengujian daya lekat dilakukan dengan cara yakni sediaan semisolid dengan volume tertentu diletakkan ke pusat antara dua pelat kaca, di bagian atas pelat diberi beban tertentu dalam interval waktu tertentu, daya lekat sediaan diketahui dari lamanya waktu yang dibutuhkan ketika kedua pelat kaca terlepas saat ditarik. Daya lekat yang lama pada permukaan kulit diharapkan dapat memperlama kontak antara zat aktif dengan kulit. Waktu daya lekat pada pengujian daya lekat sediaan semisolid yang baik yaitu pada rentang 2-300 detik (Kurniawan, dkk., 2018).

2.3. Komponen Alat Uji Daya Lekat

Alat uji daya lekat yang dirancang terdiri atas komponen sebagai berikut:

2.3.1. Pelat

Pelat adalah struktur planar kaku yang secara khusus terbuat dari material monolit seperti baja yang tingginya lebih kecil dibandingkan

dengan dimensi-dimensi lainnya. Baja tahan karat (*stainless steel*) termasuk dalam baja paduan tinggi yang mempunyai sifat mampu bentuk yang baik, ketangguhan yang baik pada temperatur rendah maupun temperatur tinggi, memiliki sifat ketahanan korosi yang baik. Baja tahan karat dapat bertahan dari pengaruh oksidasi karena mengandung unsur kromium lebih dari 11%. Unsur kromium ini merupakan pelindung utama baja dalam *stainless steel* terhadap gejala-gejala yang disebabkan oleh kondisi lingkungan. Pada penelitian ini digunakan *stainless steel* tipe 304 karena memiliki komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik. *Stainless steel* tipe 304 ini merupakan jenis *stainless steel* yang paling fleksibel, dan banyak digunakan di industri-industri yang diaplikasikan sebagai bahan baku pembuatan *food pan*, *grease trap*, *steamer*, *gas oven burner* dan lain-lain (Syanur, 2018).

2.3.2. Alat Ukur Koordinat

Alat ukur koordinat adalah alat ukur yang memiliki sensor yang dapat digerakkan dalam ruang dan digunakan untuk menentukan posisi. Contoh alat ukur posisi seperti alat ukur hidrolik, alat ukur mekanik seperti roda gigi, dan sebagainya. Roda gigi (*Gear*) adalah salah satu bentuk sistem transmisi yang mempunyai fungsi mentransmisikan gaya, membalikkan putaran, mereduksi atau menaikkan putaran/kecepatan. Aplikasi roda gigi antara lain pada *gearbox*, *lift*, dan pada mainan untuk menggerakkan mainan.

Pada bagian tepi roda gigi terdapat bentukan yang menyerupai gigi (bergerigi). Ada beberapa macam bentukan profil roda gigi diantaranya roda gigi silindris, roda gigi payung, roda gigi cacing, dan bentukan khusus lainnya. Setiap macam bentukan memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda-beda namun pada intinya berfungsi mentransmisikan gaya, fungsi lain roda gigi salah satunya untuk menaikkan atau menurunkan putaran (kecepatan). Pada penelitian ini digunakan sepasang roda gigi payung yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan pelat (*Mild Steel*)¹.

¹Anonim. "Roda Gigi" (On-line), tersedia di: <http://docshare02.docshare.tips/files/18381/183812523.pdf>. [Diakses pada 21 Juli 2019].

2.3.3. Alat Ukur Waktu

Stopwatch adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur interval waktu yang didefinisikan sebagai waktu yang telah berlalu antara dua peristiwa. Stopwatch cukup mengukur dan menampilkan interval waktu dari titik awal sembarang saat stopwatch dimulai. Unit standar interval waktu dalam sistem Satuan Internasional (SI) adalah *second* atau detik. Detik bisa terakumulasi untuk membentuk interval waktu yang lebih lama, seperti menit, jam, dan hari; atau dapat diiris menjadi sepersekiian detik seperti milidetik (10^{-3} detik, disingkat sebagai ms) atau mikrodetik (10^{-6} detik, disingkat μ s). Resolusi stopwatch mewakili interval waktu terkecil yang dapat ditampilkan perangkat. Resolusi terkait dengan jumlah digit pada tampilan perangkat untuk stopwatch digital. Resolusi 10 ms adalah umum untuk stopwatch digital, tetapi beberapa perangkat memiliki 1 ms resolusi (0,001 detik), atau bahkan lebih kecil (Gust *et al.*, 2009).

2.3.4. Tempat Penyimpan Sampel

Gelas/kaca adalah benda yang transparan, lumayan kuat, yang biasanya tidak bereaksi dengan bahan kimia, dan tidak aktif secara biologi. Komponen utama kaca ialah silika yang bisa dibentuk dengan permukaan yang sangat halus dan kedap air.

Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Beberapa sifat kaca secara umum yaitu:

1. Merupakan padatan amorf (*shortrange order*).
2. Tidak memiliki titik lebur yang pasti (ada *range* tertentu).
3. Transparan, tahan terhadap serangan kimia, kecuali hidrogen fluorida. Karena itu lah kaca banyak dipakai untuk peralatan laboratorium.
4. Efektif sebagai isolator.
5. Mampu menahan vakum tetapi rapuh terhadap benturan².

² Wibowo, D.B. 2011. "Pengetahuan Umum Tentang Kaca" (On-line) tersedia di: <https://damzone89.wordpress.com/2011/06/17/pengetahuan-umum-tentang-kaca/>. [Diakses pada 05 Maret 2019].

2.3.5. Penyangga

Nilon merupakan sebutan umum untuk jenis polimer sintetik yang dikenal sebagai poliamida (PA). Nilon merupakan serat sintetik pertama yang dibuat dari bahan anorganik yaitu minyak bumi. Nilon bersifat lentur dan cukup tangguh saat ditarik. Serat nilon banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari seperti benang, tali, jas hujan, dan parasut. Nilon padat digunakan untuk berbagai alat- alat industri, dan peralatan medis. (Vagholkar, 2016).

2.3.6. Alat Ukur Massa

Timbangan merupakan salah satu alat ukur massa yang paling sering kita jumpai didalam kehidupan sehari-hari, hasil penimbangan massa digunakan satuan Sistem Internasional (SI) yaitu kg. Timbangan digital merupakan timbangan elektronik yang digunakan untuk mengukur massa benda atau zat dengan tampilan digital. Didalam timbangan digital terdapat sensor-sensor *strain gauge*. Ketika suatu benda disimpan di atas papan, beban akan menekan *strain gauge* kemudian sensor akan mengkonversi besarnya regangan atau tegangan yang terjadi dan menampilkan hasil pengukuran massa. Timbangan digital memiliki banyak keunggulan antara lain, hasil pengukuran beban yang lebih akurat, cocok untuk mengukur benda kecil dan perawatannya mudah dilakukan³.

2.4. Validasi Metode

Validasi metode bertujuan agar hasil uji dari alat menghasilkan hasil uji yang absah/valid yang meliputi presisi, akurasi, dan standar deviasi dari hasil kalibrasi. Jika diperoleh nilai akurasi dan presisi sensitivitas yang tinggi, berarti metode uji tersebut valid (Faisal dan Nuraini, 2010).

Presisi menunjukkan kesesuaian antara beberapa pengulangan yang diukur dengan cara yang sama, dinyatakan dalam persamaan 2.1.

$$() \text{ ————— } \dots\dots\dots \text{ (persamaan 2.1)}$$

³ Anwari, S. 2018. "Perancangan dan Kalibrasi Timbangan Digital" (On-line) tersedia di: <https://docplayer.info/123541527-Perancangan-dan-kalibrasi-timbangan-digital.html>. [Diakses pada 23 Jui 2019].

Tingkat presisi juga dapat diukur dengan koefisien galat standar (*coefficient standard error*). Koefisien standard error dapat hitung lewat persamaan 2.2.

$$S^- = \frac{\dots}{\sqrt{\dots}} \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.2})$$

Nilai akurasi adalah kedekatan sebuah hasil analisis rata-rata dengan nilai sebenarnya (*true value*) atau besarnya penyimpangan data hasil uji dengan harga sesungguhnya. Nilai akurasi dapat dinyatakan dengan persamaan 2.3.

$$\frac{(\dots)^{(\dots)}}{(\dots)} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.3})$$

Standar deviasi ini merupakan ukuran variasi yang paling banyak digunakan karena nilainya paling memenuhi kriteria statistika. Standar deviasi adalah akar kuadrat dari variasi. Variasi dicari dengan menghitung selisih dari setiap elemen data dengan rata-rata seperti pada persamaan 2.4.

$$S = \sqrt{\frac{(\dots)}{\dots}} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.4}).$$

BAB III TATA KERJA

3.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat komputer untuk membuat rancangan alat uji daya lekat sediaan semisolid, seperangkat alat mesin frais dan mesin bubut, mesin las nitrogen, perkakas potong, mistar, *stopwatch*, mur, baut, kunci L, kunci pas, dan roda gigi (*gear*) payung.

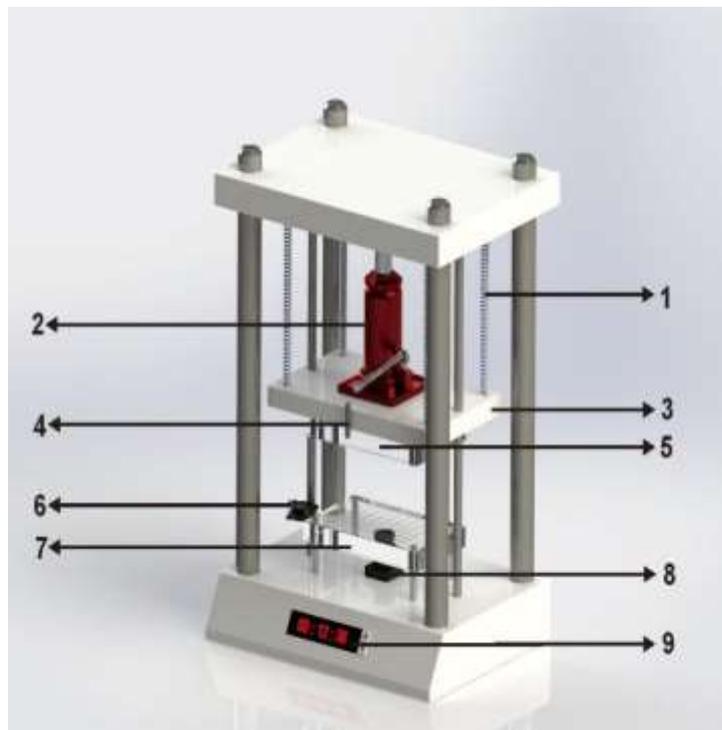
3.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi *stainless steel*, *hard nylon*, kaca dan beberapa jenis sediaan semisolid berupa gel, krim dan salep.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian meliputi pembuatan alat uji daya lekat dan uji kelayakan.

3.3.1. Desain Alat Uji Daya Lekat

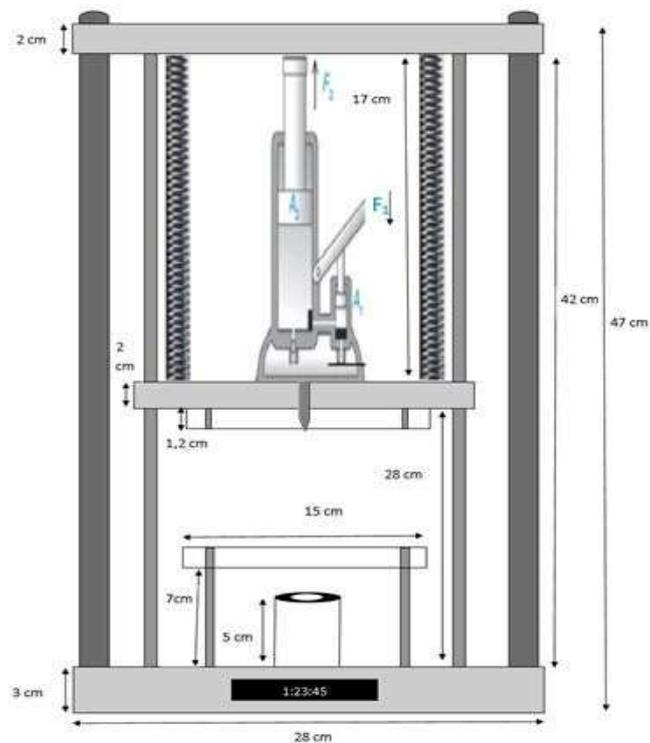


Gambar 3.1 Desain Alat Uji Daya Lekat

Keterangan Gambar:

1. Spring
2. Hidrolik
3. Penyangga akrilik bagian atas
4. Mistar
5. Lempong akrilik bagian atas
6. *Pressure sensor*
7. Lempong akrilik bagian bawah
8. Kamera
9. *Stopwatch*

3.3.2. Sekilas Perangkat Alat Uji Daya Lekat



Gambar 3.2. Gambar 2D Alat Uji Daya Lekat

Pengujian perangkat daya lekat digambarkan secara skematis pada Gambar 3.2. Perangkat ini memiliki empat komponen mendasar yaitu:

- A. Alat ukur koordinat, merupakan alat ukur yang dapat digerakkan dalam ruang untuk menentukan posisi. Digunakan sebagai penghasil gerakan naik atau turun pada pelat. Adapun contoh alat ukur posisi yaitu alat ukur hidrolik dan alat ukur mekanik seperti roda gigi.

- B. Pelat, yaitu material yang dicetak pipih panjang. Pada alat ini dipakai 2 macam pelat, yaitu pelat *stainless steel* yang terletak dibagian tengah perangkat yang berfungsi sebagai tempat dudukan alat ukur masa dan pelat kaca yang terletak dibagian atas perangkat dengan dudukan terbuat dari *hardnylon* berfungsi sebagai penahan tekanan dan sebagai tempat menyimpan sampel.
- C. Alat ukur masa, untuk mengukur masa benda atau zat, tempat menyimpan sampel uji yang digunakan sekaligus berfungsi sebagai sensor tekanan saat kedua pelat kaca saling kontak.
- D. Alat ukur waktu, biasanya pengukuran lekat terjadi dalam jangka pendek (waktu kontak dalam detik) sehingga pada alat uji daya lekat pemasangan *stopwatch* cukup untuk menghitung dan menampilkan interval waktu pelepasan kedua pelat dalam satuan detik.

3.4. Pengujian Daya Lekat Sediaan Semisolid

3.4.1. Pengujian Daya Lekat dengan Alat Konvensional

Sampel ditimbang 500 g lalu dioleskan pada pelat kaca yang telah ditentukan luasnya. Kedua pelat ditempelkan sampai pelat menyatu, diletakkan dengan beban seberat 500 g (berat minimum) dan 1 kg (berat maksimum) selama 5 menit, setelah itu dilepaskan dengan diberi bobot pelepasan 20 g (untuk berat minimum) dan 80 g (untuk berat maksimum). Waktu dicatat sampai kedua pelat terlepas.

3.4.2. Pengujian Daya Lekat dengan Alat Daya Lekat

Tempat sampel sebelumnya dibersihkan dengan benar. Sampel (sediaan semisolid) ditempatkan diatas timbangan digital. Untuk menguji daya lekat, alat dioperasikan dengan cara memutar *gear* searah jarum jam maka pelat bagian tengah akan bergerak naik. Jika putaran *gear* diteruskan maka kedua pelat akan membentuk kontak dan menghasikan suatu tekanan. Timbangan digital akan menampilkan beban ketika kontak berlangsung, kemudian ditunggu selama 5 menit. Ketika pengujian selesai, *gear* diputar ke arah berlawanan jarum jam sehingga pelat akan turun dan menyebabkan

kedua kaca terlepas dari sampel uji. Daya lekat diukur berdasarkan waktu yang dibutuhkan ketika kedua pelat terlepas.

3.5. Uji Kelayakan Alat

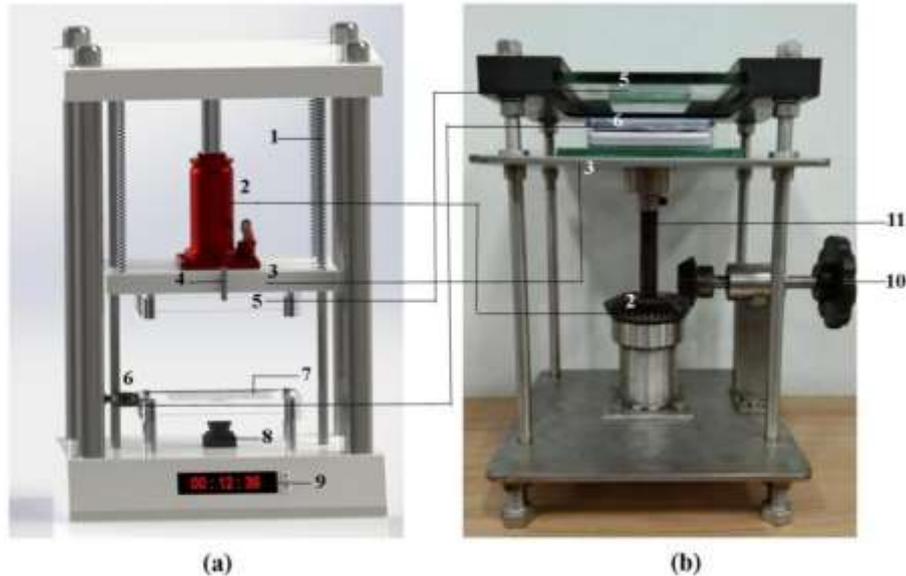
Agar dalam hal pengujian ini dapat melakukan proses pengukuran dengan baik dan alat dapat dikatakan layak maka perlu dilakukan proses kalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan pengujian menggunakan alat konvensional dengan alat uji daya lekat yang dirakit menggunakan sampel sediaan semisolid yaitu gel, krim dan salep. Pengujian dilakukan sebanyak 12 kali pengulangan untuk tiap jenis sediaan serta dicatat waktu yang diperlukan sampai kedua pelat terpisah saat ditarik. Data hasil kalibrasi dihitung nilai presisi dan standar deviasinya.

Sediaan semisolid (sampel gel, krim, dan salep) diuji daya lekatnya dengan cara sampel disimpan diantara dua pelat kaca yang disatukan kemudian diberi tekanan hingga bobot tertentu, dibiarkan selama lima menit kemudian kedua pelat ditarik dengan bobot pelepasan tertentu hingga kedua pelat terpisah, waktu pelepasan kedua pelat kaca dihitung menggunakan *stopwatch*. Pengujian dilakukan dengan beberapa kali pengulangan sehingga diperoleh data perbandingan presisi dan standar deviasi antara pengujian dengan alat konvensional dan alat daya lekat yang telah dirakit.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan dan Perakitan Alat Uji Daya Lekat

Perancangan dan perakitan alat uji daya lekat dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perubahan Desain Alat Uji Daya Lekat

Dari gambar 4.1 terdapat beberapa perbedaan komponen, posisi, dan material alat uji daya lekat yang dirancang (gambar (a)) dan yang telah dirakit (gambar (b)). Pada perancangan awal (gambar 4.1 (a) 2) alat ukur koordinat adalah sistem hidrolik jack manual yang berfungsi menghasilkan gerak turun naik pada pelat sekaligus untuk memberi tekanan. Pada perancangan ini, posisi hidrolik dikhawatirkan dapat menghalangi pengamatan karena terhalangnya cahaya ke kaca tempat penyimpanan sampel. Oleh karena itu dirancang lagi rancangan kedua dengan adanya perubahan penempatan posisi hidrolik yang semula berada di bagian tengah dipindahkan ke bagian dasar kerangka agar pengamatan yang dilakukan menjadi lebih baik. Tekanan minimal yang dihasilkan dari hidrolik terlalu besar yaitu 1 ton, sedangkan kebutuhan tekanan minimal yang diinginkan dalam pengujian hanya 500 g sehingga alat pemberi tekananya dirancang kembali dengan mengganti hidrolik menjadi roda gigi (*gear*) payung.

Roda gigi payung ini (gambar 4.1 (b) 2) mempunyai fungsi sebagai sistem pengubah mekanis yang menyebabkan gerakan turun naik pada pelat *stainless*

bagian tengah yang dihubungkan dengan as. As adalah batang penghubung antara *gear* dengan pelat bagian tengah (gambar 4.1 (b) 11). Kecepatan naiknya pelat dapat diatur dengan memutar tuas *gear* (gambar 4.1 (b) 10) secara perlahan-lahan hingga bobot tekanan yang diinginkan.

Kerangka dan badan dari alat ini sesuai dengan rancangan awal yaitu menggunakan material *stainless steel* (gambar 4.1 (a) dan (b) 3) tetapi berbeda bentuk dan posisinya. Bahan *stainless* merupakan bahan yang tahan korosi dan oksidasi sehingga tidak mudah berkarat dan aman digunakan untuk sediaan farmasi.

Pada perancangan awal tempat menyimpan sampel digunakan akrilik tetapi pada alat yang sudah dirakit digunakan kaca (gambar 4.1 (b) 5). Pada dasarnya penggunaan akrilik ataupun kaca tidak akan mempengaruhi terhadap pengujian karena keduanya memiliki sifat yang hampir sama yaitu sama-sama transparan, tidak bereaksi dengan bahan kimia, tidak aktif secara biologi, dan tahan terhadap cuaca luar. Akan tetapi, pada alat ini digunakan kaca karena kaca tidak mudah gores. Pada alat ini dibuat tempat dudukan kaca dari material *hard nylon* dengan ukuran 260 mm x 220 mm, ketebalan 25 mm, dengan ukuran ini diharapkan kaca mampu menahan tekanan dan menjaga kaca agar aman dari benturan.

Pada perancangan awal, tekanan yang dihasilkan dari hidrolik diukur menggunakan *pressure sensor* (gambar 4.1 (a) 6) yang selanjutnya harus dikonversikan lagi satuannya kedalam kg. Akan tetapi, pada alat yang telah dirakit, sensor tekanan menggunakan alat ukur massa yaitu timbangan digital sehingga bobot tekanan yang diberikan langsung terbaca dalam satuan kg dan dapat digunakan untuk mengukur bobot sediaan uji.

4.2. Validasi Metode

4.2.1. Pengujian Daya Lekat Sediaan Semisolid

Untuk mengetahui bahwa alat yang telah dirakit sudah tervalidasi maka perlu dilakukan validasi metode. Validasi metode tersebut meliputi presisi, akurasi, dan standar deviasi, yang dibuktikan dengan membandingkan data pengujian waktu daya lekat alat konvensional dan alat daya lekat terhadap beberapa jenis sediaan semisolid.

Pada pengujian daya lekat digunakan beberapa jenis sediaan semisolid yaitu sediaan gel (Gatsby), krim (krim pelembab Wardah), dan salep (Salep 88). Jenis sediaan ini dipilih karena penggunaannya banyak di masyarakat dan produk mudah ditemukan di pasaran.

Dari pengujian daya lekat beberapa jenis sediaan semisolid yaitu sediaan gel, krim, dan salep menggunakan alat konvensional dan menggunakan alat daya lekat yang sudah dirakit diperoleh nilai standar deviasi yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengukuran Standar Deviasi Waktu Daya Lekat

Tekanan Sediaan	500 g		1000 g	
	Alat Konvensional (detik)	Alat Daya Lekat (detik)	Alat Konvensional (detik)	Alat Daya Lekat (detik)
Gel	9,08 ± 0,65	3,55 ± 0,29	16,67 ± 0,73	2,66 ± 0,49
Krim	9,05 ± 0,57	2,78 ± 0,50	15,85 ± 0,99	2,51 ± 0,48
Salep	5,7 ± 0,41	2,91 ± 0,21	10,14 ± 0,48	1,94 ± 0,25

Dalam pengujian daya lekat, dengan tekanan dan bobot sediaan yang sama memberikan waktu pelepasan yang berbeda antara alat konvensional dan alat daya lekat. Nilai rata-rata waktu pelepasan menggunakan alat daya lekat lebih cepat dibandingkan dengan nilai rata-rata waktu pelepasan pada alat konvensional. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan bobot pelepasan dan besarnya gaya tarikan yang diberikan. Pada alat konvensional tidak dipertimbangkan besarnya gaya penarikan yang diberikan setiap orang, tetapi pada alat daya lekat besarnya gaya penarikan dipengaruhi oleh bobot pelepasan. Pada alat konvensional bobot pelepasan yang digunakan adalah 20 g (untuk berat minimum) dan 80 g (untuk berat maksimum), tapi besarnya gaya penarikan pelat disini tidak diketahui. Pada alat daya lekat bobot pelepasan yaitu 644 g (untuk berat minimum) dan 1554 g (untuk berat maksimum) yang merupakan massa dari timbangan dan besarnya gaya penarikan pelat disini dapat dihitung dengan rumus gaya.

Dari data nilai standar deviasi pada tabel 4.1 terlihat bahwa ketidakpastian pengukuran daya lekat sediaan semisolid menggunakan alat waktu daya lekat lebih baik dibandingkan dengan alat konvensional karena

nilai standar deviasi dari pengukuran menggunakan alat daya lekat lebih kecil dibandingkan alat konvensional. Adanya kesalahan dalam pengujian dapat disebabkan oleh kondisi pengukur (pengamat), alat ukur, faktor lingkungan, benda (objek) yang diukur, dan model teoritis (konsep) sehingga menyebabkan terjadinya penyimpangan nilai waktu pelepasan kedua alat.

4.2.2. Pengukuran Presisi Uji Daya Lekat Sediaan Semisolid

Pengujian daya lekat sediaan semisolid yaitu sediaan gel, krim, dan salep menggunakan alat konvensional dan alat daya lekat yang sudah dirakit menunjukkan nilai *koefisien variasi* yang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Pengukuran Koefisien Variasi Waktu Daya Lekat

Tekanan / Sediaan	500 g		1000 g	
	Alat Konvensional (%)	Alat Daya Lekat (%)	Alat Konvensional (%)	Alat Daya Lekat (%)
Gel	7,17	8,26	4,43	18,64
Krim	6,3	18,17	6,27	19,43
Salep	7,19	7,31	4,77	13,26

Berdasarkan nilai koefisien variasi tersebut, terlihat nilai presisi pengujian dengan alat konvensional lebih kecil dibandingkan dengan alat daya lekat sehingga pengujian dengan alat konvensional lebih baik dibandingkan pengujian dengan alat daya lekat karena semakin kecil nilai KV(%) semakin teliti metode tersebut. Kesalahan yang berhubungan dengan nilai presisi ini adalah kesalahan acak (*random error*). Kesalahan acak disebabkan ketidakstabilan, seperti putaran dan kecepatan motor pada alat daya lekat serta besarnya tekanan yang diberikan. Faktor lingkungan seperti suhu juga dapat mempengaruhi lamanya waktu pelepasan pelat, saat sediaan tersimpan lama atau dibiarkan di udara terbuka maka konsistensi sediaan akan berubah salah satunya viskositas sediaan. Daya lekat suatu sediaan sangat berkaitan dengan viskositas. Viskositas yang semakin tinggi disebabkan oleh konsistensi sediaan yang lebih tinggi sehingga waktu pelepasan daya lekatnya menjadi lebih lama.

Tingkat presisi juga dapat diukur dengan koefisien standar eror (*coefficient standard error*), dimana semakin kecil *koefisien standar eror* suatu data, mengindikasikan semakin tinggi presisi sampel tersebut. Data pengukuran *koefisien standar eror* dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Pengukuran Koefisien Standar Error Waktu Daya Lekat

Tekanan Sediaan	500 g		1000 g	
	Alat Konvensional	Alat Daya Lekat	Alat Konvensional	Alat Daya Lekat
Gel	0,19	0,08	0,22	0,14
Krim	0,17	0,15	0,3	0,14
Salep	0,12	0,06	0,14	0,07

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa *koefisien standar eror hasil uji waktu lekat menggunakan alat daya lekat lebih kecil* dibandingkan alat konvensional. Standar eror semakin kecil, maka sampel semakin homogen (hampir sama). Nilai dari standar eror ini bergantung dari standar deviasi dan banyaknya sampel.

Dari hasil perbandingan pengukuran waktu pelepasan uji daya lekat, pada alat daya lekat diperoleh nilai standar deviasi yang lebih kecil, artinya nilai-nilai pada sampel data cenderung dekat terhadap nilai rata-ratanya. Nilai standar eror menunjukkan hasil dari masing-masing pengukuran mendekati sama dengan harga rata-rata dari keseluruhan pengukuran. Dari nilai koefisien variasi, data sampel dikatakan masih bervariasi (menyebarkan) hal ini disebabkan karena faktor alat yang masih kurang bagus seperti gaya penarikan dan kecepatan putaran *gear* yang tidak konstan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa alat uji daya lekat yang dirakit masih belum presisi dan belum tervalidasi.

BAB V

SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA

5.1. Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Uji daya lekat sediaan semisolid dengan alat daya lekat dapat dikatakan lebih presisi, dilihat dari nilai standar deviasi dan standar eror data hasil pengujian waktu daya lekat, tetapi tidak lebih baik dari segi nilai koefisien variasi dibandingkan dengan alat konvensional.
2. Perbedaan bobot pelepasan dan kekuatan penarikan antara pengujian dengan alat daya lekat dan alat konvensional masih belum tervalidasi sehingga menyebabkan adanya ketidakpastian pengukuran.
3. Kecepatan putaran *gear* pada alat daya lekat belum bisa dipastikan konstan sehingga mempengaruhi lamanya waktu pelepasan dalam pengujian.

5.2. Alur Penelitian Selanjutnya

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan alat pengujian daya lekat terutama untuk validasi bobot pelepasan, kekuatan penarikan, dan kecepatan putaran *gear* yang diberikan agar konstan, serta ditambahkan sebuah sensor yang mampu mengukur waktu dan gaya pelepasan secara otomatis agar pengamatan lebih praktis dan lebih valid sehingga dapat memberikan nilai presisi dan akurasi yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, B., Howes, T., Bhandari, B.R., and Troung, V. 2003. "In situ characterization of stickiness of sugar-rich foods using a linear actuator driven stickiness testing device." *Journal of Food Engineering* 58: 11–22.
- Agoes, G. 2012. *Sediaan Farmasi Likuid-Semisolid*. Bandung: ITB. Hal. 264.
- Faisal, W., dan Nuraini, E. 2010. "Validasi Metode AANC Untuk Pengujian Unsur Mn, Mg dan Cr Pada Cuplikan Sedimen di Sungai Gajahwong." *J. Iptek Nuklir Ganendra* 13(1): 27-36.
- Frederiksen, K., Guy, R.H., and Petersson, K. 2015. "Formulation considerations in the design of topical, polymeric film-forming systems for sustained drug delivery to the skin". *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. EJPB* 11796: 2-3.
- Garg, A., Aggarwal, D., Garg, S., and Singla, A.K. 2002. "Spreading of Semisolid Formulation." *Disertasi*. Institute of Pharmaceutical Sciences. India: Panjab University. P. 84-102.
- Gust, J.C., Graham, R.M., and Lombardi, M.A. 2009. *Stopwatch and Timer Calibrations*. Washington: NIST. P. 1-2.
- Kurniawan, M.F., Sugihartini, N., dan Yuwono, T. 2018. "Permeabilitas dan Karakteristik Fisik Emulgel Minyak Atsiri Bunga Cengkeh dengan Penambahan *Enhancer*." *Medical Sains* 3(1): 1-9.
- Lachman, L., Lieberman, H.A., dan Kanig, J.L. 2008. *Teori dan Praktek Farmasi Industri*, ed. 3. Jakarta: UI Press. Hal. 1091.
- Pandanwangi, S.T.W., Bachtiar, A., dan Firmansyah, D. 2018. "Uji Aktivitas Antioksidan Krim Kombinasi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Dan Ekstrak Umbi Wortel (*Daucus carota* L.) Dengan Menggunakan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)." *Medical Sains* 3(1): 31-42.
- Syanur, F.N. 2018. "Analisis Perambatan Retak Fatik pada *Stainless Steel* 304 yang Dilapisi Alumunium Celup Panas." *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Bandar Lampung: Universitas Lampung. Hal 6-11.
- Vagholkar, P.K. 2016. "Nylon (Chemistry, Properties and Uses)". *International Journal of Scientific Research* 5(9): 349-350.
- Venkatraman, S., and Gale, R. 1998. "Skin adhesives and skin adhesion 1. Transdermal drug delivery systems." *Biomaterials* 19: 1123-1128.
- Yanhendri, dan Yenny, S.W. 2012. "Berbagai Bentuk Sediaan Topikal dalam Dermatologi." *CDK-194* 39(6): 423-426.

LAMPIRAN 1
GAMBAR ALAT DAYA LEKAT

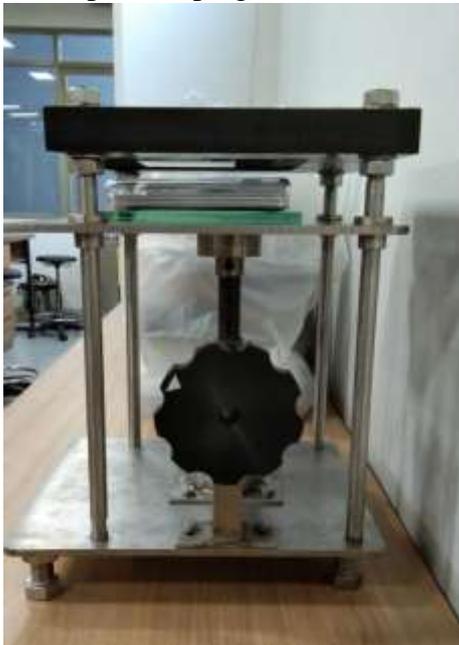
1. Tampak depan



2. Tampak atas



3. Tampak samping kanan



4. Tampak samping kiri



LAMPIRAN 2
GAMBAR KOMPONEN ALAT DAYA LEKAT

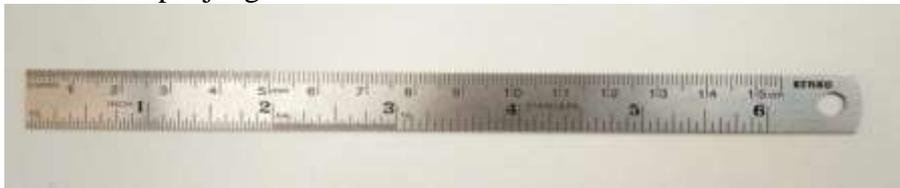
1. Pelat



2. Alat ukur koordinat (*gear payung*)



3. Alat ukur panjang



4. Penyangga



5. Alat ukur massa



6. *Waterpass*



LAMPIRAN 3
GAMBAR ALAT KONVENSIONAL



LAMPIRAN 4
DATA HASIL PENGUJIAN WAKTU DAYA LEKAT DENGAN ALAT
KONVENSIONAL

Hasil pengujian waktu daya lekat sediaan gel.

No.	Beban 500g				Beban 1000g			
	massa	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})^2$		massa	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})^2$	
		(detik)				(detik)		
1	0,5095	10,11	1,03	1,06	0,5032	17,93	1,26	1,58
2	0,5078	9,84	0,76	0,57	0,5019	17,47	0,80	0,64
3	0,5090	9,73	0,65	0,42	0,5020	17,25	0,58	0,33
4	0,5032	9,43	0,35	0,12	0,5017	17,23	0,56	0,31
5	0,5026	9,30	0,22	0,05	0,5010	17,14	0,47	0,22
6	0,5083	9,24	0,16	0,02	0,5023	16,71	0,04	0,00
7	0,5072	9,08	0,00	0,00	0,5002	16,52	-0,15	0,02
8	0,5030	8,90	-0,18	0,03	0,5008	16,28	-0,39	0,15
9	0,5029	8,66	-0,42	0,18	0,5012	16,16	-0,51	0,26
10	0,5012	8,38	-0,70	0,49	0,5008	16,11	-0,56	0,32
11	0,5034	8,25	-0,83	0,69	0,5014	15,65	-1,02	1,04
12	0,5011	8,07	-1,01	1,03	0,5014	15,61	-1,06	1,13
	-	9,08				16,67		
		Σ		4,67				6,01
		SD		0,65				0,73
		Presisi KV (%)		7,17				4,43
		Koefisien Standar Error		0,19				0,22

Hasil pengujian waktu daya lekat sediaan krim.

No.	Beban 500g				Beban 1000g			
	massa	\bar{x} (detik)	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})^2$	massa	\bar{x} (detik)	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})^2$
1	0,5043	9,90	0,85	0,72	0,5064	17,70	1,85	3,44
2	0,5007	9,84	0,79	0,62	0,5062	17,30	1,45	2,11
3	0,5084	9,74	0,69	0,47	0,5037	16,47	0,62	0,39
4	0,5006	9,38	0,33	0,11	0,5049	16,33	0,48	0,23
5	0,5008	9,26	0,21	0,04	0,5023	16,09	0,24	0,06
6	0,5003	8,88	-0,17	0,03	0,5030	15,97	0,12	0,02
7	0,5029	8,86	-0,19	0,04	0,5022	15,46	-0,39	0,15
8	0,5033	8,85	-0,20	0,04	0,5008	15,44	-0,41	0,16
9	0,5038	8,77	-0,28	0,08	0,5016	15,28	-0,57	0,32
10	0,5014	8,57	-0,48	0,23	0,5009	14,90	-0,95	0,89
11	0,5040	8,48	-0,57	0,33	0,5012	14,73	-1,12	1,25
12	0,5050	8,12	-0,93	0,87	0,5007	14,48	-1,37	1,87
	-	9,05				15,85		
		Σ		3,58				10,89
		SD		0,57				0,99
		Presisi KV (%)		6,30				6,27
		Koefisien Standar Error		0,17				0,30

Hasil pengujian waktu daya lekat sediaan salep.

No.	Beban 500g				Beban 1000g			
	massa	\bar{x} (detik)	\bar{y}	$(\bar{x} - \bar{y})^2$	massa	\bar{x} (detik)	\bar{y}	$(\bar{x} - \bar{y})^2$
1	0,5019	6,36	0,66	0,43	0,5064	10,97	0,83	0,70
2	0,5012	6,12	0,42	0,18	0,5096	10,78	0,64	0,42
3	0,5023	6,11	0,41	0,17	0,5045	10,54	0,40	0,09
4	0,5013	6,07	0,37	0,14	0,5068	10,43	0,29	0,09
5	0,5007	5,94	0,24	0,06	0,5042	10,15	0,01	0,00
6	0,5023	5,70	-0,00	0,00	0,5047	10,13	-0,01	0,00
7	0,5007	5,54	-0,16	0,03	0,5031	10,12	-0,02	0,00
8	0,5011	5,54	-0,16	0,03	0,5011	9,96	-0,18	0,03
9	0,5008	5,40	-0,30	0,09	0,5054	9,94	-0,20	0,04
10	0,5012	5,32	-0,38	0,15	0,5017	9,81	-0,33	0,10
11	0,5003	5,23	-0,47	0,22	0,5027	9,52	-0,62	0,38
12	0,5011	5,09	-0,61	0,37	0,5027	9,32	-0,82	0,66
	-	5,70				10,14		
		Σ		1,85				2,58
		SD		0,41				0,48
		Presisi KV (%)		7,19				4,77
		Koefisien Standar Error		0,12				0,14

LAMPIRAN 5
DATA HASIL PENGUJIAN WAKTU DAYA LEKAT DENGAN ALAT
DAYA LEKAT

Hasil pengujian waktu daya lekat sediaan gel.

No.	Beban 500g				Beban 1000g			
	massa	\bar{x}	$(\bar{x})^2$		massa	\bar{x}	$(\bar{x})^2$	
	(detik)				(detik)			
1	0,50	2,96	-0,59	0,35	0,50	2,19	-0,47	0,22
2	0,50	3,32	-0,23	0,05	0,50	2,27	-0,39	0,15
3	0,50	3,34	-0,21	0,04	0,50	2,33	-0,33	0,11
4	0,50	3,36	-0,19	0,04	0,50	2,33	-0,33	0,11
5	0,50	3,45	-0,10	0,01	0,50	2,38	-0,28	0,08
6	0,50	3,46	-0,09	0,01	0,50	2,46	-0,20	0,04
7	0,50	3,47	-0,08	0,01	0,50	2,46	-0,20	0,04
8	0,50	3,78	0,23	0,05	0,50	2,47	-0,19	0,03
9	0,50	3,82	0,27	0,07	0,50	2,64	-0,01	0,00
10	0,50	3,86	0,31	0,10	0,50	3,29	0,64	0,40
11	0,50	3,87	0,32	0,10	0,50	3,39	0,74	0,54
12	0,50	3,89	0,34	0,12	0,50	3,65	1,00	0,99
-		3,55				2,66		
	Σ			0,95				2,70
	SD			0,29				0,49
	Presi KV(%)			8,26				18,64
	Koefisien Standar			0,08				0,14
	Error							

Hasil pengujian waktu daya lekat sediaan krim.

No.	Beban 500g				Beban 1000g			
	massa	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})$	$(\bar{x} - \bar{x})^2$	massa	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})$	$(\bar{x} - \bar{x})^2$
	(detik)				(detik)			
1	0,50	2,17	-0,61	0,37	0,50	2,04	-0,47	0,22
2	0,50	2,25	-0,53	0,28	0,50	2,05	-0,46	0,21
3	0,50	2,30	-0,48	0,23	0,50	2,19	-0,32	0,10
4	0,50	2,40	-0,38	0,14	0,50	2,23	-0,28	0,08
5	0,50	2,45	-0,33	0,11	0,50	2,31	-0,20	0,04
6	0,50	2,49	-0,29	0,08	0,50	2,50	-0,01	0,00
7	0,50	2,82	0,04	0,00	0,50	2,43	-0,08	0,01
8	0,50	2,98	0,20	0,04	0,50	2,43	-0,08	0,01
9	0,50	3,16	0,38	0,14	0,50	2,45	-0,06	0,00
10	0,50	3,26	0,48	0,23	0,50	2,50	-0,01	0,00
11	0,50	3,45	0,67	0,45	0,50	3,38	0,87	0,76
12	0,50	3,63	0,85	0,72	0,50	3,60	1,09	1,19
-		2,78				2,51		
	Σ			2,81				2,61
	SD			0,50				0,48
	Presisi KV (%)			18,17				19,43
	Koefisien Standar Error			0,15				0,14

Hasil pengujian waktu daya lekat sediaan salep.

No.	Beban 500g				Beban 1000g			
	Massa (detik)	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})^2$		massa (detik)	\bar{x}	$(\bar{x} - \bar{x})^2$	
1	0,50	2,55	-0,36	0,13	0,50	1,47	-0,47	0,22
2	0,50	2,70	-0,21	0,04	0,50	1,55	-0,39	0,15
3	0,50	2,73	-0,18	0,03	0,50	1,79	-0,15	0,02
4	0,50	2,80	-0,11	0,01	0,50	1,81	-0,13	0,02
5	0,50	2,85	-0,06	0,00	0,50	1,84	-0,10	0,01
6	0,50	2,87	-0,04	0,00	0,50	1,89	-0,05	0,00
7	0,50	2,92	0,01	0,00	0,50	2,06	0,12	0,01
8	0,50	2,93	0,02	0,00	0,50	2,15	0,21	0,04
9	0,50	3,02	0,11	0,01	0,50	2,16	0,22	0,05
10	0,50	3,02	0,11	0,01	0,50	2,17	0,23	0,05
11	0,50	3,21	0,30	0,09	0,50	2,20	0,26	0,07
12	0,50	3,31	0,40	0,16	0,50	2,22	0,28	0,08
-		2,91				1,94		
	Σ			0,50				0,73
	SD			0,21				0,25
	Presisi KV (%)			7,31				13,26
	Koefisien Standar Error			0,06				0,07